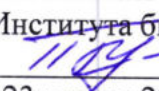


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БАЗЫ ДАННЫХ И АННОТАЦИЯ БИОПОЛИМЕРОВ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнологии  
форма обучения очная

Артеменко С.В. Базы данных и аннотация биополимеров. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль) : Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Базы данных и аннотация биополимеров [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Артеменко С.В., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Биоинформатика: базы данных и аннотация полимеров» является получение базовых знаний о принципах и методах поиска и обработки с большим массивом биологической информации, о принципах поиска нуклеотидных и аминокислотных последовательностей с определенными функциями, получение базовых знаний о строении биополимеров, физических и химических принципах их существования, зависимости свойств от их строения.

В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают необходимые сведения по методам работы с базами данных; осваивают основные приемы поиска и обработки биологической информации, в систематизированной форме усваивают необходимые сведения о принципах, практических способах и инструментах поиска нуклеотидных и аминокислотных последовательностей с определенными функциями, инструментах моделирования и сравнительного анализа структур биополимеров, в первую очередь белков.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Дисциплина логически связана с дисциплинами: Популяционно-генетический анализ, Геномика и протеомика, Биотехнология, Генетическая инженерия и во многом освоение прочих дисциплин этих блоков способствует успешному изучению данной дисциплины. Кроме того, данная дисциплина тесно связана с блоками Б2 (практики).

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способность применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования – ОПК-4;

- способность находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа – ОПК-5

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-4 - способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования,		Знает: принципы методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, о возможности применять современные методы исследований, определять

<p>определять практическую значимость исследования</p>		<p>актуальность целей и задач и практическую значимость исследования</p>
		<p>Умеет: использовать методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования</p>
<p>ОПК-5 - способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>		<p>Знает: о расположении информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, о существовании биоинформатических средств анализа геномной, структурной и иной биологической информации</p>
		<p>Умеет: находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации</p>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины



Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			9
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	3	3
	час	108	108
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		44	44
Лекции		0	0
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		44	44
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		64	64
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

### 3. Система оценивания

3.1. При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100. Перевод результатов, полученных студентом в формат традиционной оценки осуществляется в соответствии с Регламентом учета посещаемости, результатов контроля и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования-программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (приказ № 635-1 от 09.10.2020).

Шкала перевода:

- от 0 до 60 баллов – «не зачтено»
- от 61 до 100 баллов – «зачтено»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение оценки по сумме набранных баллов.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Биоинформатика и её язык	9	0	0	4	0
2.	База данных GenBank	9	0	0	4	0
3.	Структурная информация о белках и её машинно-читаемая запись	9	0	0	4	0
4.	Как выглядит биология в интернете?	9	0	0	4	0
5.	Сколько нужно баз данных одновременно?	10	0	0	4	0
6.	Инструменты биолога-информатика	10	0	0	4	0
7.	Аннотация структуры белка	10	0	0	4	0
8.	Аннотация третичной структуры белка	10	0	0	4	0

9.	Функциональная аннотация биополимеров	10	0	0	4	0
10.	Предсказание "Новых" функций биополимеров	10	0	0	4	0
11.	Предсказательный функциональный анализ полиморфизма	10	0	0	4	0
12.	Разбор сложных моментов	2	0	0	0	2
13.	Подведение итогов (экзамен)	0	0	0	0	0
	Итого (часов)	108	0	0	44	2

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **1. Репродуктивная лабораторная работа: Биоинформатика и её язык**

Рассматриваемые вопросы:

Биоинформатика как научная дисциплина и как технологическая платформа: определение, основные понятия, цели и задачи.

Взаимосвязи биоинформатики с другими дисциплинами физико-химической биологии и общей биологии.

Набор информации, характеризующий биополимеры (белки, нуклеиновые кислоты).

Последовательности аминокислот и нуклеотидов как основная информационная составляющая биоинформатики.

Форматы файлов, используемых в биоинформатике.

### **2. Репродуктивная лабораторная работа: База данных GenBank**

Рассматриваемые вопросы:

База данных GenBank.

Репозиторные и аналитические функции GenBank/

### **3. Репродуктивная лабораторная работа: Структурная информация о белках и её машинно-читаемая запись**

Рассматриваемые вопросы:

Структурная информация о белках и её машинно-читаемая запись.

Сравнение форматов PDB, PDB-XML и MMDB-Cn3D.

Файлы формата aln.

Другие форматы записи нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, информация о них на ресурсах EMBL-EMI и emboss

### **4. Репродуктивная лабораторная работа: Как выглядит биология в интернете?**

Рассматриваемые вопросы:

Источники биологической информации и базы данных в Интернете.

Полезные ресурсы для биоинформатика.

Выгода новых сервисов и баз данных

Преимущества классических сервисов и баз данных

### **5. Репродуктивная лабораторная работа: Сколько нужно баз данных одновременно?**

Рассматриваемые вопросы: методология комплексного использования баз данных.

### **6. Репродуктивная лабораторная работа: Инструменты биолога-информатика**

Инструменты для анализа биологической информации

### **7. Репродуктивная лабораторная работа: Аннотация структуры белка**

Рассматриваемые вопросы:

Биоинформатика первичной структуры белков

Вторичная структура белка. Виды вторичных структур

Биоинформатика вторичной и супервторичной структуры белка.

Третичная структура белка

### **8. Репродуктивная лабораторная работа: Аннотация третичной структуры белка**

Рассматриваемые вопросы:

Биоинформатика третичной структуры белка

Структурное выравнивание белков.

Проверка качества структур белков.

Биоинформатика белок-лигандных взаимодействий.

### **9. Репродуктивная лабораторная работа: Функциональная аннотация биополимеров**

Рассматриваемые вопросы:

Основы функциональной аннотации генов и геномов

Поиск схожих последовательностей с известными функциями: принципы и подходы.

Поиск схожих последовательностей с известными функциями: инструменты

### **10. Репродуктивная лабораторная работа: Предсказание «Новых» функций биополимеров**

Рассматриваемые вопросы:  
 Предсказание «новых» функций на основе позиционных кластеров .  
 Предсказание на основе филогенетических паттернов  
 Предсказание с использованием данных транскриптомики, протеомики, интерактомики, регуломики

Инструменты (базы знаний, программы, Интернет-сервисы) для предсказания «новых» функций.

### 11. Репродуктивная лабораторная работа: Предсказательный функциональный анализ полиморфизма

Рассматриваемые вопросы:

Экспериментальное подтверждение предсказаний

Предсказательный функциональный анализ полиморфизма.

### 12. Консультация: Разбор сложным моментов

Рассматриваемые вопросы:

Разбираются сложные для понимания вопросы.

Прорабатываются отдельные лабораторные работы.

Подготовка к экзамену

### 13. Подведение итогов (экзамен)

При получении достаточного количества баллов студенты получают оценку соответствующую набранным баллам.

Для компенсации недостающего количества баллов проводится экзамен в традиционной очной форме.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	9 семестр	
	Базы данных и аннотация биополимеров	
1	Биоинформатика и её язык	Проработка теоретической информации
2	База данных GenBank	Проработка теоретической информации
3	Структурная информация о белках и её машинно-читаемая запись.	Проработка теоретической информации
4	Как выглядит биология в интернете?	Проработка теоретической информации
5	Сколько нужно баз данных одновременно?	Проработка теоретической информации
6	Инструменты биолога-информатика	Проработка теоретической информации

7	Аннотация структуры белка	Проработка теоретической информации
8	Аннотация третичной структуры белка	Проработка теоретической информации
9	Функциональная аннотация биополимеров	Проработка теоретической информации
10	Предсказание "Новых" функций биополимеров	Проработка теоретической информации
11	Предсказательный функциональный анализ полиморфизма	Проработка теоретической информации
12	Разбор сложных моментов	Самостоятельное изучение заданного материала
13	Подведение итогов (экзамен)	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине по следующим вопросам:

1. Основы биоинформатики. Форматы файлов, используемых в биоинформатике
2. Запись аминокислотных последовательностей. Запись нуклеотидных последовательностей.
3. База данных GenBank. Репозиторные и аналитические функции GenBank
4. Структурная информация о белках и её машинно-читаемая запись. Сравнение форматов PDB, PDB-XML и MMDB-Сn3D. Файлы формата aln. Другие форматы записи нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, информация о них на ресурсах EMBL-EM1 и emboss
5. Источники биологической информации и базы данных в Интернете
6. Методология комплексного использования баз данных.
7. Инструменты для анализа биологической информации
8. Биоинформатика первичной структуры белков
9. Вторичная структура белка. Виды вторичных структур
10. Биоинформатика вторичной и супервторичной структуры белка.
11. Третичная структура белка
12. Биоинформатика третичной структуры белка
13. Структурное выравнивание белков.
14. Проверка качества структур белков.
15. Биоинформатика белок-лигандных взаимодействий.
16. Основы функциональной аннотации генов и геномов
17. Поиск схожих последовательностей с известными функциями: принципы и подходы. Поиск схожих последовательностей с известными функциями: инструменты
18. Предсказание «новых» функций на основе позиционных кластеров . Предсказание на основе филогенетических паттернов
19. Предсказание с использованием данных транскриптомики, протеомики, интерактомики, регуломики
20. Инструменты (базы знаний, программы, Интернет-сервисы) для предсказания «новых» функций.
21. Экспериментальное подтверждение предсказаний
22. Предсказательный функциональный анализ полиморфизма.

### 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

#### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
-------	--------------------------------	--------------------------------------	---------------------	---------------------

1.	<p>ОПК-4 - способность применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования</p>	<p>Знает: принципы методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, о возможности применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области</p> <p>Умеет: использовать методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно</p>	<p>Защита лабораторной работы</p>	<p>Понимание алгоритма выполненных действий по методам биоинформатики, формулировка прикладного и теоретического значения полученных результатов для получения новых знаний.</p>
----	--	--	-----------------------------------	--



		<p>но измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области</p>		
2.	<p>ОПК-5 - способность находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>	<p>Знает: о расположении информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, о существовании биоинформатических средств анализа геномной, структурной и иной биологической информации</p>	<p>Защита лабораторной работы</p>	<p>Понимание алгоритма выполненных действий по использованию баз данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, формулировка прикладного и теоретического значения полученных результатов о геномной, структурной и иной биологической информации.</p>

		<p>Умеет: находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, пользоваться основными биоинформати- ческими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации</p>		
--	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Дадян, Э. Г. Проектирование современных баз данных. Практикум: Учебно-методическое пособие / Дадян Э.Г. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 84 с.ISBN 978-5-16-106528-0 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959293> (дата обращения: 18.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Мартишин, С. А. Базы данных. Практическое применение СУБД SQL- и NoSQL-типа для проектирования информационных систем : учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0785-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041341> (дата обращения: 18.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов/ М-во образования и науки РФ, Тюм. гос ун-т, Институт математики и компьютерных наук. - Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа : [http://tmnlib.ru:82/upload/books/PPS/Ivashko\\_204-275\\_Sbornik\\_2017.pdf](http://tmnlib.ru:82/upload/books/PPS/Ivashko_204-275_Sbornik_2017.pdf) (дата доступа: 18.05.2020)
3. Системная компьютерная биология: Монография / Колчанов В.Б., Гончаров С., Лихошвай В.А. - Новосибирск :СО РАН, 2008. - 769 с. ISBN 978-5-7692-0871-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/924675> (дата обращения: 18.05.2020). – Режим доступа: по подписке

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

[www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)

<https://www.rcsb.org/>

<https://www.cgl.ucsf.edu/chimera/>

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

National Center for Biotechnology Information - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

База статей - [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

### **- Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

StatSoft Statistica 13

### **- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

FAR Manager

Vector NTI

UCSF Chimera

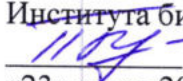
Python

Foldit

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 20 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БЕЛКОВАЯ И КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Трофимов О.В. Белковая и клеточная инженерия. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Белковая и клеточная инженерия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Белковая и клеточная инженерия» является получение знаний об основных технологиях белковой и клеточной инженерии, а также прикладных аспектах их использования. В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают знания о принципах и методах белковой и клеточной инженерии; приобретают навыки работы с электронными базами данных по нуклеотидным последовательностям и белкам; изучают возможности практического применения биоинженерной методологии.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Биохимия»; «Генетическая инженерия»; «Молекулярная биология и молекулярная генетика», «Геномика и протеомика», «Генетика», «Методы исследования биологических макромолекул». Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по химии, физике, клеточной биологии, общей генетике, биохимии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	ОПК-3	Знает основы белковой и клеточной инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
		Умеет применять на практике знания основ белковой и клеточной инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять	ОПК-4	Знает основные принципы применения современных методов биоинженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта исследования в области биоинженерии
		Умеет применять современные методы биоинженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта

практическую значимость исследования (ОПК-4)		исследования в области биоинженерии
--	--	-------------------------------------

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			9
Общий объем	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		44	44
Лекции		22	22
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		22	22
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		100	100
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе рейтинговой системы. Максимально возможное количество баллов в семестре на одного студента: 100 баллов. Баллы начисляются за следующие активности:

- 1) посещение лекционного занятия – 2 балла;
- 2) работа на практическом занятии – 0-12 баллов.

Возможно получение экзаменационной оценки по результатам деятельности обучающихся в семестре, исходя из следующей шкалы перевода баллов в оценку:

- 61-75 баллов - "удовлетворительно";
- 76-90 баллов - "хорошо";
- 91-100 баллов - "отлично".

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в форме устного собеседования.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Белковая инженерия	12	6	0	0	0

2	Базы данных по белкам	12	0	0	4	0
3	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 1)	12	4	0	0	0
4	Множественное выравнивание	12	0	0	4	0
5	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 2)	12	4	0	0	0
6	Генетический полиморфизм белков	12	0	0	4	0
7	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 3)	12	4	0	0	0
8	Конструирование белка (часть 1)	12	0	0	4	0
9	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 4)	12	4	0	0	0
10	Конструирование белка (часть 2)	12	0	0	4	0
11	Конструирование белка (часть 3)	12	0	0	2	0
12	Экзамен	12	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	22	0	22	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Белковая инженерия

Направления исследований в белковой инженерии. Этапы проектирования новых белков и ферментов. Методы направленного мутагенеза. Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Кункеля, ПЦР с перекрывающимися праймерами, получение нескольких мутаций в последовательных раундах ПЦР. Мутагенез с использованием нонсенс-супрессоров. Химико-ферментативный синтез в создании полусинтетических полипептидов: лигирование синтезированных белков. Сплайсинг и транс-сплайсинг белков в лигировании пептидов. Методы введения случайных мутаций: химический мутагенез, синтез ДНК с ошибками. Случайное объединение гомологичных и негомологичных участков генов. Методы отбора белков с требуемыми свойствами. Создание белков с гибридными свойствами.

##### 2. Базы данных по белкам

В рамках лабораторной работы предлагается найти в базах данных информацию по структуре определенных белков.

##### 3. Клеточная инженерия и трансгенез (часть 1)

Предмет клеточной инженерии. Клонирование многоклеточных организмов. Этапы клонирования. Методы введения ядер соматических клеток в яйцеклетки. Причины низкой эффективности клонирования. Стадии клонирования млекопитающих. Технологии получения реконструированных клеток и организмов. Приемы микрохирургии клетки и предимплантационных эмбрионов.

##### 4. Множественное выравнивание

В рамках лабораторной работы предлагается произвести множественное выравнивание аминокислотных последовательностей определенных белков.



### 5. Клеточная инженерия и трансгенез (часть 2)

Способы культивирования клеток млекопитающих. Получение эмбрионов. Методы трансплантации эмбрионов. Способы получения и культивирования ES-клеток. Феномен трансгенеза. Способы получения трансгенных животных. Прямая инъекция ДНК в пронуклеусы оплодотворенных яйцеклеток. Использование эмбриональных стволовых клеток. Применение рекомбинантных вирусов для заражения эмбриональных клеток зародыша.

### 6. Генетический полиморфизм белков

В рамках лабораторной работы предлагается выявить полиморфные участки аминокислотных последовательностей определенных белков.

### 7. Клеточная инженерия и трансгенез (часть 3)

Векторы, используемые для доставки трансгенов в организм млекопитающих: ретровирусные и аденовирусные векторы. Факторы, оказывающие влияние на экспрессию трансгенов в организме трансгенных животных. Направленная активация и инактивация генов *in vivo*: генные нок-ин'ы и нокауты. Современные методы инактивации генов с применением энхансерных, генных и промоторных ловушек. Регулируемая экспрессия трансгенов в организме животных.

### 8. Конструирование белка (часть 1)

В рамках лабораторной работы предлагается сконструировать искусственный белок.

### 9. Клеточная инженерия и трансгенез (часть 4)

Трансгенные растения. Эмбриональные стволовые клетки растений. Основные этапы получения трансгенных растений. Культура каллуса и суспензионные культуры клеток. Получение протопластов. Фитогормоны, используемые для регенерации растений. Соматический эмбриогенез. Методы, используемые для трансформации объектов растительного происхождения. Системы контроля экспрессии рекомбинантных генов у растений. Агробактериальная инфекция. Ti-плазмиды и T-ДНК. Трансгенные хлоропласты. Преимущества использования хлоропластов для экспрессии трансгенов.

### 10. Конструирование белка (часть 2)

В рамках лабораторной работы предлагается сконструировать искусственный белок.

### 11. Конструирование белка (часть 3)

В рамках лабораторной работы предлагается сконструировать искусственный белок.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Виды СРС
1	Белковая инженерия	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Базы данных по белкам	Проработка лекций
3	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Множественное выравнивание	Проработка лекций

5	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Генетический полиморфизм белков	Проработка лекций
7	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 3)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Конструирование белка (часть 1)	Проработка лекций
9	Клеточная инженерия и трансгенез (часть 4)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Конструирование белка (часть 2)	Проработка лекций
11	Конструирование белка (часть 3)	Проработка лекций

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем по списку нижеприведенных вопросов:

1. Направления исследований в белковой инженерии. Этапы проектирования новых белков и ферментов.
2. Методы направленного мутагенеза. Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием нонсенс-супрессоров.
3. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод Кункеля, ПЦР с перекрывающимися праймерами. Получение нескольких мутаций в последовательных раундах ПЦР.
4. Химико-ферментативный синтез в создании полусинтетических полипептидов: лигирование синтезированных белков.
5. Сплайсинг и транс-сплайсинг белков в лигировании пептидов.
6. Методы введения случайных мутаций: химический мутагенез, синтез ДНК с ошибками. Случайное объединение гомологичных и негомологичных участков генов.
7. Методы отбора белков с требуемыми свойствами. Создание белков с гибридными свойствами.
8. Сущность, назначение и области практического применения клеточной инженерии.
9. Клонирование многоклеточных организмов. Этапы клонирования. Методы введения ядер соматических клеток в яйцеклетки.
10. Технологии получения реконструированных клеток и организмов. Приемы микрохирургии клетки и предимплантационных эмбрионов.
11. Способы культивирования клеток млекопитающих. Получение эмбрионов. Методы трансплантации эмбрионов.
12. Способы получения и культивирования ES-клеток. Генетическая трансформация ES-клеток и способы введения чужеродной ДНК.
13. Трансгенез. Способы получения трансгенных животных. Прямая инъекция ДНК в пронуклеусы оплодотворенных яйцеклеток. Применение рекомбинантных вирусов для заражения эмбриональных клеток.
14. Векторы, используемые для доставки трансгенов в организм млекопитающих: ретровирусные и аденовирусные векторы.
15. Факторы, оказывающие влияние на экспрессию трансгенов в организме трансгенных животных.
16. Направленная активация и инактивация генов *in vivo*: генные нок-ин'ы и нокауты. Методы инактивации генов с применением энхансерных, генных и промоторных ловушек. Регулируемая экспрессия трансгенов в организме животных.
17. Трансгенные растения. Эмбриональные стволовые клетки растений. Основные этапы получения трансгенных растений.

18. Культура каллуса и суспензионные культуры клеток. Получение протопластов. Фитогормоны, используемые для регенерации растений.

19. Соматический эмбриогенез. Методы, используемые для трансформации объектов растительного происхождения. Системы контроля экспрессии рекомбинантных генов у растений.

20. Агробактериальная инфекция. Ti-плазмиды и T-ДНК. Трансгенные хлоропласты. Преимущества использования хлоропластов для экспрессии трансгенов.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	Знает основы белковой и клеточной инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул. Умеет применять на практике знания основ белковой и клеточной инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул.	Электронный практикум, собеседование	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

2	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4)	Знает основные принципы применения современных методов биоинженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта исследования в области биоинженерии. Умеет применять современные методы биоинженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования в области биоинженерии.	Электронный практикум, собеседование	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
---	--	--	--------------------------------------	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная литература:

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология: учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 14.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологий. Часть I: учебное пособие/ Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К. /Издательство: Прометей. 2013. 262 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=214418> (дата обращения 14.05.2021).
2. Цымбаленко, Н. В. Биотехнология. Часть 1. Технология рекомбинантной ДНК: учебное пособие (для студентов биологических специальностей педагогических университетов) /

Н. В. Цымбаленко. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2011. — 128 с. — ISBN 978-5-8064-1697-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20549.html> (дата обращения: 14.05.2021).

### **7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных PubMed. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. База данных Protein. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/>
3. База данных UniProtKB. URL: <https://www.uniprot.org/uniprot/>

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лицензионное ПО:

пакет программ Microsoft Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

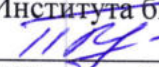
Свободно распространяемое (бесплатное) ПО:

Программа для выравнивания последовательностей BioEdit, программа для молекулярного конструирования Vector NTI.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Пак И.В. Биотехнология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Биотехнология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

*Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:*

### **1. Пояснительная записка**

В настоящее время биотехнология является лидером среди всех научных дисциплин по экономической значимости для общества. Развитие биотехнологии связывают с общественным прогрессом в области здравоохранения, сельского хозяйства, охраны окружающей среды и производстве новых материалов. В РФ принята биотехнологическая платформа, которая предусматривает создание биотехнологических кластеров в разных регионах страны. В последние годы сформировалось устойчивое представление о том, что решение глобальных проблем человечества: продовольственной, энергетической, охраны окружающей среды, невозможно без развития биотехнологии.

Целью дисциплины «Биотехнология» является получение базовых знаний о биоинженерии, о научных и прикладных аспектах использовании биотехнологии.

В процессе изучения дисциплины специалисты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают основы клеточной и генетической инженерии; вопросы конструирования рекомбинантных ДНК и клонирования генов; биотехнологии трансплантации эмбрионов, получения аминокислот, интерферона, моноклональных антител, проблемы, связанные с созданием и использованием трансгенных растений и животных, изучают прикладные аспекты использования достижений в биотехнологии.

#### **1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.О Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами специалитета: клеточной биологией, микробиологией и вирусологией, биохимией, молекулярной биологией и молекулярной генетикой, генетической инженерией. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, биохимии, умение к биометрической обработке материала, владение компьютерными статистическими программами. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее изучение следующих дисциплин: клеточной биологии, микробиологии и вирусологии, биохимии, молекулярной биологии и молекулярной генетики.

#### **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: -способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: основы биоинженерии и биотехнологии.
- Уметь: демонстрировать базовые представления по биотехнологии, геномике и протеомике, применять их на практике, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований, владеть методами биотехнологии, навыками к научно-исследовательской работе.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	--------------------------------------



-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3).	Знает: основы и принципы, современные направления развития биотехнологии. Умеет: применять методы биотехнологии в профессиональной деятельности, умеет анализировать результаты исследований, определять актуальные задачи и направления, владеет навыками использования методов биотехнологии в профессиональной деятельности.
---	--

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		<i>Указывается номер семестра</i>
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>час</b>	<b>144</b>	<b>5</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	Экзамен	

## 3. Система оценивания

**3.1.** При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100.

Шкала перевода:

-от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;

-от 76 до 90 баллов – «хорошо»;

- от 91 до 100 баллов – «отлично».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение зачета по сумме набранных баллов.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

		Объем дисциплины (модуля), час.	
	Всего	Виды аудиторной работы	

№ п/п	Наименование тем и/или разделов		(академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Предмет биотехнологии	7	2			
2.	Биотехнология в решении глобальных проблем человечества: продовольствен ной, охраны окружающей среды, охраны здоровья человека	9		4		
3.	Основы генетической инженерии	7	2			
4.	Генетическая инженерия как основа биотехнологии	9		4		
5.	Клеточная инженерия как основа биотехнологии	7	2			
6.	Основные понятия и методы клеточной инженерии	9		4		
7.	Биотехнология в промышленной микробиологии	7	2			
8.	Использование микробных продуктов в биотехнологии	9		4		
9.	Биотехнология растений	7	2			
10.	Клеточная и генетическая инженерия растений	9		4		
11.	Биотехнология животных	7	2			

12.	Методы биотехнологии животных	9		4		
13.	Биотехнология и медицина	7	2			
14.	Использование достижений биотехнологии в медицине: трудности и достижения	9		4		
15.	Биотехнология в производстве энергии и охране окружающей среды	7	2			
16.	Биотехнология и охрана окружающей среды и производстве энергии	9		4		
17.	Итоговое занятие	8		2		
18.	Консультация по дисциплине	2				2
19.	Экзамен по дисциплине	6				
20.	Итого	144	16	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Введение. Предмет биотехнологии.

Предмет биотехнологии. Этапы развития. Связь биотехнологии с другими науками. Значение биотехнологии для решения глобальных проблем человечества.

##### 2. Биотехнология в решении глобальных проблем человечества: продовольственной, охраны окружающей среды, охраны здоровья человека.

Дискуссия на тему: «Пути решения продовольственной проблемы на основе использования биотехнологии: риски и выгода.»

Рассмотрение и обсуждение путей решения проблемы охраны окружающей среды от загрязнения. Темы для обсуждения:

1. Биотехнология и очистка сточных вод.
2. Биотехнология и утилизация мусора.
3. Использование биотехнологии в современном здравоохранении.

##### 3. Основы генетической инженерии.

Предмет. Достижения, которые обусловили успешное развитие генетической инженерии. Современная стратегия. Основные особенности структуры и регуляции экспрессии генов про- и

эукариот. Ферменты генетической инженерии. Методы получения генов *in vitro*. Векторы и конструирование рекомбинантных ДНК. Экспрессия клонированных генов. Прикладные аспекты генетической инженерии. Геномные проекты.

#### 4. Генетическая инженерия как основа биотехнологии.

Семинар «Основы генетической инженерии»

Обсуждаемые темы:

1. Гены прокариот.
2. Гены эукариот.
3. Методы получения генов *in vitro*.
4. Общие свойства векторов.
5. Методы введения рекомбинантных ДНК в клетки.

Выполнение глоссария:

Дать развернутое толкование терминов:

1. Рекомбинантная ДНК
2. Рестриктазы
3. ДНК-лигазы
4. Прокариоты
5. Эукариоты
6. Промотор
7. Терминатор
8. Оперон
9. Эукариоты
9. Экзон
10. Интрон
11. Вектор
12. Клеточная компетентность
13. Трансляция
14. Транскрипция
15. Экспрессия гена
16. Трансфекция
17. Энхансер

#### 5. Клеточная инженерия как основа биотехнологии.

Культура клеток. Гибридизация клеток в культуре. Значение гибридизации клеток для решения актуальных проблем биологии. Трансплантация ядер. Микроклетки и изолированные хромосомы

#### 6. Основные понятия и методы клеточной инженерии.

Семинар «Основы клеточной инженерии»

Обсуждаемые темы:

1. Соматическая гибридизация.
2. Трансплантация ядер.
3. Микроклетки и изолированные хромосомы.

Проведение контрольной работы.

Вариант № 1

1. Перечислите основные принципы культивирования клеток.

2. Охарактеризуйте основные особенности метода соматической гибридизации.
3. Значение метода реконструкции клеток для решения актуальных проблем биологии.

Вариант № 2

1. Перечислите различия между первичной и вторичной культурами клеток.
2. Охарактеризуйте основные особенности метода трансплантации ядер.
3. Значение метода соматической гибридизации для решения актуальных проблем биологии.

## 7. Биотехнология в промышленной микробиологии.

Микроорганизмы – продуценты полезных веществ. Первичные и вторичные метаболиты. Производство ферментов, капсульных полисахаридов. Белки одноклеточных организмов

## 8. Использование микробных продуктов в биотехнологии.

Проведение семинара. Вопросы для семинара.

1. Производство первичных метаболитов микроорганизмов.
2. Получение вторичных метаболитов микроорганизмов.
3. Капсульные полисахариды.
4. Получение ферментов с помощью микроорганизмов.
5. Биоконверсия микробных продуктов.
6. Микробная переработка отходов и побочных продуктов сельскохозяйственного производства.

Заслушивание и обсуждение рефератов.

Темы рефератов

1. Микроорганизмы – продуценты полезных веществ.
2. Перспективы использования белков одноклеточных организмов (БОО).
3. Законодательная база РФ, регламентирующая использование БОО.
4. Риски в использовании трансгенных микроорганизмов.
5. Проблемы биобезопасности микробных продуктов

## 9. Биотехнология растений.

Клеточная инженерия растений. Получение и использование протопластов. Конструирование рекомбинантов растений. Культура растительных клеток и производство полезных соединений. Генетическая инженерия растений. Плазмиды агробактерий как векторы для трансформации. Другие методы трансформации. Успехи в получении трансгенных растений. Проблемы биобезопасности ГМО и Vt-растений. Изучение возможностей повышения эффективности биологической фиксации атмосферного азота.

## 10. Клеточная и генетическая инженерия растений.

Семинар на тему «Методы клеточной инженерии».

1. Технология получения протопластов.
2. Технология получения безвирусных растений.

Решение задач, составление схем.

Примерные варианты задач:

Обстрел гороха микрочастицами золота позволил внести в геном растения ген Асс – ген устойчивости к пестициду фосфинотрицину. Опишите последовательные этапы выявления прошедшего трансгенеза.

## 11. Биотехнология животных.

Трансплантация эмбрионов. Стимуляция суперовуляции. Извлечение эмбрионов. Криоконсервация эмбрионов. Клеточная инженерия животных: искусственное получение монозиготных близнецов, соматическая гибридизация животных клеток. Клонирование животных. Получение трансгенных животных

## 12. Методы биотехнологии животных.

Семинар. Вопросы для обсуждения:

1. Значение трансплантации эмбрионов для развития биологии и сельского хозяйства.
2. Криоконсервация, проблемы и перспективы.
3. Клеточная инженерия животных: искусственное получение монозиготных близнецов.
4. Проблемы соматической гибридизации животных клеток.
5. Клонирование животных.
6. Получение трансгенных животных.

Написание эссе на тему «Трансгенные организмы (животные и растения) – источники биологических и экологических рисков?»

## 13. Биотехнология и медицина.

Биосинтез инсулина человека в клетках *E.coli*. Биосинтез гормона роста. Биосинтез интерферонов. Гибридомы. Моноклональные антитела. Получение вакцин. Использование стволовых клеток. Генная терапия.

## 14. Использование достижений биотехнологии в медицине: трудности и достижения.

Проведение конференции. Заслушивание и обсуждение докладов (с компьютерными презентациями). Темы докладов:

1. Получение и использование гибридом.
2. Получение генно-инженерных вакцин.
3. Получение и использование моноклональных антител в ранней диагностике рака.
4. Риски и преимущества использования стволовых клеток в лечении сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний мочеполовой системы.
5. Генная терапия (включая технологию CRISPER/CAS9): преимущества и риски

## 15. Биотехнология в производстве энергии и охране окружающей среды.

Источники биомассы для выработки топлива. Интенсификация фотосинтеза методами биотехнологии. Древесина как сырье для производства биотоплива. Получение этанола. Получение биогаза. Биофотолиз и получение водорода.

Очистка сточных вод и переработка отходов. Аэробная переработка отходов и анаэробное разложение. Биологическая переработка промышленных отходов. Биodeградация ксенобиотиков в окружающей среде. Биodeградация нефтяных загрязнений, пестицидов. Методы генетической инженерии в контроле загрязнений.

## 16. Биотехнология и охрана окружающей среды и производстве энергии.

Заслушивание рефератов. Темы для рефератов:

1. Ксенобиотики, основные источники их поступления в природные среды.
2. Особенности миграции органических загрязнений.
3. Особенности миграции тяжелых металлов и радионуклидов.

4. Методы очистки и обезвреживания загрязненных сред с использованием водорослей и растений.

5. Особенности трансформации нефти и нефтепродуктов в водных и почвенных средах.

6. Защита от биоповреждений.

7. Биометаногенез.

8. Биотехнологические способы производства биотоплива.

9. Получение водорода, перспективы и проблемы.

10. Перспективы глубокой переработки зерна для получения этанола.

17. Итоговое занятие.

Проведение итогового теста для проверки качества усвоения полученных знаний.

Примерные вопросы (образец):

1. Раздел экспериментальной молекулярной биологии, связанный с целенаправленным созданием *in vitro* новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке-хозяине и синтезировать конечные продукты обмена называется

2. Гены прокариот включают:

а) \_\_\_\_\_ б) \_\_\_\_\_ в) \_\_\_\_\_

3. Трансплантация эмбрионов включает несколько этапов:

1) \_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

18. Консультация по дисциплине.

Консультация по дисциплине перед экзаменом

19. Экзамен по дисциплине.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Введение. Предмет биотехнологии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к дискуссии
2.	Биотехнология в решении глобальных проблем человечества: продовольственной, охраны окружающей среды, охраны здоровья человека	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
3.	Основы генетической инженерии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка к семинару и выполнению глоссария.
4.	Генетическая инженерия как основа биотехнологии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы.

5.	Клеточная инженерия как основа биотехнологии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, подготовка к семинару.
6.	Основные понятия и методы клеточной инженерии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
7.	Биотехнология в промышленной микробиологии	Чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка реферата.
8.	Использование микробных продуктов в биотехнологии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы.
9.	Биотехнология растений	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к семинару
10.	Клеточная и генетическая инженерия растений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы.
11.	Биотехнология животных	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к семинару
12.	Методы биотехнологии животных	Проработка лекций
13.	Биотехнология и медицина	Чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
14.	Использование достижений биотехнологии в медицине: трудности и достижения	Проработка лекций, подготовка докладов на конференцию.
15.	Биотехнология в производстве энергии и охране окружающей среды	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка рефератов.
16.	Биотехнология и охрана окружающей среды и производстве энергии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
17.	Итоговое занятие	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
18.	Консультация по дисциплине	Формулировка неясных вопросов для консультации
19.	Экзамен по дисциплине	Знание ответов на контрольные вопросы к экзамену

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине.

Контрольные вопросы к экзамену.

1. Предмет и задачи биотехнологии. Объекты биотехнологии.
2. Связь биотехнологии с развитием других научных направлений. Значение биотехнологии для решения народнохозяйственных проблем.
3. Строение генов прокариот и регуляция их экспрессии.
4. Строение генов эукариот. Энхансеры и их роль в экспрессии генов.
5. Способы получения генов.
6. Генетическая рекомбинация.
7. Плазмиды, история их обнаружения и установления генетической роли.
8. Основные этапы развития современной генетической инженерии.
9. Векторы. Общие свойства векторов.



10. Введение гена в вектор и вектора в клетки организма-реципиента.
11. Идентификация клеток-реципиентов, получивших новый ген.
12. Значение в генетической инженерии эндонуклеаз.
13. Группы ферментов рестрикции, особенности их генетического действия.
14. Рестрикционные карты и банки генов.
15. Генетическая инженерия и конструирование новых организмов-продуцентов.
16. Перспективы генетической инженерии бактерий.
17. Проблемы генетической инженерии.
18. Задачи генетической инженерии растений.
19. Корончатые галлы и их значение в генетической инженерии растений.
20. Опины и их роль в злокачественных образованиях растений.
21. Векторы в генетической инженерии растений.
22. Т-ДНК, ее строение и значение в генетической инженерии растений.
23. Традиционные генетические методы усовершенствования растений.
24. Культуры клеток и тканей в создании новых сортов растений.
25. Культуры клеток и протопластов растений и их использование для получения полезных соединений.
26. Диазотрофные микроорганизмы и тест на восстановление ацетилена.
27. Биохимические аспекты diazotrophy.
28. Основные физиологические аспекты diazotrophy.
29. Гены азотфиксации и продукты их деятельности.
30. Пути расширения границ и повышения эффективности биологической фиксации атмосферного азота.
31. Гибридизация соматических клеток – основа клеточной инженерии.
32. Методы слияния соматических клеток.
33. Гибридомы, способы получения и особенности.
34. Получение и применение моноклональных антител.
35. Производство первичных метаболитов микроорганизмов.
36. Получение вторичных метаболитов микроорганизмов.
37. Капсульные полисахариды.
38. Получение ферментов с помощью микроорганизмов.
39. Биоконверсия.
40. Белки одноклеточных организмов, проблемы и перспективы получения.
41. Микробная переработка отходов и побочных продуктов сельскохозяйственного производства.
42. Производство биогаза.
43. Биометаногенез.
44. Биотехнология и энергия.
45. Получение водорода, перспективы и проблемы.
46. Биотехнология в животноводстве.
47. Материалы и биотехнология.
48. Микробное выщелачивание.
49. Использование в биотехнологии иммобилизованных ферментов и клеток.
50. Этические и социальные проблемы биотехнологии
51. Биотехнология в рыбоводстве.
52. Криоконсервация биологических объектов (проблемы и перспективы)

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

### Карта критериев оценивания компетенций

Таблица 4

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3).	Знает: основы и принципы, современные направления развития биотехнологии. Умеет: применять методы биотехнологии в профессиональной деятельности, умеет анализировать результаты исследований, определять актуальные задачи и направления, владеет навыками использования методов биотехнологии в профессиональной деятельности.	Рефераты, тесты, контрольные работы, глоссарий	Удовлетворительно (61-75 баллов): Знает: основы биотехнологии. Умеет: применять методы биотехнологии в профессиональной деятельности, владеет навыками использования методов биотехнологии в профессиональной деятельности. Хорошо (76-90 баллов): Знает: основы и принципы биотехнологии. Умеет: применять методы биотехнологии в профессиональной деятельности, умеет анализировать результаты исследований, владеет навыками использования методов биотехнологии в профессиональной деятельности. Отлично (91-100): Знает: основы и принципы, современные направления развития биотехнологии. Умеет: применять методы биотехнологии в профессиональной деятельности, умеет анализировать результаты исследований, определять актуальные задачи и направления, владеет навыками использования методов биотехнологии в профессиональной деятельности.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1.Акимова С.А. Биотехнология: учебное пособие. Издательство: Волгоградский государственный аграрный университет. 2018. 144 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=335799> (дата обращения 14.05.2020).

2. Пак, И. В. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс] : [учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика"] / И. В. Пак, О. В. Трофимов, О. А. Величко ; М-во образования и науки РФ, Тюм. гос. ун-т, Ин-т биологии. - Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2018. - 160 с. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации - Режим доступа : [https://library.utmn.ru/dl/PPS/Pak\\_Trofimov\\_Velichko\\_711\\_UP\\_2018.pdf/view](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Pak_Trofimov_Velichko_711_UP_2018.pdf/view) (дата обращения 14.05.2020).

3. Якупов, Т.Р. Молекулярная биотехнология/ Якупов Т.Р., Фаизов Т.Х./Издательство: Лань. 2020. 160 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/145846> (дата обращения 14.05.2020).

## 7.2 Дополнительная литература:

1. Исмаилов Н.М. Биотехнология нефтедобычи: принципы и применение: монография. Издательство: ИНФРА-М. 2020. 169 с. <https://znanium.com/catalog/document?id=345979> (дата обращения 21.05.2020).

2. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологий. Часть I: учебное пособие/ Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К. /Издательство: Прометей. 2013. 262 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=214418> (дата обращения 14.05.2020).

3. Лебедько Е. Я., Биотехнология в животноводстве: учебник/Лебеденко Е.Я., Катмаков П. С., Бушов А. В., Гавриленко В. П./ Издательство:Лань. 2020. 160 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140754> (дата обращения 24.05.2020).

4. Ксенофонтов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учеб. пособие / Б.С. Ксенофонтов. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. — 221 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0615-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1030237> (дата обращения: 14.05.2020)

5. Цымбаленко, Н. В. Биотехнология. Часть 1. Технология рекомбинантной ДНК : учебное пособие (для студентов биологических специальностей педагогических университетов) / Н. В. Цымбаленко. — Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2011. — 128 с. — ISBN 978-5-8064-1697-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20549.html> (дата обращения: 14.05.2020)\_

## 7.3 Интернет-ресурсы:

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

- Лицензионное ПО:


платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

## 9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БИОФИЗИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Белкин А.В. Биофизика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Биофизика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

## 1. Пояснительная записка

Биофизика – наука, изучающая физические и физико-химические процессы на разных уровнях живой материи (молекулярном, клеточном, органном и целого организма), а также закономерности и механизмы воздействия физических факторов внешней среды на живую материю. Биофизика находится на стыке таких дисциплин, как физиология, физика, физическая химия, и открывает новые возможности в понимании биологических процессов.

Целью данной дисциплины является формирование у студентов представлений о физических закономерностях, лежащих в основе жизнедеятельности организма (термодинамические основы жизни, вопросы гемодинамики, строение и основные функции биологических мембран, мембранный транспорт и биоэлектrogenез). Задачи дисциплины включают необходимость интеграции определённых направлений физики, математики, информатики, химии и биологии для осуществления комплексного подхода в изучении ряда явлений на уровне живого организма и их систем.

Дисциплина включает в себя следующие основные разделы: линейная и нелинейная термодинамика; гидро- и гемодинамика; строение и функции биологических мембран; активный и пассивный транспорт веществ; процессы генерации электрических потенциалов живыми организмами.

### 1.1 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1. ЧФУ: Дисциплины (модули), Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Содержание данной дисциплины необходимо для освоения и более глубокого понимания дисциплин: физиологии растений, физиологии человека и животных, генетики, биохимии, биотехнологии, микробиологии, молекулярной биологии, нейробиологии.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны знать: основы электрических и магнитных явлений, основы оптики (из курса физики), основы строения и свойств молекул и веществ (из курса химии); свойства и функционирование возбудимых тканей (из курса физиологии); должны уметь решать простейшие дифференциальные уравнения, находить производные и первообразные функции (из курса математики); уметь объяснять наблюдаемые биологические явления с точки зрения физики.

### 1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО 3++)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-1 – Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Знает: разнообразие современных количественных методов исследования и диагностики; разнообразие электронной аппаратуры. Знает: устройство биофизической аппаратуры.

	Умеет: описывать методы работы и приборы с учетом технических описаний приборов в заводских инструкциях.
--	--

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		6
<b>Общий объем</b>	4	4
зач. ед. час	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50
Лекции	16	16
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

## 3. Система оценивания

**3.1** Система оценивания 100-балльная. Студенты, набравшие за период изучения дисциплины 61 балл и более, автоматически получают зачёт. Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине в форме устного собеседования.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.		
		Всего	Виды аудиторной работы	рабо та Ины е

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Часов в 6 семестре	144	16	0	34	94	0
2	Биофизика						
3	Предмет и задачи биофизики	8	2	0	0	6	0
4	Лабораторная работа (вводная). Приготовление растворов и ряда других сред, используемых в биофизическом практикуме	10	0	0	4	6	0
5	Основы линейной термодинамики	8	2	0	0	6	0
6	Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра	10	0	0	4	6	0
7	Основы нелинейной термодинамики	8	2	0	0	6	0
8	Определение концентрации глюкозы (оптически активных веществ) в растворе поляриметром	10	0	0	4	6	0
9	Основные положения гидродинамики	8	2	0	0	6	0
10	Концентрационная колориметрия	10	0	0	4	6	0
11	Основные положения гемодинамики	8	2	0	0	6	0
12	Коллоквиум	10	0	0	4	6	0
13	Строение и функции биологических мембран	8	2	0	0	6	0
14	Изучение электрической активности сердца при помощи электрокардиографа	10	0	0	4	6	0
15	Мембранный транспорт	8	2	0	0	6	0
16	Изучение статистических методов обработки опытных данных	10	0	0	4	6	0
17	Биоэлектрогенез	8	2	0	0	6	0



18	Коллоквиум	10	0	0	6	4	0
19	Зачет	0	0	0	0	0	0
	Итого (часов)	144	16	0	34	94	0

## 4.2 Содержание дисциплины по темам

**Тема № 1. Предмет и задачи биофизики.** Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. Современные достижения биофизики и их значение для биологии и медицины.

**Лабораторная работа № 1 (вводная). Приготовление растворов и ряда других сред, используемых в биофизическом практикуме.** Способы выражения концентрации; формулы перехода от одних выражений концентрации растворов; формулы, используемые при приготовлении растворов; кислотность среды и буферные растворы; требования, предъявляемые к буферным растворам и проблемы трис-буфера.

В биофизическом практикуме часто приходится иметь дело с жидкими растворами (например, соль в воде, спирт в воде) и поэтому, прежде всего, следует ознакомиться со способами выражения концентрации растворов. Растворителем в растворе называют тот компонент, который сохраняет свое фазовое состояние при образовании раствора. В том случае, если компоненты раствора до перемешивания находятся в одинаковой фазе, растворителем называют тот компонент, который содержится в наибольшем количестве; остальные компоненты называются растворенными веществами.

**Тема № 2. Основы линейной термодинамики.** Первое, второе и третье начала термодинамики. Термодинамические параметры. Определение понятия «температура». Определение понятий «Полная и свободная энергии». Рамки линейной термодинамики. Термодинамические системы. Организм как открытая термодинамическая система. «Жизнь с точки зрения физики» (по Э. Шрёдингеру). Энтропия и вероятность. Скорость продукции энтропии. Термодинамические потенциалы. Уравнения Гиббса и Гельмгольца. Соотношения взаимности Онзагера. Сопряжённые процессы.

**Лабораторная работа № 2. Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра.** Подготовка рефрактометра к работе; изучение принципа работы рефрактометра; исследование зависимости между показателем преломления раствора и концентрацией; определение концентрации неизвестного раствора.

Метод основан на сложной зависимости между показателем преломления раствора и концентрацией растворённых веществ. Значение показателя преломления раствора, определяемого при помощи рефрактометра, зависит от концентрации растворенного вещества и температуры. При неизменной температуре показатель преломления линейно связан с концентрацией. Для сахарных растворов эта зависимость хорошо изучена и, как правило, отображается на шкале прибора, по которой непосредственно определяется концентрация сахара в растворе. Для определения концентрации какого-либо другого вещества (не сахара) пользуются эмпирической зависимостью между концентрацией этого вещества в растворе и его показателем преломления при фиксированном значении температуры.

**Тема № 3. Основы нелинейной термодинамики.** Критерии перехода термодинамических систем за рамки линейности. Нелинейная термодинамика. Типы поведения термодинамических систем в рамках нелинейности. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах.

**Лабораторная работа № 3. Определение концентрации глюкозы (оптически активных веществ) в растворе поляриметром.** Подготовка поляриметра к работе; изучение принципа работы поляриметра; определение удельного вращения растворов сахара (глюкозы); определение концентрации сахара (глюкозы) в растворе; расчёт погрешности измерений.

Метод, применяемый при качественном и количественном анализе различных веществ с помощью поляриметра, называется поляризацией. Он широко используется в медицине и биологии (например, для определения оптической активности сывороточных белков с целью диагностики рака), в клинической практике (например, для количественного определения содержания сахара в моче). Поляриметр, применяемый для этой цели, называется сахариметром.

**Тема № 4. Основные положения гидродинамики.** Особенности молекулярного строения жидкости. Поверхностное натяжение, смачивание и несмачивание. Капиллярность. Течение «сухой» воды по трубам. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости. Течение жидкости в ячейке Куэтта. Уравнение Ньютона. Жидкости ньютоновские и неньютоновские. Уравнение Стокса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление, в зависимости от характера соединения труб. Аналогия с законом Ома для участка цепи. Течение турбулентное и ламинарное. Число Рейнольдса.

**Лабораторная работа № 4. Концентрационная колориметрия.** Изучение метода фотометрического определения концентрации окрашенных растворов; исследование зависимости оптической плотности раствора от длины волны, концентрации раствора, от толщины поглощающего слоя (толщины кюветы); определение раствора неизвестной концентрации.

При пропускании света через слой вещества его интенсивность уменьшается. Уменьшение интенсивности является следствием взаимодействия световой волны с электронами вещества, в результате которого часть световой энергии передается электронам. Это явление получило название поглощения света. Теоретическим обоснованием этого явления стал закон Бугера-Ламберта-Бера.

**Тема № 5. Основные положения гемодинамики.** Особенности строения стенок сосудов. Закон Лапласа. Уравнение Ламе. Функциональные группы сосудов. Эластические свойства сосудов. Эффект компрессионной камеры. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам. Уравнение пульсовой волны. Особенности использования законов гидродинамики для описания движения крови по сосудам. Кровь как неньютоновская жидкость. Состав крови. Гидравлическое сопротивление в различных отделах сердечно-сосудистой системы. Объёмная и линейная скорость кровотока в зависимости от поперечного сечения сосудов. Работа и мощность сердца. Эквивалентная модель сердечно-сосудистой системы. Гемореология.

#### **Коллоквиум.**

#### **Вопросы по термодинамике:**

1. Основные понятия классической термодинамики. Первый закон термодинамики.
2. Доказательства применимости первого закона в биологии.
3. Закон Гесса и его использование в биологии.
4. Формулировки и математическое выражение второго закона термодинамики.
5. Вероятностно-статистический смысл энтропии. Уравнение Больцмана.
6. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца, их использование в биологии.
7. Термодинамика открытых систем. Поведение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
8. Термодинамическое сопряжение реакций в биологических системах.
9. Диссипативная функция и диссипативные системы. Понятие обобщенных сил и потоков.
10. Линейные феноменологические уравнения и соотношения взаимности Онзагера.
11. Теорема Пригожина о минимуме внутреннего производства энтропии при стационарном состоянии открытых систем.
12. Критерий устойчивости стационарного состояния. Связь внутреннего производства энтропии с теплопродукцией.

**Тема № 6. Строение и функции биологических мембран.** Мембранология как наука. Различные представления о структуре биологических мембран. Современная жидкостно-кристаллическая мозаичная модель строения биологических мембран. Химический состав мембран. Вода как структурный компонент биомембран. Текучесть липидного бислоя. Микровязкость мембраны. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Факторы, влияющие на микровязкость

мембраны. Фазовые переходы в мембранах. Значимость жидкостно-кристаллического состояния мембран для их функционирования. Модельные мембранные системы. Липосомы.

**Лабораторная работа № 5. Изучение электрической активности сердца при помощи электрокардиографа.** Подготовка электрокардиографа к работе; запись электрокардиограммы; исследование электрической активности сердца; построение электрической оси сердца.

Одним из методов исследования, применяемых в медицине, является электрокардиография – регистрация электрических процессов в сердечной мышце, возникающих при ее возбуждении. Этот метод нашел широкое применение вследствие доступности и безвредности. В основе электрокардиографии лежит теория Эйнтховена, в которой сердце рассматривается как токовый диполь. Изменение модуля и направления электрического дипольного момента сердца во времени можно отразить графически с помощью электрокардиограммы. По теории Эйнтховена, существует связь между вектором электрического дипольного момента сердца и разностями потенциалов, измеряемыми между определенными точками на поверхности тела человека.

**Тема № 7. Мембранный транспорт.** Энергозависимость как критерий возможности переноса веществ через биологические мембраны. Пассивный транспорт. Химический и электрохимический потенциалы. Уравнение Теорелла. Обычная диффузия. Уравнение Фика. Особенности пассивного транспорта ионов. Уравнение Нернста-Планка. Облегченная диффузия. Кинетическая схема транспорта незаряженных молекул с участием переносчиков. Уравнение облегченной диффузии. Активный транспорт ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ . Вторично-активный транспорт. Исследования разности потенциалов. Каналы в биологических мембранах. Переносчики веществ. Дискретный одnorядный транспорт ионов. Энергетический барьер. Явление блокировки и насыщения каналов. Строение основных ионофоров.

**Лабораторная работа № 6. Изучение статистических методов обработки опытных данных.** Изучение статистических методов обработки опытных данных, подчиняющихся нормальному закону распределения.

Результаты, полученные при измерении той или иной величины, нельзя принять из-за ряда случайностей за достоверные (действительные значения измеряемых величин). Тогда приходится говорить о вероятности того или иного значения этих величин и определить их. Вероятность события – это количественная оценка объективной возможности появления данного события. Вероятность достоверных событий равна 1. Например, после ночи наступит утро. Вероятность невозможных событий равна 0. Случайные события имеют вероятность (p) больше 0, но меньше 1.

**Тема № 8. Биоэлектrogenез.** Уравнения Нернста, Гольдмана-Ходжкина-Катца. Потенциал действия, роль ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в его генерации. Воротные токи. Особенности распространения нервного импульса по нервному волокну. Кабельные свойства нервных волокон. Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Основные понятия теории возбудимых сред.

**Коллоквиум.**

**Вопросы по гемодинамике:**

1. Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Кровь как неньютоновская жидкость.
2. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.
3. Ламинарное и турбулентное течение жидкости, число Рейнольдса.
4. Использование законов гидродинамики для описания движения крови по кровеносным сосудам с учетом ограничений. Уравнение Бернулли.
5. Строение стенок сосудов и их механические свойства. Закон Лапласа, уравнение Ламе. Функциональные группы сосудов.
6. Факторы, обеспечивающие движение крови по кровеносным сосудам. Влияние эластических свойств на гемодинамику. Роль эффекта компрессионной камеры.
7. Работа и мощность сердца.
8. Пульсовые колебания скорости кровотока. Пульсовые колебания давления (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление крови). Пульсовая

волна. Уравнение для гармонической пульсовой волны. Формула скорости пульсовой волны.

9. Гидравлическое сопротивление в различных отделах кровеносной системы. Объемная и линейная скорость кровотока в зависимости от поперечного сечения сосудов.
10. Эквивалентная электрическая модель сердечно-сосудистой системы. Дипольный генератор электрического поля. Уравнение для потенциала электрического поля дипольного генератора на поверхности объемного проводника. Схема электрического поля сердца.

#### **Вопросы по мембранологии:**

1. Мембранология, как наука. Определение понятия биологические мембраны. Функции мембран. Современная жидкокристаллическая мозаичная модель мембраны.
2. Химический состав мембран. Липидные и белковые компоненты. Структура молекулы фосфолипида. Типы мембранных белков и их функции. Вода как структурный компонент биологической мембраны.
3. Текучесть липидного бислоя мембраны. Микровязкость мембран. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Фазовые переходы в мембранах. Значимость жидкокристаллического состояния мембран для их функционирования.
4. Модельные мембранные системы. Использование липосом для транспорта лекарственных веществ.
5. Понятие мембранного транспорта и его биологическое значение. Виды мембранного транспорта и их особенности. Химический и электрохимический потенциал веществ. Уравнение для расчета химического и электрохимического потенциалов.
6. Пассивный транспорт не электролитов – обычная диффузия. Уравнение Фика.
7. Облегченная диффузия. Кинетическая схема транспорта незаряженных молекул с участием переносчика. Уравнение облегченной диффузии.
8. Возможные механизмы прохождения ионов через мембраны клеток. Основные подходы для описания транспорта ионов. Структура ионных каналов.
9. Пассивный транспорт ионов. Уравнение Теорелла, Нернста-Планка.
10. Активный транспорт ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Структура и работа  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ -зависимой АТФазы.
11. Значимость ионных градиентов, создаваемых системами активного транспорта, для жизнедеятельности клеток. Физические принципы вторично-активного транспорта. Транспорт аминокислот, сахаров.  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -обмен.
12. Мембранный потенциал. Методы измерения мембранного потенциала. Микроэлектродная техника.
13. Возникновение потенциала покоя. Гипотеза Бернштейна. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
14. Потенциал действия. Изменение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  при генерировании потенциала действия.

#### **Вопросы к зачету:**

1. Биофизика как наука. Современные достижения биофизики и их значение для биологии и медицины.
2. Первое, второе и третье начала термодинамики. Определение понятия «температура».
3. Термодинамика биологических систем. «Жизнь с точки зрения физики» (по Э. Шрёдингеру). Теорема Пригожина. Функция диссипации.
4. Энтропия, энтропия и вероятность, скорость продукции энтропии. Соотношения Онзагера.
5. Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Кровь как неньютоновская жидкость.
6. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.
7. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса.
8. Использование законов гидродинамики для описания движения крови по кровеносным сосудам с учётом ограничений. Уравнение Бернулли.

9. Строение стенок сосудов и их механические свойства. Закон Лапласа, уравнение Ламе. Функциональные группы сосудов.
10. Факторы, обеспечивающие движение крови по кровеносным сосудам. Влияние эластических свойств на гемодинамику. Роль эффекта компрессионной камеры.
11. Работа и мощность сердца.
12. Пульсовые колебания скорости кровотока. Пульсовые колебания давления (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление крови). Пульсовая волна. Уравнение для гармонической пульсовой волны. Формула скорости пульсовой волны.
13. Гидравлическое сопротивление в различных отделах кровеносной системы. Объёмная и линейная скорость кровотока в зависимости от поперечного сечения сосудов.
14. Эквивалентная электрическая модель сердечно-сосудистой системы. Дипольный генератор электрического поля. Уравнение для потенциала электрического поля дипольного генератора на поверхности объёмного проводника. Схема электрического поля сердца.
15. Мембранология как наука. Определение понятия биологические мембраны. Функции мембран. Современная жидкостно-кристаллическая мозаичная модель мембраны.
16. Химический состав мембран. Липидные и белковые компоненты. Структура молекулы фосфолипида. Типы мембранных белков и их функции. Вода как структурный компонент биологической мембраны.
17. Текучесть липидного бислоя мембраны. Микровязкость мембран. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Фазовые переходы в мембранах. Значимость жидкостно-кристаллического состояния мембран для их функционирования.
18. Модельные мембранные системы. Использование липосом для транспорта лекарственных веществ.
19. Электронная микроскопия в исследовании биологических мембран. Устройство электронного микроскопа. Метод замораживания-скальвания, замораживания-травления.
20. Метод дифференциальной сканирующей калориметрии и применение его для изучения фазовых переходов в биологических мембранах.
21. Понятие мембранного транспорта и его биологическое значение. Виды мембранного транспорта и их особенности. Химический и электрохимический потенциал веществ. Уравнение для расчёта химического и электрохимического потенциалов.
22. Пассивный транспорт неэлектролитов – обычная диффузия. Уравнение Фика.
23. Облегчённая диффузия. Кинетическая схема транспорта незаряженных молекул с участием переносчика. Уравнение облегчённой диффузии.
24. Возможные механизмы прохождения ионов через мембраны клеток. Основные подходы для описания транспорта ионов. Структура ионных каналов.
25. Пассивный транспорт ионов. Уравнение Теорелла, Нернста-Планка.
26. Активный транспорт ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Структура и работа  $\text{Na}^+$ - и  $\text{K}^+$ -зависимой АТФазы.
27. Значимость ионных градиентов, создаваемых системами активного транспорта, для жизнедеятельности клеток. Физические принципы вторично-активного транспорта. Транспорт аминокислот, сахаров.  $\text{Na}^+$ -  $\text{Ca}^{2+}$ -обмен.
28. Мембранный потенциал. Методы измерения мембранного потенциала. Микроэлектродная техника.
29. Возникновение потенциала покоя. Гипотеза Бернштейна. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
30. Потенциал действия. Изменение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  при генерировании потенциала действия.
31. Потенциал-зависимые ионные каналы мембраны для  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$ . Структура, особенности функционирования. Изменения проницаемости мембраны для  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  в различные фазы потенциала действия.

32. Свойства потенциала действия и его биологическое значение. Распространение нервного импульса по нервному волокну.
33. Нормальная ЭКГ, записанная в стандартных отведениях. Основные зубцы ЭКГ и их происхождение.
34. Понятие об электрокардиографических отведениях. Стандартные, усиленные и грудные электрокардиографические отведения. Требования, предъявляемые к электродам, используемым для регистрации биопотенциалов.
35. Особенности распространения возбуждения в сердечной мышце. Суммарный вектор ЭДС сердца. Электрическая ось сердца. Определение положения электрической оси сердца по результатам анализа ЭКГ, снятой в стандартных отведениях.
36. Свет. Природа света. Волновые и корпускулярные свойства света. Уравнение электромагнитной волны.
37. Свет естественный и поляризованный. Закон Малюса. Закон Брюстера.
38. Поляриметр, его устройство и принцип работы. Использование поляриметра для определения концентраций оптически активных веществ. Законы преломления света. Рефрактометр, его устройство и назначение.
39. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоэлектроколориметр. Его устройство и принцип работы.
40. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада.
41. Тормозное рентгеновское излучение. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки. Использование рентгеновских лучей для изучения структуры веществ и в медицине.
42. Виды ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.
43. Дозиметрия. Дозы ионизирующих излучений.
44. Биофизический механизм повреждающего воздействия ионизирующих излучений на биологические объекты.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	6 семестр	
	Биофизика	
1	Предмет и задачи биофизики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Лабораторная работа (вводная). Приготовление растворов и ряда других сред, используемых в биофизическом практикуме	Проработка лекций
3	Основы линейной термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Определение концентрации растворов при помощи рефрактометра	Проработка лекций
5	Основы нелинейной термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы

6	Определение концентрации глюкозы (оптически активных веществ) в растворе поляриметром	Проработка лекций
7	Основные положения гидродинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Концентрационная колориметрия	Проработка лекций
9	Основные положения гемодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Коллоквиум	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Строение и функции биологических мембран	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Изучение электрической активности сердца при помощи электрокардиографа	Проработка лекций
13	Мембранный транспорт	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Изучение статистических методов обработки опытных данных	Проработка лекций
15	Биоэлектrogenез	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Коллоквиум	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

#### Типовые тестовые задания:

1. Электрокардиографией называется диагностический метод, основанный на:
  - a. регистрации биопотенциалов, снимаемых с сердца;
  - b. регистрации временной зависимости величины электрического момента сердца;
  - c. регистрации временной зависимости биопотенциалов, возникающих в сердце, снимаемых с окружающих тканей.
2. Согласно теории Эйнтховена, сердце представляет собой:
  - a. точечный заряд;
  - b. проводник;
  - c. диполь;
  - d. диэлектрик.
3. Регистрация временной зависимости биопотенциалов сердца в электрокардиографе осуществляется с помощью:
  - a. усилителя;
  - b. источника калибровочного напряжения;
  - c. электродов;
  - d. самописца.
4. Электроды, накладываемые на пациента при электрографии, предназначены для снятия:
  - a. электрического момента сердца;

- b. тока между двумя точками на поверхности тела;
  - c. разности потенциалов между двумя точками на поверхности тела.
5. Предельным углом преломления называется угол:
- a. между преломлённым лучом и перпендикуляром к границе раздела сред, восстановленным в точке падения угла;
  - b. между преломлённым и отражёнными лучами;
  - c. между преломлённым лучом и границей раздела сред;
  - d. преломления луча, соответствующий углу падения, равному  $90^\circ$ ;
  - e. падения луча, при котором угол преломления равен  $90^\circ$ .
6. Явление полного внутреннего отражения может произойти при:
- a. переходе света из оптически более плотной среды в менее плотную;
  - b. отражении света от матовой поверхности;
  - c. при переходе света из оптически менее плотной среды в более плотную;
  - d. при зеркальном отражении света.
7. Показатель преломления среды равен отношению:
- a. частоты света в вакууме к частоте света в данной среде;
  - b. скорости света в вакууме к скорости света в данной среде;
  - c. длины волны света в данной среде к длине волны света в вакууме;
  - d. скорости света в данной среде к скорости света в вакууме.
8. С помощью рефрактометра можно исследовать вещества, у которых:
- a. показатель преломления больше показателя преломления стекла измерительных призм;
  - b. показатель преломления равен показателю преломления стекла измерительных призм;
  - c. скорость распространения света меньше скорости света в стекле измерительных призм;
  - d. показатель преломления меньше показателя преломления стекла измерительных призм.
9. Фильтр в сахариметре предназначен для:
- a. получения поляризованного света;
  - b. вращения плоскости поляризации;
  - c. анализа поляризованного света;
  - d. разделения поля зрения на части;
  - e. получения монохроматического света.
10. Поляриметры предназначены для определения:
- a. концентрации оптически активных веществ в растворах;
  - b. длины волны поляризованного света;
  - c. показателя преломления оптически активных веществ;
  - d. положения плоскости поляризации поляризованного света.
11. Концентрационная колориметрия – метод определения:
- a. концентрации оптически активных веществ в растворах;
  - b. концентрации веществ в окрашенных растворах;
  - c. показателя преломления окрашенных растворов;
  - d. длины волны света.
12. Метод концентрационной колориметрии основан на явлении:
- a. рассеяния света;
  - b. дисперсии света;
  - c. преломления света;
  - d. поглощения света;
  - e. поляризации света.

**Типовые задачи:**

1. Определите, при каком угле падения луч, отражённый от границы, раздела двух сред



перпендикулярен преломлённому лучу.

2. Найдите показатель преломления среды, если луч, преломлённый на границе этой среды с воздухом перпендикулярен отражённому, а синус угла падения равен 0,8.

3. Рассчитайте концентрацию глюкозы в растворе, если при длине кюветы 20 см угол вращения плоскости поляризации составляет 5,28 град. Значение удельного вращения возьмите в методичке.

4. 100 мл раствора содержат 5 г глюкозы и 6 г сахарозы. Каков угол вращения плоскости поляризации в кювете длиной 10 см?

5. 200 мл раствора содержат 10 г глюкозы и 10 г фруктозы. Каков угол вращения плоскости поляризации в кювете длиной 20 см?

6. Коэффициенты пропускания для трёх различных растворов составляют 10%, 1% и 0,1%. Определить оптические плотности этих растворов.

7. Коэффициенты пропускания для трёх различных растворов составляют 10%, 1% и 0,1%. Как соотносятся концентрации окрашенного вещества в этих растворах?

8. Коэффициенты пропускания для двух растворов составляют 10% и 5%. Определить соотношение концентраций красителей в этих растворах, если длина второй кюветы вдвое больше, чем первой.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-1 – Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Знает: технику безопасности и правила работы с физической аппаратурой. Умеет: бережно относиться к аппаратуре и выполнять необходимые измерения.	Лабораторная работа, ответ на коллоквиуме, тест, контрольная работа.	Пороговый (удовлетворительно) 61-75 баллов.
		Знает: разнообразие современных количественных методов исследования и диагностики; разнообразие электронной аппаратуры. Умеет: изучать принцип работы различного рода аппаратуры.		Базовый (хорошо) 76-90 баллов.

		<p>Знает: устройство биофизической аппаратуры.</p> <p>Умеет: описывать методы работы и приборы с учетом технических описаний приборов в заводских инструкциях.</p>		<p>Повышенный (отлично) 91-100 баллов.</p>
--	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Биофизика : учебник для вузов / В. Г. Артюхов, Т. А. Ковалева, М. А. Наквасина [и др.] ; под редакцией В. Г. Артюхов. — Москва, Екатеринбург : Академический Проект, Деловая книга, 2016. — 295 с. — ISBN 978-5-8291-1081-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60018.html> (дата обращения: 08.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Лещенко, В. Г. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2017. — 552 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005338-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/766789> (дата обращения: 08.04.2020). — Режим доступа: по подписке.

2. Рубин, А. Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика : учебник / А. Б. Рубин. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 448 с. — ISBN 5-211-06110-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13075.html> (дата обращения: 08.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Ризниченко, Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии / Г. Ю. Ризниченко. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-4344-0734-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91957.html> (дата обращения: 08.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.3 Интернет-ресурсы:

1. <http://dmb.biophys.msu.ru>
2. <http://tusearch.blogspot.com>
3. <http://univertv.ru/>
4. [www.medline.ru](http://www.medline.ru)
5. [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Научная электронная библиотека – eLibrary.Ru (научные статьи).

Научная база данных – PubMed (медицинские и биологические публикации).

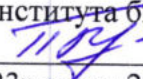
## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams;  
операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office.

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории, оснащённые мультимедийным оборудованием, необходимым для проведения лекционных занятий.
- Лаборатория, оснащённая необходимыми приборами и оборудованием для выполнения лабораторных работ по данной дисциплине (107 ауд. Института биологии).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БИОХИМИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Дубровский В.Н. Молекулярные основы жизни: Биохимия. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Молекулярные основы жизни: Биохимия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Дубровский В.Н., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка:

### Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование у студентов представления о том, что в основе жизнедеятельности клеток лежит совокупность согласованных межмолекулярных взаимодействий подчиняющихся основным законам классической физики и химии. Изучение молекулярной логики живой материи.

Задачи: изучить структуру и свойства основных классов биологических макромолекул и их составляющих, обсудить основы энергетического метаболизма живых клеток, роль ферментов в реализации клеточных функций, заложить понятия о саморегуляции метаболических процессов, осветить основы биосинтетических реакций, ввести понятие о целостности метаболизма.

и, структура и функции белков, ферменты их свойства и роль в клеточном метаболизме, углеводы и их роль в энергетическом и пластическом обмене клеток, роль липидов в энергетическом обмене и построении биологических мембран, основные этапы энергетического метаболизма, основные энергозависимые процессы в живых клетках, основы биосинтеза биологических макромолекул.

Дисциплина включает следующие основные разделы: общие биохимические аспекты функционирования живой материи, структура и функции белков, ферменты их свойства и роль в клеточном метаболизме, углеводы и их роль в энергетическом и пластическом обмене клеток, роль липидов в энергетическом обмене и построении биологических мембран, основные этапы энергетического метаболизма, основные энергозависимые процессы в живых клетках, основы биосинтеза биологических макромолекул.

Содержание данной дисциплины необходимо для освоения следующих дисциплин – цитологии, генетики, теории эволюции, ботаники, зоологии, основ общей экологии, биофизики, дисциплин специализации.

В качестве предпосылочных знаний для освоения данной дисциплины необходимы: основы органической и неорганической химии, основы общей физики в особенности термодинамика, аналитическая химия, основы ботаники, зоологии, анатомии и физиологии человека и животных, микробиологии.

### 1.1 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции ФГОС ВО 3++	Компонент
ОПК -2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<b>Знает:</b> - общие биохимические аспекты функционирования живой материи; - структуру и функции белков; свойства ферментов и их роль в клеточном метаболизме; роль углеводов в энергетическом и пластическом обмене клеток; - роль липидов в энергетическом обмене и построении биологических мембран; основные этапы энергетического метаболизма; - основные энергозависимые процессы в живых клетках;

	<p>основы биосинтеза биологических макромолекул.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научной литературы; проводить качественный и количественный биохимический анализ;</li> <li>-использовать основные инструменты качественного и количественного биохимического анализа;</li> <li>-приобретать новые знания, используя информационные технологии;</li> <li>- приводить аргументы и факты.</li> </ul>
<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о возможности теоретического моделирования свойств биологических макромолекул;</li> <li>- о взаимосвязи основных открытий в области биохимии и их внедрении в биомедицинскую промышленность;</li> <li>-основы биосинтеза биологических макромолекул.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выполнять основные операции биохимического анализа;</li> <li>-использовать основные инструменты качественного и количественного биохимического анализа.</li> </ul>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре	
			4	5
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	8	4	4
	час	288	144	144
Из них:				
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		136	68	68
Лекции		68	34	34
Практические занятия		0	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		68	34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		152	76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет	Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в ходе оценки выполнения лабораторных работ, устных и письменных ответов на лабораторных занятиях, тестовых заданий, участия в дискуссиях сформированность компетенций. Прделанная студентами работа в течение семестра, оценивается в баллах.

Студенты, набравшие в ходе изучения курса менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине. Экзамен проводится в устной форме по билетам, составленным из вопросов по курсу дисциплины. В билете 2 вопроса. Во время экзамена можно реферат на тему «Витамины».

Экзаменационные вопросы включают следующие разделы курса:

1. Основные свойства живой материи, физико-химические свойства воды.
2. Аминокислоты структура, физико-химические свойства, биологическая роль.
3. Нативные конформации белковых молекул.
4. Ферменты.
5. Витамины.
6. Углеводы структура, физико-химические свойства, биологическая роль.
7. Липиды структура, физико-химические свойства, биологическая роль.
8. Окислительное расщепление аминокислот и орнитинный цикл.
10. Цикл трикарбоновых кислот.
11. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.
12. Биосинтез углеводов.
13. Биосинтез липидов.
14. Структура нуклеиновых кислот репликация, транскрипция.
15. Биосинтез белка.

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»,
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по полгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Часов в 4 семестре	144	34		34	76
2	Биохимия (часть 1)					
3	Химический состав живой материи. Основные свойства живой материи.	4	2		0	2
4	Физико-химические свойства воды, роль биосистемах.	5	1		0	4



5	Цветные реакции на белки и аминокислоты.	8	0		4	4
6	Класс биомолекул - аминокислоты.	8	2		4	2
7	Физико-химические свойства аминокислот.	6	2		0	4
8	Кислотный гидролиз белка и формоловое титрование по Серенсену.	8	0		4	4
9	Пептидная связь, пептиды, первичная структура белковых молекул.	8	2		2	4
10	Вторичная структура белковых молекул. Структура фибриллярных белков.	4	2		0	2
11	Хроматографический метод определения аминокислот.	8	0		4	4
12	Третичная и четвертичная структура белковых молекул	4	2		0	2
13	Ферменты - общие свойства и классификация.	5	1		0	4
14	Физико-химические свойства белков.	6	0		4	2
15	Регуляция ферментативной активности.	3	1		0	2
16	Аминокислоты составные части белков.	5	1		0	4
17	Моносахариды.	3	1		0	2
18	Олигосахариды, полисахариды.	5	1		0	4
19	Нативные конформации белковых молекул.	6	2		0	4
20	Гликолиз.	8	2		4	2
21	Пентозофосфатный путь окисления углеводов.	5	1		0	4
22	Структура ферментов.	6	2		0	4
23	Липиды.	10	2		4	4
24	Введение в проблему биологических мембран.	3	1		0	2
25	Кинетика ферментативных процессов.	4	2		0	2
26	Окисление жирных кислот.	4	2		0	2
27	Структура углеводов.	8	2		4	2
28	Консультация перед зачетом					
28	Зачет					
29	всего часов в 4 сем	144	34		34	76
30	Часов в 5 семестре	108	34		34	40
31	Биохимия (часть 2)					
32	Окислительное расщепление аминокислот.	6	2			4
33	Обмен углеводов.	6	2			4
34	Пути вывода аммонийного азота у различных классов животных.	6	2			4
35	Цикл трикарбоновых кислот.	8	2		4	2
36	Строение сложных белков.	6	0		4	2
37	Интегрирующая роль цикла трикарбоновых кислот.	3	1			2
38	Окислительно-восстановительные процессы в биосистемах.	4	2			2
39	Строение липидов.	2	2			

40	Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.	8	2		4	2
41	Глюконеогенез.	2	2			
42	Качественные реакции на липиды и их компоненты.	6	0		2	4
43	Синтез углеводных полимеров.	0				
44	Синтез жирных кислот.	4	2			2
45	Обмен липидов.	1	1			
46	Микросомальные и митохондриальные системы перообразования жирных кислот.	3	1			2
47	Синтез сложных липидов.	5	1		2	2
48	Ферменты.	6	2			4
49	Биосинтез холестерина.	8	2		2	4
50	Витамины.	20				20
51	Окислительное расщепление аминокислот и орнитинный цикл.	8	2		2	4
52	Механизмы действия гормонов на клетки.	3	1			2
53	Структура ДНК и репликация.	6	2		2	2
54	Качественные реакции на витамины.	6	0		4	2
55	Структура РНК и транскрипция.	5	1		2	2
56	Биосинтез белка.	6	2		2	2
57	Качественные реакции на углеводы.	6	0		4	2
58	Консультация перед экзаменом	0				
59	Экзамен	0				
60	всего часов в 4 сем	144	34		34	76
61	Итого (часов)	288	68		68	152

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

### Биохимия (часть 1)

#### 1. Химический состав живой материи. Основные свойства живой материи.

Молекулярная логика живой материи. Введение. Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Краткая история биохимии. Биохимические основы важнейших биологических явлений. Обмен веществ как важнейшая особенность живой материи. Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

#### 2. Физико-химические свойства воды, роль биосистемах.

Структура молекул воды. Молекула воды - электрический диполь. Сравнительные физико-химические свойства воды и других жидкостей. Водородная связь между молекулами воды, роль водородных связей в биосистемах. Вода как растворитель. Влияние растворенных веществ на структуру воды. Вода и шкала pH. Ионное произведение воды. Теория кислот и оснований в биохимии. Буферные растворы и их применение в процессе исследования биосистем.

#### 3. Лабораторное занятие 1. Цветные реакции на белки и аминокислоты.

- Биуретовая реакция
- нингидриновая реакция
- ксантопротеиновая реакция (Мульдера)
- реакция Фоля (на слабосвязанную серу)
- реакция на тирозин (Милона)
- реакции на триптофан (Адамкевича и Шульца-Распайля)
- реакция на Аргинин (Сакагучи)

#### 4. Класс биомолекул - аминокислоты.

Аминокислоты, химическая структура, биологическая роль. Физико-химические свойства и классификация аминокислот. Неполарные, полярные незаряженные, отрицательно заряженные и положительно заряженные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

#### 5. Физико-химические свойства аминокислот.

Диссоциация аминокислот. Цвиттерионы. Кислотно-основные свойства аминокислот. Кривые титрования аминокислот. Буферные свойства растворов аминокислот. Общность и различия физико-химических свойств аминокислот кодируемых генетическим кодом. Способы разделения аминокислот.

#### 6. Лабораторное занятие 2. Кислотный гидролиз белка и формоловое титрование по Серенсену.

Кислотный гидролиз белка,  
формоловое титрование растворов аминокислот.

#### 7. Пептидная связь, пептиды, первичная структура белковых молекул.

Пептидная связь - основной тип ковалентной связи в белках. Основные физико-химические характеристики пептидной связи. Свойства пептидной связи. Пептидная группа. Пептиды. происхождение пептидов. Номенклатура пептидов. Физико-химические свойства пептидов. Биологически значимые пептиды. Карнозин, глутатион. Образование пептидов в

биосистемах. Пептиды и белки. Первичная структура белковых молекул. Определение аминокислотной последовательности белков.

#### **8. Вторичная структура белковых молекул. Структура фибриллярных белков.**

Роль рентгено-структурного анализа в установлении вторичной структуры белков. Альфа структура - основные характеристики. Силы способствующие образованию и поддержанию альфа-структур. Самопроизвольность образования альфа-структур. Роль альфа-структур в построении более сложных структур белковых молекул. Роль различных аминокислот в поддержании альфа-структур. бета-структура. Силы способствующие образованию и поддержанию бета-структур. Бета-складчатый лист, бета-изгиб. Аминокислотные последовательности белков с бета-структурой. Первичная, вторичная и надвторичная структура белка соединительной ткани - коллагена. Тропоколлаген, структура коллагеновых фибрилл.

#### **9. Лабораторное занятие 3. Хроматографический метод определения аминокислот.**

Распределительная жидкостная хроматография аминокислот на бумаге

#### **10. Третичная и четвертичная структура белковых молекул**

Рентгено-структурный анализ третичной структуры белка миоглобина. Гем. Особенности третичной структуры глобулярных белков. Силы способствующие образованию и поддержанию третичных структур белков. Четвертичная структура белка гемоглобина. Понятия - полипептидная цепь, субъединица, домен, олигомерный белок. Силы способствующие образованию и поддержанию четвертичных структур белков. Новые свойства белков обладающих четвертичной структурой.

#### **11. Ферменты - общие свойства и классификация.**

Ферменты. Особенности ферментативного катализа. Классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Активный центр ферментативной молекулы. Якорный и каталитический участки активного центра. Коферменты, простетические группы, кофакторы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Специфичность действия ферментов. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температуры, концентрации водородных ионов и др.).

#### **12. Лабораторное занятие 4. Физико-химические свойства белков.**

- осаждение белков при кипячении
- реакции осаждения белков при комнатной температуре нейтральными солями – высаливание
- диализ белка
- осаждение белков солями тяжелых металлов
- осаждение белков концентрированными минеральными кислотами
- осаждение белков органическими кислотами
- осаждение белков органическими растворителями
- осаждение белков алкалоидными реактивами
- определение изоэлектрической точки белка

#### **13. Кинетика ферментативных процессов.**

Способы выражения скоростей ферментативных реакций. Основные внутриклеточные факторы влияющие на скорость ферментативных процессов. Зависимость скорости ферментативного процесса от концентрации субстрата. Кинетика Михаэлиса для ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментен его вывод и преобразование. Биологическое значение понятий - константа Михаэлиса и максимальная скорость

ферментативного процесса. Практическое определение величин  $K_m$  и  $V_{max}$  при помощи графоаналитических построений. Значение  $K_m$  и  $V_{max}$  для оценки взаимодействия ферментов с ингибиторами и биорегуляторами.

#### **14. Регуляция ферментативной активности.**

Ингибиторы ферментов. Классификация ингибиторов. Влияние ингибиторов на кинетику ферментативных процессов. Примеры конкурентного ингибирования в биологии и медицине. Аллостерические ферменты. Кинетика аллостерических ферментов. Регуляция метаболических процессов посредством аллостерических ферментов. Изоферменты. Специализация и компартментализация изоферментов.

#### **15. Моносахариды.**

Общая характеристика класса биомолекул - моносахариды. Ряды альдоз и кетоз, биологически значимые представители. Оптическая изомерия моносахаридов. Хиральные центры, D, L - ряды, эписмеры. Циклические формы и таутомерия моносахаридов. Формулы Хеуорса. Пространственные формулы моносахаридов. Биологически значимые производные моносахаридов - аminosахара, N-ацетилированные производные, уроновые кислоты, сиаловые кислоты - биологическое значение.

#### **16. Олигосахариды, полисахариды.**

Общая характеристика класса олигосахариды. Гликозидная связь. Мальтоза, лактоза, сахароза - химическое строение и биологическое значение. Полисахариды. Гомополисахариды - крахмал, гликоген, целлюлоза - химическое строение и биологическое значение. Гетерополисахариды. Гиалуриновая кислота. Смешанные углеводсодержащие биополимеры - строение, биологическое значение.

#### **17. Гликолиз.**

Значение углеводов в энергетическом обмене клеток. Понятие - метаболический путь. Общая характеристика гликолиза. Стадии гликолиза. Подготовительная стадия гликолиза. Фосфорилирование гексоз за счет АТФ. Окислительная стадия гликолиза. образование АТФ. Субстратное фосфорилирование. Регуляция гликолиза. Взаимосвязь гликолиза с другими метаболическими процессами. Суммарное уравнение и энергетический баланс гликолиза.

#### **18. Пентозофосфатный путь окисления углеводов.**

Производство и потребление глюкозо-6-фосфата в клетках. Общая характеристика пентозофосфатного пути окисления углеводов. Ферментативные стадии. Образование НАДФ\*Н. Суммарное уравнение ПФП. Образование смеси пентозо-5-фосфатов. Трансальдозазные и транскетозазные реакции взаимопревращения тетроз, пентоз и гексоз - биологическое значение. Взаимосвязь ПФП с другими метаболическими путями и его значение для клеток.

#### **19. Липиды.**

Липиды и их роль в энергетическом обмене клеток. Биологическая роль липидов. Классификация номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, цереброзидов, стероидов. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Простагландины.

#### **20. Введение в проблему биологических мембран.**

Современные представления о строении биологических мембран. Теории строения мембран в историческом плане. Жидкостно-мозаичная концепция строения биологической мембраны. Функции биологических мембран. Общая характеристика пассивного и активного

транспорта веществ через биомембраны. Первично-активный транспорт. Вторично-активный транспорт.

## **21. Окисление жирных кислот.**

Преобразование липидов в пищеварительном тракте. Структура липопротеинов и их роль в липидном обмене. Активация жирных кислот и их транспорт в митохондрии. Окисление жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Окисление жирных кислот содержащих нечетное количество атомов углерода. Энергетический баланс окисления жирных кислот.

## **Биохимия (часть 2)**

### **1. Окислительное расщепление аминокислот.**

Пути образования и распада аминокислот в организме. Переаминирование его механизм, биологическое значение. Трансаминазы. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Транспорт аммиака. Восстановительное аминирование. Преобразование аминокислот метаболизирующих через стадию пировиноградной кислоты. Преобразование аминокислот метаболизирующих через стадию метилмалонил-КоА. Аминокислоты метаболизирующие через стадию глутаминовой кислоты. Кетогенные и гликогенные аминокислоты обмен лейцина. Обмен фенилаланина и тирозина.

### **2. Пути вывода аммонийного азота у различных классов животных.**

Ион аммония - биологическое значение, образование, токсичность. Аммонотелические, урикотелические и уреотелические организмы. Экскреция иона аммония. Экскреция мочевой кислоты. Экскреция мочевины. Орнитинный цикл и синтез мочевины. Компарментализация цикла мочевины. Взаимосвязь цикла мочевины и цикла трикарбоновых кислот.

### **3. Цикл трикарбоновых кислот.**

Цикл Кребса. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование и фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

### **4. Лабораторное занятие 1. Строение сложных белков.**

- гидролиз нуклеопротеидов дрожжей
- качественные реакции на открытия составных частей нуклеопротеидов
- получение кристаллов гемина из гемоглобина
- выделение муцина из слюны
- нафтоловая проба на углеводную группировку муцина (Подобедова-Молиша)

### **5. Интегрирующая роль цикла трикарбоновых кислот.**

Цикл трикарбоновых кислот основной потребитель промежуточных метаболитических компонентов. Взаимосвязь углеводного, липидного обмена через ЦТК. Глиокислотный цикл. Боисинтетическая роль ЦТК. Метаболические шунты синтеза нейромедиаторов связанные с ЦТК.

### **6. Окислительно-восстановительные процессы в биосистемах.**

Окислительно-восстановительные процессы. Окислительно-восстановительные пары. Понятие ред-окс. потенциал в приложении к биологическим системам. Выделение энергии в

ходе окислительно-восстановительных процессов. Перенос электронов от  $NAD^+H$  на кислород.

#### **7. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.**

Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Цепь переноса водорода и электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления и кислороду. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Убихинон. Цитохромы и цитохромоксидаза. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Представление о механизме сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Митохондрии, структура и энергетические функции. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасания энергии.

#### **8. Глюконеогенез.**

Общая характеристика пути биосинтеза углеводов. Утилизация энергии макроэргических фосфатных связей. Основные направления биосинтеза углеводов. обратимые и необратимые реакции гликолиза. Синтез глюкозы из пирувата. Глюконеогенез из ацетил-КоА и аминокислот.

#### **9. Лабораторное занятие 2. Качественные реакции на липиды и их компоненты.**

- растворимость и эмульгирование жиров
- гидролиз (омыление) жира
- открытие в гидролизате составных частей жира
- открытие ненасыщенности жирных кислот в жире
- получение нерастворимых солей высших жирных кислот
- гидролиз лецитина (фосфатидилхолина)
- цветные реакции на холестерин

#### **10. Синтез углеводных полимеров.**

Синтез дисахаридов и других гликозидов. Роль нуклеозиддифосфатсахаров в качестве доноров гликозильных остатков в процессах биосинтеза. Синтез крахмала и гликогена. Регуляция синтеза крахмала и гликогена, роль вторичных посредников в передаче гормональных сигналов. Регуляция обмена глюкозы инсулином.

#### **11. Синтез жирных кислот.**

Общая характеристика синтеза жирных кислот. Синтетаза жирных кислот. Ацилпереносающий белок. Ферментативные стадии биосинтеза жирных кислот. Суммарное уравнение биосинтеза жирных кислот. Регуляция биосинтеза.

#### **12. Микросомальные и митохондриальные системы перообразования жирных кислот.**

Удлинение углеводородной цепи жирных кислот в митохондриях и микросомах. Образование ненасыщенных жирных кислот. Семейства ненасыщенных жирных кислот. Микросомальные оксигеназы.

#### **13. Синтез сложных липидов.**

Синтез триацилглицеролов. Синтез фосфоглицеридов. Роль нуклеозиддифосфатпроизводных в процессах биосинтеза липидов. Синтез сфинголипидов. Синтез ганглиозидов.

#### **14. Лабораторное занятие 3. Ферменты.**

- влияние реакции среды на активность амилазы
- специфичность действия ферментов

- влияние ингибиторов и активаторов на активность амилазы
- активность амилазы слюны количественное определение

#### **15. Биосинтез холестерина.**

Образование и окисление кетоновых тел. Синтез мевалоновой кислоты. Ферментативные стадии биосинтеза холестерина. Регуляция синтеза холестерина. Эфиры холестерина. Синтез производных холестерина.

#### **16. Витамины.**

Витамины. Биологическая роль витаминов. Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Водорастворимые витамины. Жирорастворимые витамины.

#### **17. Механизмы действия гормонов на клетки.**

Катехоламины. Гормональные сигналы передаваемые с участием цАМФ. Механизм действия стероидных гормонов. Кальций-фосфолипидный механизм передачи сигналов в клетки, фосфоинозитидов. Регуляция гормонами отдельных метаболических путей.

#### **18. Структура ДНК и репликация.**

Доказательства участия молекул ДНК в передаче генетической информации. Исследование структуры ДНК. Модель двойной спирали ДНК Уотсона и Крика. Возможные механизмы удвоения ДНК. ДНК полимеразы и ее виды. Механизм полуконсервативной репликации молекулы ДНК в клетках прокариот.

#### **19. Лабораторное занятие 4. Качественные реакции на витамины.**

- качественная реакция на витамин В2
- качественная реакция на витамин РР
- качественная реакция на витамин В6
- качественные реакции на витамин С
- качественная реакция на викасол

#### **20. Структура РНК и транскрипция.**

Молекулярная структура молекул РНК. Рибосомная, информационная и транспортная РНК. ДНК-зависимая-РНК-полимераза. Стадии процесса транскрипции.

#### **21. Биосинтез белка.**

Генетический код, зависимость между генами и белками. Ультраструктура рибосом. Образование аминоацил-тРНК и активация аминокислот. Стадии трансляции. Белковые факторы трансляции. Посттрансляционная модификация белковых молекул. Регуляция процесса биосинтеза белка. Гипотеза оперона Жакоба и Моно.

#### **22. Лабораторное занятие 5. Качественные реакции на углеводы.**

- доказательство наличия гидроксильных групп
- доказательство наличия карбонильных групп (альдегидная проба Мура)
- проба Троммера
- проба Фелинга
- проба Барфедда
- получение серебряного зеркала
- проба Подобедова-Молиша с  $\alpha$ -нафтолом
- реакции на сахарозу
- реакции на мальтозу и глюкозу
- цветные реакции на крахмал и гликоген



- гидролиз крахмала
- гидролиз клетчатки

#### 4. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	4 семестр	
	Биохимия (часть 1)	
1	Химический состав живой материи. Основные свойства живой материи.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Физико-химические свойства воды, роль биосистемах.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Цветные реакции на белки и аминокислоты.	Проработка лекций
4	Класс биомолекул - аминокислоты.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Физико-химические свойства аминокислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Кислотный гидролиз белка и формоловое титрование по Серенсену.	Проработка лекций
7	Пептидная связь, пептиды, первичная структура белковых молекул.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Вторичная структура белковых молекул. Структура фибриллярных белков.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Хроматографический метод определения аминокислот.	Проработка лекций
10	Третичная и четвертичная структура белковых молекул	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Ферменты - общие свойства и классификация.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Физико-химические свойства белков.	Проработка лекций
13	Кинетика ферментативных процессов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Регуляция ферментативной активности.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Аминокислоты составные части белков.	Проработка лекций
16	Моносахариды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Олигосахариды, полисахариды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Нативные конформации белковых молекул.	Проработка лекций
19	Гликолиз.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Пентозофосфатный путь окисления углеводов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Структура ферментов.	Проработка лекций

22	Липиды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Введение в проблему биологических мембран.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Кинетика ферментативных процессов.	Проработка лекций
25	Окисление жирных кислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Структура углеводов.	Проработка лекций
27	Консультация перед зачетом	Самостоятельное изучение материала по вопросам к зачету
28	Зачет	Самостоятельное изучение материала по вопросам к зачету
	5 семестр	
	Биохимия (часть 2)	
1	Окислительное расщепление аминокислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Обмен углеводов.	Проработка лекций
3	Пути вывода аммонийного азота у различных классов животных.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Цикл трикарбоновых кислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Строение сложных белков.	Проработка лекций
6	Интегрирующая роль цикла трикарбоновых кислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Окислительно-восстановительные процессы в биосистемах.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Строение липидов.	Проработка лекций
9	Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Глюконеогенез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Качественные реакции на липиды и их компоненты.	Проработка лекций
12	Синтез углеводных полимеров.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Синтез жирных кислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Обмен липидов.	Проработка лекций
15	Микросомальные и митохондриальные системы перообразования жирных кислот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Синтез сложных липидов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Ферменты.	Проработка лекций
18	Биосинтез холестерина.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Витамины.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Окислительное расщепление аминокислот и орнитинный цикл.	Проработка лекций
21	Механизмы действия гормонов на клетки.	Чтение обязательной и дополнительной литературы

22	Структура ДНК и репликация.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Качественные реакции на витамины.	Проработка лекций
24	Структура РНК и транскрипция.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Биосинтез белка.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Качественные реакции на углеводы.	Проработка лекций
27	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение материала по экзаменационным вопросам
28	Экзамен	Самостоятельное изучение материала по экзаменационным вопросам

Самостоятельная работа студентов направления «Биология» по дисциплине «Биохимия» включает следующие виды учебной деятельности: конспект, подготовка к защите лабораторной работы, промежуточному тестированию, контрольной работе, составление сравнительных таблиц, систематизация полученных знаний с использованием основной и дополнительной литературы, подготовка реферата, презентации, выступление с докладом.

Выступление с докладом и презентацией является одной из устных форм контроля, составляется в соответствии с требованиями к оформлению рефератов, разработанными для работ такого рода, обсуждается при индивидуальном собеседовании. Преподавателями и студентами группы оценивается качество и правильность составления доклада и презентации к реферату.

В процессе обучения студенты самостоятельно работают в аудитории 308 во внеурочное время. Для подготовки к занятиям, контрольным работам, коллоквиумам, экзамену необходимо: иметь учебник, владеть навыками использования компьютерными презентациями.

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Биохимия 1» – устный ответ на зачетном занятии.

Зачет проводится в устной форме по вопросам, представленным ниже. Студенты, набравшие в ходе изучения курса более 61 балла, получают зачет автоматически.

Вопросы к зачету по дисциплине «Биохимия 1»

1. Транспорт веществ и ионов через биологические мембраны.
2. Моносахариды.
3. Физико-химические свойства воды.
4. Пентозофосфатный путь превращения углеводов.
5. Аминокислоты, их физико-химические свойства, классификация.
6. Цикл трикарбонных кислот.
7. Пептиды. Пептидная связь.
8. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фаз углеводного обмена.
9. Классификация белков.
10. Полисахариды.
11. Первичная и вторичная структура белка.
12. Олигосахариды.

13. Третичная структура белка.
14. Энергетический баланс окисления жирных кислот.
15. Четвертичная структура белка.
16. Фосфоглюконатный путь превращения углеводов.
17. Энергетический баланс окисления углеводов.
18. Классификация и номенклатура ферментов.
19. Основные этапы гликолиза.
20. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Природа активного центра.
21. Белки биологических мембран.
22. Основные представления о механизме ферментативного катализа.
23. Витамины, их биологическая роль.
24. Влияние различных факторов на ферментативные процессы.
25. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его преобразование.
26. Классификация и номенклатура липидов.
27. Ингибиторы ферментативных реакций.
28. Регуляторные ферменты. Изоферменты.
29. АТФ и его производные. Биологическая роль.
30. Углеводы, их биологическая роль. Классификация.
31. Липиды биологических мембран.
32. Классификация и номенклатура жирных кислот.
33. Основные этапы окисления жирных кислот.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Биохимия 2» – устный ответ на экзамене.

Экзамен проводится в устной форме по билетам во время сессионного периода. Студенты, набравшие в ходе изучения курса менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине. Каждый билет включает по 2 вопроса. На подготовку ответа на экзамене отводится не менее 40 минут. Студенты, набравшие по результатам текущего контроля 61 и более баллов, могут получить оценку соответственно набранным баллам, а также могут улучшить оценку на экзамене.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Биохимия 2»

1. Глюконеогенез.
2. Транспорт веществ и ионов через биологические мембраны.
3. Моносахариды.
4. Основные этапы биосинтеза белка.
5. Физико-химические свойства воды.
6. Пентозофосфатный путь превращения углеводов.
7. Репликация ДНК.
8. Аминокислоты, их физико-химические свойства, классификация.
9. Цикл трикарбоновых кислот.
10. Матричный синтез РНК: транскрипция и посттранскрипционные превращения РНК.
11. Пептиды. Пептидная связь.
12. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фаз углеводного обмена.
13. Регуляция биосинтеза белка. Гипотеза Жакоба и Моно.
14. Классификация белков.
15. Полисахариды.
16. Активация аминокислот. Аминоацил-тРНК.
17. Первичная и вторичная структура белка.
18. Олигосахариды.
19. РНК – рибонуклеиновые кислоты, их структура и функции.

20. Третичная структура белка.
  21. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты.
- Пируватдегидрогеназный комплекс.
22. Энергетический баланс окисления жирных кислот.
  23. Четвертичная структура белка.
  24. Фосфоглюконатный путь превращения углеводов.
  25. Энергетический баланс окисления углеводов.
  26. Классификация и номенклатура ферментов.
  27. Основные этапы гликолиза.
  28. Строение нуклеиновых кислот.
  29. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Природа активного центра.
  30. Белки биологических мембран.
  31. Основные пути вывода аммонийного азота из организма животных.
  32. Основные представления о механизме ферментативного катализа.
  33. Витамины, их биологическая роль.
  34. Генетический код и его характеристики.
  35. Влияние различных факторов на ферментативные процессы.
  36. Основные гипотезы механизмов сопряжения и фосфорилирования. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи.
  37. Глиоксилатный цикл.
  38. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его преобразование.
  39. Классификация и номенклатура липидов.
  40. Структура ДНК (модель Д. Уотсона и Ф. Крика).
  41. Ингибиторы ферментативных реакций.
  42. Жирорастворимые витамины.
  43. Основные стадии клеточного дыхания.
  44. Регуляторные ферменты. Изоферменты.
  45. Характеристика цепи переноса электронов (дыхательная цепь).
  46. АТФ и его производные. Биологическая роль.
  47. Углеводы, их биологическая роль. Классификация.
  48. Механизмы действия гормонов.
  49. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды. Нуклеотиды.
  50. НАД и НАДФ зависимые дегидрогеназы.
  51. Переаминирование. Его механизмы и биологическое значение.
  52. Липиды биологических мембран.
  53. Флавиновые ферменты.
  54. Классификация и номенклатура жирных кислот.
  55. Основные пути распада аминокислот в организме.
  56. Коэнзим-А. Химическое строение и биологическая роль.
  57. Основные этапы окисления жирных кислот.
  58. Классификация, номенклатура витаминов.
  59. Глюконеогенез.
  60. Синтез крахмала и гликогена. Регуляция.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
-------	--------------------------------	--------------------------------------	---------------------	---------------------

1.	<p>ОПК -2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)</p>	<p><b>Знает:</b>          Основные принципы молекулярно логики живой материи. Может выделить основные составные части метаболизма. Принципы взаимосвязи основных составных частей метаболизма. Концепцию целостности и интеграции метаболизма</p> <p><b>Умеет:</b>          Воспроизвести основные структурные формулы биомолекул. Выделить в формулах составные части охарактеризовать их. Провести обоснованную взаимосвязь между общими и частными метаболическими реакциями.</p>	<p>Вопросы семинарских занятий, тесты, зачеты по структурным формулам, рефераты, доклады</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знание основных принципов молекулярной логики живой материи.</li> <li>2. Знание структурных формул биомолекул;</li> <li>3. Знание отдельных компонентов структурных формул и их взаимосвязи.</li> <li>4. Рассмотрение функций биомолекул в привязке к общим представлениям о метаболизме.</li> <li>5. Ссылки на авторитетные источники информации</li> <li>6. Привлечение современных научных достижений</li> <li>7. Способность к анализу и оценке</li> </ol>
3.	<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов</p>	<p><b>Знает:</b>          Предназначение основного оборудования биохимической лаборатории. Основные принципы работы лабораторного оборудования.</p> <p><b>Умеет:</b>          Выполнять простые манипуляции связанные с подготовкой к анализу. Выполнять последовательно стадии проведения биохимического анализа. Использовать оборудование для рутинной работы по сбору результатов для</p>	<p>Выполнение лабораторных работ, вопросы семинарских занятий</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. правильное проведение манипуляций при выполнении лабораторной работы.</li> <li>2. знание методики по выполняемой лабораторной работе.</li> <li>3. понимание взаимосвязи цели лабораторного исследования с полученными в ходе лабораторного анализа данными.</li> </ol>

		дипломных и курсовых проектов.		
--	--	--------------------------------	--	--

### **6.2.1 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Примеры тестовых вопросов и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Если величина рН изменилась на единицу, то концентрация ионов водорода в среде изменилась в:
  - а) в 2 раза;
  - б) в 10 раз;
  - в) в 1000 раз;
  - г) среди ответов а-г нет верных.
  
2. К неполярным аминокислотам относятся.
  - а) лейцин и валин;
  - б) лейцин и гистидин;
  - в) лейцин и глутамин;
  - г) валин и глутамин.
  
3. Жидкая вода по своей структуре ближе...
  - а) к кристаллической воде;
  - б) газообразной воде;
  - в) не имеет ничего общего ни со льдом, ни с газообразной водой;
  - г) к жидким углеводородам.
  
4. Укажите действие ионов растворенных веществ на структуру воды.
  - а) вода является плохим растворителем вследствие чего в ней практически отсутствуют ионы,
  - б) разрушают кластерную структуру воды,
  - в) упорядочивают кластерную структуру воды,
  - г) выражено на структуру воды не влияют.
  
5. Вода по отношению к другим жидкостям имеет диэлектрическую постоянную:
  - а) существенно ниже,
  - б) существенно выше,
  - в) данная величина к воде не имеет никакого отношения,
  - г) диэлектрические постоянные всех жидкостей примерно одинаковы.

### **6.2.2 Вопросы к семинарским занятиям для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

1. Аминокислоты составные части белков.
  1. Физико-химические свойства воды. Водородные связи. Вода как растворитель. Шкала рН и вода.
  2. неполярные аминокислоты. Химическая структура и биологическая роль.
  3. Полярные незаряженные аминокислоты. Химическая структура и биологическая роль.
  4. Положительно и отрицательно заряженные аминокислоты. Химическая структура и биологическая роль.

5. Кислотно-основные свойства аминокислот, кривая титрования аминокислот щелочью и выводы из неё.

6. Оптические свойства аминокислот.

2. Нативные конформации белковых молекул.

1. Пептидная связь, пептидные группы их характеристики. Пептиды, биологически важные пептиды (карнозин, глутатион), белки. Первичная структура белков.

2. Вторичная структура белковых молекул,  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -структура. Характеристики, особенности.

3. Структура белка коллагена, первичная вторичная, надвторичная.

4. Третичная структура белков. Рентгеноструктурный анализ третичной структуры белковых молекул. Силы, способствующие образованию и поддержанию третичной структуры. Миоглобин.

5. Четвертичная структура белка. Субъединица, полипептидная цепь, олигомерный белок. Гемоглобин структура и биологические свойства. Силы, способствующие образованию и поддержанию четвертичной структуры. Дополнительные свойства белков, обладающих четвертичной структурой.

6. Способы разделения белковых смесей. Гель-фильтрация, электрофорез в полиакриламидном геле, высаливание. Основные принципы методов.

3. Структура ферментов.

1. Понятие ферменты. Основные части ферментативной молекулы.

2. Классификация ферментов и их номенклатура. Классы, подклассы и т.д., **примеры** цифровой код.

3. Активный центр ферментативной молекулы. Особенности строения активных центров холинэстераз.

4. Небелковые части ферментов: кофакторы, коферменты, простетические группы.

5. Биологическая роль холинэстераз участие в проведении нервного импульса.

6. Ложные и истинные холинэстеразы распространение холинэстераз в биологических объектах.

7. Свойства ферментов. Специфичность и ее виды, зависимость активности ферментов от pH и температуры окружающей среды.

8. Причины высокой каталитической активности ферментов. Теория переходного состояния.

9. Развитие представлений о взаимодействии фермента и субстрата. Гипотезы: ключ-замок, рука-перчатка, индуцированного соответствия, топохимического соответствия.

4. Кинетика ферментативных процессов.

1. Единицы измерения ферментативной активности (скорости ферментативных процессов): число оборотов фермента, E, кат., удельная ферментативная активность.

2. Кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его вывод. Величины  $K_m$  и  $V_{max}$ .

3. Ингибиторы ферментативных процессов и их классификация. Влияние различных типов ингибиторов на кинетические параметры ферментативных процессов.

4. Холинэстеразы молекулярная мишень различных типов ингибиторов. Виды ингибиторов холинэстераз и механизмы их взаимодействия с активной поверхностью фермента.

5. Регуляция ферментативной активности в биосистемах. Механизмы. Биологический смысл.

6. Аллостерические ферменты, изоферменты биологический смысл. **Примеры** с приведением механизма регуляции.



## 5. Структура углеводов.

1. Общая характеристика класса биомолекул – углеводы. Углеводы в качестве энергетических субстратов.

2. МС – альдозы, кетозы химическое строение, наиболее биологически значимы представители.

3. Циклические формы и таутомерия МС. Аномеры, мутаротация. Кольчато-цепная таутомерия. Формулы Хеуорса, пространственные формулы МС.

4. Олигосахариды химическое строение биологическая роль. Мальтоза, лактоза, сахароза.

5. Полисахариды химическое строение биологическая роль. Крахмал, гликоген, целлюлоза.

## 6. Обмен углеводов.

1. Молекулы углеводов в качестве источников метаболической энергии.

2. Подготовительная стадия гликолиза.

3. Окислительная стадия гликолиза.

4. Суммарное уравнение и энергетический баланс гликолиза.

5. Регуляция гликолиза.

6. пентозофосфатный путь окисления углеводов.

7. Трансальдозазные и транскетолазные реакции преобразования углеводов.

## 7. Строение липидов.

1. Общая характеристика, биологические функции и классификация липидов.

2. Класс липидов – жирные кислоты химическая структура (на примере пальмитиновой, линолевой, линоленовой кислот), биологическое значение.

3. Класс липидов – триацилглицеролы. Химическая структура биологическая роль.

4. Сфингофосфолипиды – химическая структура (на примере сфингомиелина), биологическая роль.

5. Глицерофосфолипиды – химическая структура (на примере фосфатидил – этаноламина, -холина, -серина), биологическая роль.

6. Цереброзиды – химическая структура (на примере моногалактозилцерамида ), биологическая роль.

7. Ганглиозиды - химическая структура (общее описание, формулы можно не приводить) (на примере ганглиозида Gm1 ), биологическая роль, многообразие ганглиозидов.

8. Стероиды – химическая структура (на примере холестерина), биологическая роль.

9. Воска, терпены, простагландины - химическая структура (на примере пальмитиново-мирициловый эфир, сквален, простагландин E1), биологическая роль.

## 8. Обмен липидов.

1. Роль различных классов липидов в построении биологических мембран. Амфифильные свойства липидных молекул. Образование мицелл, везикул и бислоев. Жидкостно-мозичная модель биологической мембраны Синджера и Николсона, основные положения.

2. Липиды в качестве энергетических субстратов, роль различных классов липидов. Переваривание и всасывание липидов пищи. Внутриклеточный липолиз и его регуляция гормонами.

3. Утилизация глицерина, превращение в продукты гликолиза.

4. Активация жирных кислот и их транспорт в митохондрии.

5. Ферментативные стадии  $\beta$ -окисления жирных кислот.

6. Суммарное уравнение и энергетический баланс  $\beta$ -окисления жирных кислот.

7. Окисление ненасыщенных жирных кислот.

8. Окисление жирных кислот с нечетным количеством атомов углерода в цепи.

9. Окислительное расщепление аминокислот и орнитинный цикл.

1. Пути образования и распада аминокислот в организме.
2. Переаминирование его механизм, биологическое значение. Трансаминазы.
3. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Восстановительное аминирование.
4. Преобразование аминокислот метаболизирующих через стадию пировиноградной кислоты.
5. Преобразование аминокислот метаболизирующих через стадию метилмалонил-КоА.
6. Аминокислоты метаболизирующие через стадию глутаминовой кислоты.
7. Кетогенные и гликогенные аминокислоты обмен лейцина.
8. Обмен фенилаланина и тирозина.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная литература:**

1. Таганович А. Д., Олецкий Э. И., Коневалова Н. Ю., Лелевич В. В.; Биологическая химия: учебник / Биологическая химия : учебник / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, Н. Ю. Коневалова, В. В. Лелевич ; под редакцией А. Д. Тагановича. — 2-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 672 с. — ISBN 978-985-06-2703-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90721.html> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Димитриев, А. Д. Биохимия : учебное пособие / А. Д. Димитриев. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 111 с. — ISBN 978-5-4487-0165-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74956.html> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

### **7.2 Дополнительная литература:**

1. Спиринов, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спиринов. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110208> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ковальчукова, О. В. Общая и биоорганическая химия. Органическая химия : учебное пособие / О. В. Ковальчукова, О. В. Авраменко. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 124 с. — ISBN 978-5-209-03563-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11428.html> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5842> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Болдырев, А. А. Биомембранология: учебное пособие / А.А. Болдырев, Е.И. Кляйваряйнен, В.А. Илюха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. - 186 с. ISBN 978-5-7638-1241-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/345146> (дата обращения: 24.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

5. Плакунов, В. К. Основы энзимологии : учебное пособие / В. К. Плакунов. - Москва : Логос, 2020. - 128 с. - ISBN 978-5-94010-027-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213096> (дата обращения: 24.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Коке ; перевод с английского Т. П. Мосоловой [и др.]. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2020. — 749 с. — ISBN 978-5-00101-864-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135557> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. [www.clarivate.com](http://www.clarivate.com)
2. [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)
3. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

#### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Таблица 5

Виды образовательных технологий применяемых при осуществлении различных форм учебной работы в ходе освоения дисциплины

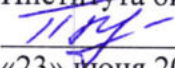
№ п/п	Вид образовательных технологий	Вид учебной работы в ходе которых используется данная технология	Краткое описание использования образовательных технологий
1	Мультимедийные средства обучения	Лекционный курс, семинарские занятия, самостоятельная работа	В лекционном курсе студентам демонстрируются анимированные слайды, видео ролики для более полного освещения материала, в ходе самостоятельной подготовки к семинарским занятиям студенты разрабатывают с помощью ПО - "MO PowerPoint" слайды для более полного освещения излагаемого материала.
2	Специализированные программы	Лекционный курс, лабораторные занятия, самостоятельная работа	При подготовке и чтении лекционного курса используется программы пакета Microsoft Office ("MO PowerPoint, Windows Media Player, Internet Explorer"), указанное ПО также используют студенты в ходе самостоятельной работы, в ходе проведения практических работ проводится измерение оптической плотности на спектрофотометре Shimadzu UV 2401 PC оборудованного управляющей станцией в виде ПК с программным обеспечением UVProbe ver.2.21
3	Исследовательские методы	Практические занятия	Важным этапом в формировании навыков исследовательской деятельности является развитие навыков составления аналитических отчетов и обзоров. В ходе подготовки к практическим занятиям (научной дискуссии по теме семинара) студенты не ограничиваются списком основной и дополнительной литературы. Студентам предлагается для более полного освещения круга вопросов семинара и рефератов самостоятельно отбирать материал в научной периодической печати а также в интернет ресурсах.

4	Модульно-рейтинговые технологии организации учебного процесса	Все виды учебной работы	Даная рабочая программа составлена с учетом того что текущий контроль знаний студентов а также итоговая оценка по дисциплине выставляется с применением модульно-рейтинговой системы оценки.
5	Интерактивные формы организации образовательного процесса	Лабораторные занятия	В ходе освоения дисциплины для оценки уровня подготовки студентов проводятся семинары в форме научной дискуссии в ходе которой каждый студент может высказать свое мнение по поставленным вопросам опираясь на материалы литературы использованной при подготовке к семинару. Знания при этом оцениваются по следующим пунктам: 1) правильное изложение сути вопроса; 2) знание структурных формул; 3) понимание сути экспериментальных данных по конкретному вопросу.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебный процесс по дисциплине «Биохимия» проходит в аудитории №308 Института Биологии, Тюменского государственного университета которая оснащена мультимедийным комплексом позволяющим воспроизводить слайды, видеоролики и др. Также лаборатория оснащена всем необходимым оборудованием для выполнения заданий к практическим занятиям.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БИОЭТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Пак И.В., Шейкина З.В. Биозтика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность(профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Биозтика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

*Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:*

## **1. Пояснительная записка**

В настоящее время в связи с бурным развитием молекулярной биологии и ее внедрением в медицину резко возросла роль биоэтики. Многие современные генетические технологии: клонирование, генная терапия, использование стволовых клеток требуют со стороны общества морально-этической оценки.

Целью биоэтики является ознакомление специалистов с основными проблемами биоэтики.

Задачи. В рамках дисциплины «Биоэтика» студенты ознакомятся с ключевыми проблемами биоэтики: этическими проблемами клинических испытаний на человеке и животных; этическими проблемами новых репродуктивных технологий и трансплантологии; этическими проблемами клонирования, проекта «Геном человека», генной терапии, генетической паспортизации. В рамках курса они также рассмотрят основные подходы к решению этих проблем в разных странах. Особое внимание в этой дисциплине уделяется рассмотрению международных нормативных документов, а также способности самостоятельно выработать решение по биоэтическим вопросам.

### **1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.ЧФУ: Дисциплины (модули), Часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами специалитета: клеточной биологией, генетикой, теориями эволюции, эмбриологией, молекулярной генетикой, генетической инженерией. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, теориям эволюции, эмбриологии, клеточной биологии, умение к биометрической обработке материала, владение компьютерными статистическими программами. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее изучение следующих дисциплин: клеточной биологии, микробиологии и вирусологии, биохимии, генетики, молекулярной биологии и молекулярной генетики.

### **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы биоэтики: развитие и формирование представлений, основные принципы биоэтики, основные международные и российские законодательные документы по биоэтике.

Уметь: планировать и проводить работы по биоинженерии с соблюдением правил биоэтики, владеть навыками оформления и демонстрации материалов по биоэтике, ведения дискуссии по актуальным проблемам биоэтики, имеющим отношение к биоинженерии.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	--------------------------------------

- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории (ПК-2).	Знает: основы биоэтики: развитие и формирование представлений, основные принципы биоэтики, основные международные и российские законодательные документы по биоэтике, основные требования биоэтики в проведении исследований в области биоинженерии и биоинформатики.
	Умеет: планировать и проводить работы по биоинженерии с соблюдением правил биоэтики, владеет навыками оформления и демонстрации материалов по биоэтике с учетом нормативных документов, умеет в устной форме излагать основные принципы биоэтики, вести дискуссии по актуальным проблемам биоэтики, имеющим отношение к биоинженерии.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		<i>Указывается номер семестра</i>
<b>Общий объем</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
зач. ед. час	<b>144</b>	<b>7</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	Зачет	

## 3. Система оценивания

3.1. При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100.

Шкала перевода:

-от 0 до 60 баллов – «не зачтено»;

-от 61 до 100 баллов – «зачтено».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение зачета по сумме набранных баллов.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2



№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Предмет биоэтики. Исторический обзор.	7	2			
2.	Нравственные ориентиры современной науки.	9		4		
3.	Проблемы биоэтики.	8	2			
4.	Биоэтика и экология.	7		4		
5.	Этика проведения экспериментов на человеке.	7	2			
6.	Профессиональн ая этика ученого.	9		4		
7.	Этика проведения экспериментов на животных.	7	1			
8.	Защита прав животных.	9		4		
9.	Биоэтика современных репродуктивных технологий.	7	2			
10.	Биомедицинская этика.	9	2	4		
11.	Биоэтика в трансплантологи и и психиатрии.	7	1			
12.	Этические проблемы трансплантоло гии, эвтаназии и психиатрии.	9		4		
13.	Этические проблемы новых	7	2			

	генетических технологий.					
14.	Этические проблемы новых генетических технологий и клонирования	9		4		
15.	Этические проблемы проекта «Геном человека»	9	2			
16.	Биоэтика и проект "Геном человека"	8		4		
17.	Итоговое занятие	8		2		
18.	Консультация по дисциплине	2				2
19.	Зачет по дисциплине	6				
20.	Итого	144	16	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Введение. Предмет биоэтики. Исторический обзор.

Предмет биоэтики. Формы биоэтики: образовательная, научная, социальная. История формирования биоэтики: труды Гиппократа, Маймонида, Парацельса, Бэкона и др. Связь биоэтики с биоинженерией, биотехнологией. Особенности развития биоэтики на современном этапе в связи с достижениями в биомедицине. Этическое и правовое регулирование в области биоэтики.

##### 2. Нравственные ориентиры современной науки.

Вопросы к семинару:

1. Зарождение этических подходов в науке;
2. Место биоэтики в системе биологического знания;
3. Правовое регулирование в сфере биоэтики;

Изучение Конвенции о правах человека и биомедицине.

Решение задач. Проблемные задачи.

Пример: Может ли, совершеннолетний психически нездоровый человек подвергнут медицинскому вмешательству без его согласия (устного или оформленного юридически)? Дайте обоснованный ответ. Используйте для обоснования международный документ «Конвенцию о правах человека и биомедицине».

##### 3. Проблемы биоэтики

Проблемы биоэтики: защиты прав пациентов (в том числе ВИЧ инфицированных, психиатрических больных, детей и др. больных с ограниченной компетентностью); взаимоотношения с живой природой (экологические аспекты развития биомедицинских технологий); аборта, контрацепции и новых репродуктивных технологий (искусственное оплодотворение, оплодотворение «в пробирке» с последующей имплантацией эмбриона в матку,

суррогатное материнство); проведения экспериментов на человеке и животных. Основные принципы биоэтики.

#### 4. Биоэтика и экология

Дискуссия:

1. Проблема отношений «Природа – человек и природа – общество».
2. Основные принципы экологической этики.
3. Организации и институциональные единицы, продвигающие этику экологии.
4. Нормативно-правовое регулирование этических проблем экологии.
5. Законодательная база РФ в области экологии.
6. Изучение Федерального закона «Об охране окружающей среды».

Кейс. Ситуационные задачи.

Пример. Какие условия должна соблюсти строительная компания, планирующая жилую застройку вблизи водоема. Дайте обоснованный ответ. Для обоснования используйте статьи Федерального закона «Об охране окружающей среды».

#### 5. Этика проведения экспериментов на человеке

Виды экспериментов, принятые в медицине. Первоначальная формулировка проблемы о допустимости экспериментов на человеке. Постановка проблемы в настоящее время: проблема предела медицинских экспериментов, допустимость осуществления экспериментов на эмбрионах человека, использование плацебо, допустимость и пределы генетического вмешательства и генетических манипуляций, возможность и условия экспериментирования на определенных группах населения: ВИЧ-инфицированных, смертельно больных людях и т.д. История экспериментов на человеке в период Великой Отечественной войны. Международное регулирование: Нюрнбергский кодекс. Правовое регулирование в области проведения клинических испытаний на человеке в России. Особенности законодательств разных стран в области биоэтики по данной проблеме.

#### 6. Профессиональная этика ученого

Вопросы для обсуждения к семинару:

1. Общие требования и нормы профессиональной этики.
2. Особенности научной этики.
3. Эволюция академической этики.
4. Моральные принципы научного сообщества, их типы.
5. Этические проблемы академической среды.
6. Нормативно-правовое урегулирование этических проблем в академической среде.

#### 7. Этика проведения экспериментов на животных

Этические принципы проведения экспериментов на животных. Проблема прав животных. Концепция трех R: минимизация страданий лабораторных животных; обезболивание; замещение животных молекулярно-биологическими, компьютерными или иными моделями, использование культур клеток. Правила работы с лабораторными животными, принятые в РФ. Особенности законодательств разных стран в области биоэтики по проведению экспериментов на животных.

#### 8. Защита прав животных

Анализ нормативно-правовых документов в области биоэтики:

1. Нормативно-правовое урегулирование в области этики обращения с животными в России и за рубежом.
2. Изучение Федерального закона «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».
3. Этика проведения экспериментов на животных.
4. Правила работы с лабораторными животными.
5. Изучение приказа №755 Министерства Здравоохранения СССР от 12 августа 1977 г. "О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных".
6. Изучение санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.1.3218-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)», утвержденных Постановлением №51 (от 29 августа 2014 г.) Главного государственного санитарного врача РФ Поповой А.Ю.

Решение проблемных задач на основе выше изученных документов.

Пример.

Институту эмбриологии для проведения важного исследования нужно закупить 2 линии мышей. Какие условия должен выполнить институт, чтобы получить разрешение на их содержание?

## 9. Биоэтика современных репродуктивных технологий

Морально-этические проблемы искусственного аборта. Консервативная, умеренная и либеральная точки зрения на проблему аборта. Этические проблемы новых репродуктивных технологий: искусственной инсеминации, экстракорпорального оплодотворения и переноса эмбриона; суррогатного материнства. Статус эмбриона.

## 10. Биомедицинская этика

Дискуссия. Вопросы для обсуждения:

1. Этические проблемы в медицине.
2. Проблема взаимоотношений: «врач – общество», «врач – пациент»; проблемы корпоративной этики.
3. Принципы взаимодействия в системе: «врач-пациент».
4. Моральные аспекты неразглашения врачебной тайны.
5. Нормативно-правовое регулирование биомедицинских исследований и клинической медицины.

Создание оптимальных схем (проектов).

Пример. Предложите оптимальную (с точки зрения биоэтики) схему (принцип) взаимодействия онколога с пациентом, диагноз, которого не подтвердился.

## 11. Биоэтика в трансплантологии и психиатрии

Этические проблемы эвтаназии: пассивной, активной. Морально-этические проблемы трансплантологии: констатация смерти человека, изъятие (забор) органов и/или тканей, распределение органов и/или тканей между реципиентами, коммерциализация трансплантологии. Законодательное регулирование в области трансплантологии в разных странах. Биоэтика и современная психиатрия: патерналистская и непатерналистская модель. Этические проблемы в психиатрии: недобровольная госпитализация и лечение; конфиденциальность, принцип информированного согласия.

## 12. Этические проблемы трансплантологии, эвтаназии и психиатрии

Вопросы к семинару:

1. Этические проблемы трансплантологии.
2. Основные положения закона «О трансплантации органов и (или) тканей человека».
3. Сравнительный анализ нормативно-правового регулирования трансплантологии в России и за рубежом.
4. Этическое и правовое регулирование в области психиатрии.
5. Этические проблемы психиатрии и наркологии.
6. Этические проблемы эвтаназии

## 13. Этические проблемы новых генетических технологий

Биоэтика и современные генетические технологии: генетический скрининг; предимплантационная диагностика; геномная дактилоскопия; клонирование; генная терапия. Выполнение принципов биоэтики при реализации генетических технологий: предварительное информированное согласие; конфиденциальность. Обращение с генетической информацией. Стигмация генетически неполноценных людей.

## 14. Этические проблемы новых генетических технологий и клонирования

Темы докладов:

1. Морально-этические проблемы геной инженерии.
2. Основные факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека.
3. Правовые основы регулирования биобезопасности.
4. Этические проблемы клонирования животных.
5. Этические проблемы клонирования человека

## 15. Этические проблемы проекта «Геном человека»

Этические проблемы международного проекта «Геном человека»: индивидуальные, социальные, видовые. Этические проблемы проекта «Разнообразие генома человека». Этические проблемы генетической паспортизации человека. Биоэтика и евгеника. Этические проблемы клонирования. Этические проблемы геной терапии. Профессиональная этика ученого-биоинженера.

## 16. Биоэтика и проект "Геном человека"

Дискуссия. Вопросы для обсуждения :

1. Проблема конфиденциальности и проект «Геном человека».
2. Этические проблемы коммерциализации работ, связанных с проектом «Геном человека».
3. Проблема патентования генов.
4. Проблема правообладания полученной информацией.

Написание эссе на тему: "Этические проблемы генетической паспортизации человека".

## 17. Итоговое занятие

Проверка качества усвоения материала по курсу проводится в игровой форме.

Студенты делятся на две команды.

Первая команда формулирует вопросы, вторая команда - отвечает на них.

Командам отводится время 30 мин на подготовку. В течение этого времени первая команда готовит вопросы по пройденному материалу, а вторая готовится отвечать на них. Каждый игрок первой команды должен составить не менее 5 вопросов по пройденным темам и оформить их на отдельном листке бумаге.

Через 30 мин. преподаватель (ведущий) собирает листы с вопросами и нумерует их в произвольном порядке. Игроки второй команды по очереди вытягивают вопросы и отвечают на них. Первая команда оценивает правильность ответа на вопрос. Контроль за правильностью ответов осуществляет преподаватель (ведущий). При правильном ответе команда получает 1 балл, при неправильном - 1 балл получает команда, сформулировавшая вопрос.

Затем команды меняются ролями.

По завершении игры, подводятся результаты, оценивается активность участников.

18. Консультация по дисциплине.

19. Зачет по дисциплине.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Введение. Предмет биоэтики. Исторический обзор.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического материала.
2.	Нравственные ориентиры современной науки.	Проработка лекций. Освоение практического материала.
3.	Проблемы биоэтики.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение материала.
4.	Биоэтика и экология.	Проработка лекций. Освоение практического материала.
5.	Этика проведения экспериментов на человеке.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
6.	Профессиональная этика ученого.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
7.	Этика проведения экспериментов на животных.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
8.	Защита прав животных.	Проработка лекций. Освоение практического материала.
9.	Биоэтика современных репродуктивных технологий.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
10.	Биомедицинская этика.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
11.	Биоэтика в трансплантологии и психиатрии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.

12.	Этические проблемы трансплантоло-гии, эвтаназии и психиатрии.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
13.	Этические проблемы новых генетических технологий.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
14.	Этические проблемы новых генетических технологий и клонирования	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
15.	Этические проблемы проекта «Геном человека»	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
16.	Биоэтика и проект "Геном человека"	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
17.	Итоговое занятие.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала
18.	Консультация по дисциплине	Формулировка неясных вопросов для консультации
19.	Зачет по дисциплине	Знание ответов на контрольные вопросы к зачету

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине.

Контрольные вопросы к зачету:

- 1.Биоэтика как дисциплина и социальный институт.
- 2.История формирования биоэтики.
- 3.Принципы биоэтики.
- 4.Подходы к определению норм в биоэтике.
- 5.Моральные принципы проведения экспериментов на животных.
- 6.Морально-этические проблемы проведения клинических испытаний и экспериментов на человеке.
- 7.Принципы «Уважения автономии личности» и "Не навреди" при проведении биомедицинских экспериментов.
- 8.Правило добровольного информированного согласия как необходимое условие проведения испытаний и экспериментов на человеке.
- 9.Проблема конфиденциальности.
- 10.Права испытуемых и ответственность специалистов, проводящих эксперименты.
- 11.Проблемы проведения испытаний и исследований на пре-эмбрионах, эмбрионах и плодах человека, детях, недееспособных пациентах, заключенных, военнослужащих.
- 12.Биоэтика и методы генной инженерии, трансплантологии, репаративной медицины.
- 13.Этико-философские проблемы нанотехнологии
- 14.Особенности: биомедицинской этики как профессиональной этики.
- 15.Этика Гиппократ (V - IV вв. до н.э).
- 16.Врачебная этика и христианские ценности милосердия и сострадания.
- 17.Корпоративно-сословная медицинская этика Т. Персиваля (конец XVIII века).
- 16.Развитие медицинской этики в дореволюционной России, в СССР и в настоящее время.
- 17.Нюрнбергский кодекс.

- 18.Современные биомедицинские технологии и новые ситуации морального выбора.
- 19.Техногенная культура и проблема защиты жизни и достоинства человека.
- 20.Медицинские вмешательства в репродукцию человека.
- 21.Этические проблемы аборта.
- 22.Морально-этические проблемы контрацепции.
- 23.Этика ЭКО и современных репродуктивных технологий.
- 24.Морально-этические проблемы пренатальной диагностики.
- 25.Этические проблемы применения методов, используемых медициной для диагностики и коррекции генетических нарушений (генетический скрининг и тестирование, генеалогический метод и др.).
- 26.Моральные аспекты медико-генетического консультирования (директивная и недирективная модели).
- 27.Генетическая информация как объект собственности, этические аспекты.
- 28.Моральные проблемы реализации международного проекта "Геном человека".
- 29.Проблема клонирования человека. Два подхода к проблеме: в США и Европе.
- 31.Этические проблемы эвтаназии.
- 32.Этические проблемы трансплантологии
- 33.Морально-этические проблемы СПИДа.
- 34.Международные документы о биоэтике и правах человека.
- 35.Профессиональная этика ученого.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории (ПК-2).	Знает: основы биоэтики: развитие и формирование представлений, основные принципы биоэтики, основные международные и российские законодательные документы по биоэтике. Умеет: планировать и проводить работы по биоинженерии с соблюдением правил биоэтики.	Рефераты, доклады, контрольные работы, решение проблемных задач, кейс.	Зачтено (от 61 до 100 баллов): Знает: основные принципы и современные направления в биоэтике, знает законодательную базу в области биоэтики. Умеет: использовать специализированные знания по биоэтике для проведения исследований, умеет анализировать и обобщать полученные результаты, умеет оценить проведенные научные исследования с точки зрения биоэтики, владеет навыками проведения исследований в области биоэтики, навыками анализа и обобщения научных данных.



## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Основы биоэтики : учебное пособие / Я. С. Яскевич, С. Д. Денисов, Б. Г. Юдин [и др.] ; под редакцией Я. С. Яскевич, С. Д. Денисов. — Минск : Вышэйшая школа, 2009. — 351 с. — ISBN 978-985-06-1610-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20106.html> (дата обращения: 14.05.2020)

2. Введение в биоэтику : учебное пособие / Б. Г. Юдин, П. Д. Тищенко, А. Я. Иванюшкин [и др.] ; под редакцией Б. Г. Юдин, П. Д. Тищенко. — Москва : Прогресс-Традиция, 1998. — 382 с. — ISBN 5-89826-006-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/27825.html> (дата обращения: 23.05.2020)

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Биоэтика и гуманитарная экспертиза. Вып. 2. Издательство: Институт философии РАН. 2008. 232 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=2795> (дата обращения 12.05.2020).

2. Майленова, Ф.Г. Биоэтика и гуманитарная экспертиза: Проблемы геномики, психологии и виртуалистики. Издательство: Институт философии РАН. 2007. 224 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=2792> (дата обращения 12.05.2020).

3. Коновалова Л.В. Прикладная этика (по материалам западной литературы). - Вып. 1: Биоэтика и экоэтика: монография. Издательство: Институт философии РАН. 2017. 217 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=223718> (дата обращения 21.05.2020).

4. Цаценко, Л. В. Биоэтика и основы биобезопасности: учебное пособие [Электронный ресурс] / Санкт-Петербург-Москва-Краснодар:издательство: Лань, 2018. 92 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103917/#11> (дата обращения 12.05.2020).

### 7.3 Интернет-ресурсы:

#### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

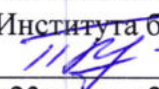
## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

## 9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**БОТАНИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Алексеева Н. А. Ботаника. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Ботаника[электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Алексеева Н. А. 2021.

## 1. Пояснительная записка.

Дисциплина предназначена для студентов первого курса, способствует формированию представлений о многообразии, принципах изучения и классификации ботанических объектов, растительных сообществ.

Цель дисциплины - изучение особенностей строения, размножения растений и грибов, их разнообразия, принципов классификации, основ фитоценологии и географии растений.

Задачи:

- расширить и систематизировать знания о строении клеток, тканей и органов, размножении и циклах развития растений;
- изучить диагностические признаки представителей основных таксонов растений;
- изучить строение и разнообразие грибов;
- сформировать понятие о растительных сообществах и основных закономерностях распределения растительного покрова по земному шару.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Содержание программы базируется на ботанических и биологических знаниях, полученных в курсе биологии полной общеобразовательной школы, раскрывает представление о растениях и грибах на более глубоком уровне. Данная дисциплина связана с курсами «Микробиология и вирусология», «Экология и рациональное природопользование», «Биотехнология», «Теории эволюции», которые читаются в последующих семестрах.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины(модуля):

- способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
- способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1	Знает термины, понятия, необходимые для изучения многообразия ботанических объектов; положение растений и грибов в системе живых организмов, их роль в природе и жизни человека; особенности строения, размножения, направления эволюции, принципы систематики растений и грибов; строение растительных сообществ и общие закономерности распространения растительного покрова
	Умеет наблюдать, описывать ботанические объекты, определять систематическую принадлежность грибов и растений, работать с микроскопической техникой; описывать строение растительных сообществ; применять методы и средства исследования ботанических объектов

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		1 семестр
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час.</b>	5	5
	180	180
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	80	80
Лекции	48	48
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	100	100
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценка работы студента производится по балльно-рейтинговой системе. Баллы предусмотрены за выполнение заданий лабораторного практикума, тестовых заданий и терминологических диктантов, теоретические ответы на лабораторных занятиях, разработку презентации.

Шкала перевода баллов в оценки:

60 баллов и менее – «неудовлетворительно»,

61 – 75 баллов – «удовлетворительно»,

76 – 90 баллов – «хорошо»,

91 и более баллов – «отлично».

При проведении текущего контроля студенты работают индивидуально и в малых группах (при подготовке презентаций и др.). Способность к устной коммуникации выявляется при опросах на каждом занятии. Оценка творческой способности студентов, умение работать с каталогами, выбирать литературные источники осуществляется при подготовке презентаций, оформлении альбомов и др.

Критерии оценивания устных ответов на вопросы для подготовки к лабораторным занятиям:

- полнота знания учебного материала по теме занятия, терминологии, логичность ответа
- умение работать с различными источниками информации, применять термины, понятия для анализа и изложения результатов лабораторных работ.

Критерии оценивания выполнения лабораторных работ:

- умение работать с микроскопической техникой; наблюдать, зарисовывать, определять систематическую принадлежность растений и грибов;
- умение описывать ботанические объекты различного уровня, проводить сравнительный анализ, формулировать выводы;
- правильность выполнения в альбоме рисунков с необходимыми пояснениями.

Критерии оценивания терминологических диктантов и тестовых заданий:  
итоговая сумма баллов рассчитывается в соответствии с количеством полных правильных ответов в процентном соотношении от максимального балла за данный тип задания.

Критерии оценивания презентации:

- логичность и полнота изложения материала;

- наличие иллюстраций (рисунков, схем, фотографий, диаграмм);
- корректность использования источников информации.

Критерии оценивания контрольного задания:

- логичность и полнота изложения материала;
- аргументированность.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1.	Водоросли	35	10	0	6	
2.	Грибы и грибоподобные организмы	33	8	0	6	
3.	Общая характеристика высших растений	38	10	0	8	
3.1.	Растительные ткани	18	4	0	4	
3.2.	Вегетативные органы	20	6	0	4	
4.	Систематика высших растений	46	14	0	12	
4.1.	Высшие споровые растения	12	6	0	2	
4.2.	Отдел Пинофиты (Голосеменные)	10	2	0	2	
4.3.	Отдел Магнолиофиты (Покрытосеменные)	24	6	0	8	
5.	Основы геоботаники	25	6	0	0	
5.1.	Строение растительных сообществ	14	4	0	0	
5.2.	География растений	11	2	0	0	
	консультация перед экзаменом					
	экзамен по дисциплине "Ботаника"					
	<b>Итого (часов)</b>	<b>180</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам.

###### 1. Водоросли.

Ботаника как наука. Основные разделы: морфология и анатомия растений, систематика, физиология, экология, фитоценология и др., их содержание. Роль растений в жизни планеты и человечества.

Таксономические категории и таксономические единицы. Критерии, используемые для группировки организмов. Место растений в системе живых организмов. Низшие и высшие растения.

Среда обитания и экологические группы водорослей. Приспособительные черты строения водорослей различных экологических групп. Строение клетки. Разнообразие структуры таллома водорослей: амебоидная (ризоподиальная), монадная, коккоидная, пальмеллоидная, нитчатая (трихальная), гетеротрихальная, сифонокладальная, сифональная, пластинчатая, тканевая (паренхиматозная), ложнотканевая (псевдопаренхиматозная). Направления эволюции талломов водорослей.

Способы размножения (вегетативное, собственно бесполое, половое) и их эволюция. Жизненные циклы водорослей: смена ядерных фаз, чередование полового и бесполого поколений. Изоморфная и гетероморфная смена поколений. Значение водорослей в природе и жизни человека. Водоросли как биоиндикаторы.

Отдел Синезеленые водоросли (цианобактерии). Положение в системе органического мира. Строение клетки, таллома, размножение. Подходы к систематике. Значение цианобактерий в наземных и водных экосистемах.

Отдел Красные водоросли. Особенности строения клетки, таллома. Размножение и циклы развития. Важнейшие представители, распространение, экология.

Отдел Зеленые водоросли. Общая характеристика: строение клетки, таллома, способы размножения и смены генераций. Распространение зеленых водорослей и их роль в различных экосистемах. Принципы систематики. Класс Собственно зеленые водоросли: порядки Вольвоксовые, Хлорококковые, Хетофоровые. Класс Ульвовые: порядки Улотриксые, Сифонокладиевые. Класс Конъюгаты (Сцеплянки): порядки Зигнемовые и Десмидиевые. Класс Харовые водоросли. Распространение, особенности строения, способы размножения типичных представителей.

Отдел Охрофиты. Общая характеристика: строение клетки, таллома, способы размножения и циклы развития. Распространение охрофитов и их роль в различных экосистемах. Принципы систематики. Класс Желтозеленые водоросли. Класс Диатомовые, или Бацилляриевые, водоросли (кремнеземки). Класс Бурые водоросли: порядки Эктокарповые, Сфацелляриевые, Диктиотовые, Кутлериевые, Ламинариевые, Фукусовые.

Распространение, особенности строения, способы размножения типичных представителей.

Происхождение различных отделов водорослей и родственные связи между ними.

**Правила работы с микроскопической техникой. Цианобактерии** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), пробы с талломами микроцистиса, осциллятории, фиксированные колонии ностока.

Изучение правил работы с микроскопической техникой, методики приготовления временных препаратов. Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (микроцистис, осциллятория, носток). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Отличительные признаки прокариот и эукариот.
2. Особенности положения цианей в системе живых организмов.
3. Систематика Цианобактерий (принципы выделения классов, порядков).
4. Строение клетки, таллома, размножение, распространение глеокапсы и микроцистиса (пор. Хроококковые).
5. Строение клетки, таллома, размножение, распространение осциллятории (пор. Осцилляриевые) и ностока (пор. Ностоковые).
6. Экология цианей, их значение в природе и хозяйственной деятельности человека.

**Отдел Зеленые водоросли** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), постоянные препараты талломов хары, спирогиры, колоний вольвокса, конъюгации спирогиры, пробы с талломами хламидомонады, кладофоры, спирогиры.

Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (хламидомонада, вольвокс, кладофора, спирогира, хара). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Отличительные признаки прокариот и эукариот.
2. Систематика Зеленых водорослей (принципы выделения классов, порядков). Отличительные признаки классов Собственно зеленые водоросли, Конъюгаты и Харовые.
3. Строение клетки, таллома, размножение, распространение Вольвоксовых на примере хламидомонады и вольвокса.
4. Строение клетки, таллома, размножение, распространение Сифонокладовых на примере кладофоры.
5. Особенности строения, размножения, распространения сеплянок на примере спирогиры.
6. Особенности строения, размножения, распространения харовых водорослей.
7. Экология зеленых водорослей, их значение в природе и хозяйственной деятельности человека.

**Отдел Охрофиты** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), постоянные препараты вошерии, пробы с диатомовыми водорослями.

Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (пиннулярия, новикюла, вошерия). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Отличительные признаки отдела Охрофиты.
2. Отличительные признаки Диатомовых и Желтозеленых водорослей.
3. Особенности строения клетки, таллома, размножение, распространение кремнезёмок на примере пиннулярии (навикулы).
4. Строение клетки, таллома, размножение Желтозеленых водорослей на примере вошерии.
5. Значение диатомей и ксантофитов в природе и жизни человека.

Терминологический диктант:

альгология, прокариоты, эукариоты, таллом (слоевище), гомоцитные и гетероцитные талломы, структуры таллома (монадная, коккоидная, трихальная, гетеротрихальная, сифональная, сифонокладальная, пластинчатая, тканевая), ризоиды, кислородный и анакислородный фотосинтез, гетероцисты, акинеты, фикоцианин, фикоэритрин, хлорофилл, каротиноиды, гликоген, цианофициновые зерна, хроматоплазма, центроплазма (нуклеоплазма), хроматофор, пиреноид, стигма, эпитека, гипотека, радиальная и билатеральная симметрия, гаметангии, гаметы, спорангии, зооспоры, апланоспоры, хологамия, изогамия, гетерогамия, оогамия, боковая конъюгация, лестничная конъюгация, антеридии, оогонии, изоморфная смена поколений, гетероморфная смена поколений, гаметофит, спорофит, изоконтные и гетероконтные жгутики, изоморфные и гетероморфные жгутики.

## **2. Грибы и грибоподобные организмы.**

Положение грибов в системе живых организмов. Трофические группы: сапротрофы, факультативные и облигатные паразиты, симбиотрофы. Топическая классификация и



экологические группы. Строение клетки. Типы вегетативного тела: плазмодий, ризомицелий, мицелий, дрожжеподобное. Видоизменения мицелия. Способы размножения грибов (вегетативное, бесполое, половое) и их эволюция. Плеоморфизм. Смена ядерных фаз. Значение грибов и грибоподобных организмов в природе и жизни человека.

Принципы систематики грибов: миксомицеты, настоящие грибы, грибоподобные организмы.

Псевдомицеты. Отдел Оомикота. Порядки Сапролегниевые и Пероноспорные. Эволюция Оомикота в связи с паразитизмом и переходом к наземному существованию.

Настоящие грибы. Важнейшие представители, роль в природе и жизни человека.

Отдел Хитридиомикота: порядки Хитридиевые, Моноблефаридовые.

Отдел Зигомикота: порядки Мукоровые и Энтомофторные.

Дикариомиты: Аскомикота и Базидиомикота, их отличительные признаки. Отдел Сумчатые грибы (Аскомикота). Принципы систематики. Подотдел Сахаромиты. Сем. Сахаромикопсидные. Подотдел Тафриномиты. Порядок Тафриновые. Подотдел Эуаскомиты: классы Эвразиомиты (или Плектромиты), Эризифомиты, Сордариомиты, Пезизомиты, Леоциомиты, Локулоаскомиты. Важнейшие порядки и представители, значение в природе и жизни человека.

Отдел Базидиомикота (Базидиальные). Принципы систематики. Класс Базидиомиты: важнейшие представители с гимениальными и гастеральными плодовыми телами. Классы Урединиомиты и Устилягиномиты. Формы паразитизма, циклы развития типичных представителей.

Отдел Дейтеромицеты, или анаморфные грибы. Важнейшие представители, их хозяйственное значение.

Лишайники: строение, размножение, экологические группы. Значение лишайников в природе и жизни человека.

Происхождение различных таксонов грибов и родственные связи между ними.

**Отделы Оомикота и Зигомикота (лабораторная работа).** Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), постоянные препараты мукора, мицелий сапролегнии, фитофторы, гербарий растений, пораженных фитофторой.

Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (сапролегния, фитофтора, мукор). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Характерные признаки грибоподобных организмов и грибов.
2. Общая характеристика отдела Оомикота.
3. Отличительные черты порядков Сапролегниевые и Пероноспорные. Особенности строения, размножения и экологии сапролегнии и фитофторы.
4. Эволюция способов размножения и типов питания Оомикота в связи переходом от водного к наземному существованию (на примере сапролегнии, фитофторы, питиума, пероноспоры).
5. Характерные черты строения и размножения Зигомикота на примере порядка Мукоровые.

**Отдел Аскомикота (лабораторная работа).** Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), мицелий пеницилла, дрожжи, плодовые тела сморчков, гербарий растений, пораженных спорыньей.

Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (пекарские дрожжи, пеницилл, спорынья, сморчок).

Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Общие черты Дикариомицетов.
2. Общая характеристика отдела Аскомикота. Принципы деления отдела на подотделы и классы. Значение зуаскомицетов в природе и жизни человека.
3. Строение и размножение дрожжей, их использование в хозяйственной деятельности человека.
4. Типы плодовых тел сумчатых грибов. Использование разнообразия плодовых тел Зуаскомицетов в их систематике.
5. Особенности строения, размножения пеницилла, его значение в природе и жизни человека.
6. Цикл развития спорыньи.
7. Особенности строения, циклов развития пезизомицетов на примере сморчка.

**Отдел Базидиомицота** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), плодовые тела трутовиков, шампиньона.

Приготовление временных препаратов. Микроскопирование, изучение строения и размножения объектов исследования (трутовик, шампиньон). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Сравнительная характеристика сумчатых и базидиальных грибов.
2. Принципы выделения классов в отделе Базидиомицота.
3. Строение плодовых тел представителей порядков Полипоровые и Агариковые, направления эволюции плодовых тел.
4. Строение, размножение, питание базидиомицетов на примере трутовика и шампиньона.
5. Роль базидиомицота в природе и хозяйственной деятельности человека?

Терминологический диктант:

микология, мицелий, гифы, септа, несептированный мицелий, септированный мицелий, дрожжеподобный почкующийся таллом (псевдомицелий), факультативные паразиты, облигатные паразиты, некротрофные паразиты, биотрофные паразиты, сапротрофы, микориза, спорангии, зооспоры, спорангиоспоры, конидии, гаметангии, гаметангиогамия, зигогамия, оогамия (у оомицота), соматогамия, оперкулятные и иноперкулятные сумки, протуникатные и эутуникатные сумки, аскоспоры, аски, дикариотическая ядерная фаза, плодовое тело, клейстотеций, перитеций, апотеций, гимений, склероции, гименальные и гастеральные плодовые тела, базидиоспоры, холобазидия, фрагмобазидия, гомобазидия, гетеробазидия, гименофор, трама, цистиды, парафизы, гимнокарпные и гемиангиокарпные плодовые тела.

### **3 Общая характеристика высших растений.**

#### **3.1. Растительные ткани.**

Гипотезы происхождения высших растений. Изменение строения, размножения и циклов развития высших растений в связи с выходом на сушу.

Особенности клеток высших растений. Понятие «ткани». Разнообразие растительных тканей, принципы их классификации. Отличительные черты строения и функции, расположение в теле растения. Образовательные ткани (меристемы). Система защитных тканей: покровные (эпидерма, перидерма, корка) и механические (колленхима, склеренхима). Система тканей, участвующих в обмене веществ: проводящие (ксилема и флоэма), ассимиляционные, запасающие, выделительные.

Культуры тканей растений.

**Образовательные и покровные ткани** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), постоянные препараты апекса побега костреца безостого, продольного среза апекса корня, эпидермы листа герани, перидермы бузины.

Микроскопирование, изучение особенностей строения меристем и покровных тканей. Оформление рисунков в альбоме.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Понятие «ткани». Принципы классификации.
2. Меристемы. Отличительные черты строения, функции. Классификация меристем по расположению в теле растения и по происхождению.
3. Покровные ткани. Общие черты строения, функции. Классификация покровных тканей. Особенности эпидермы, перидермы, корки.

**Механические и проводящие ткани** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), постоянные препараты поперечных срезов стеблей льна, кенафа, продольного среза подсолнечника, радиального среза древесины сосны, черешок бегонии (стебель колеуса), заспиртованные плоды груши.

Микроскопирование, изучение особенностей строения механических тканей, ксилемы, флоэмы, типов проводящих пучков. Оформление рисунков в альбоме.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Общие черты механических тканей, закономерности их расположения в теле растения.
2. Принципы классификации механических тканей. Особенности колленхимы, склеренхимы, склереид.
3. Общие черты проводящих тканей. Закономерности их расположения в теле растения. Особенности ксилемы и флоэмы.
4. Типы проводящих пучков.

### **3.2. Вегетативные органы.**

Общие закономерности строения вегетативных органов. Формирование побеговой и корневой систем из зародыша.

Корень. Функции корня. Типы корневых систем. Морфологическое и анатомическое строение корня. Метаморфозы корня.

Понятие о побеге, его функции. Положение побегов в пространстве. Метамерность строения. Типы ветвления побега: дихотомическое, моноподиальное, симподиальное, ложнодихотомическое. Морфология облиственного и безлистного побега. Анатомическое строение стеблей травянистых однодольных и двудольных растений. Анатомия стеблей древесных растений. Метаморфозы побега.

Лист: общий план строения, функции. Типы простых листьев в зависимости от рассечения листовой пластинки. Типы сложных листьев. Анатомическое строение листа.

Жизненные формы растений.

**Морфология и анатомическое строение корня**(лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий типов корневых систем, постоянные препараты первичного и вторичного строения корня (поперечный и продольный срезы), проростки пшеницы.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение особенностей морфологического и анатомического строения корня. Оформление рисунков в альбоме.

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Определение корня. Основные и дополнительные функции корня.

2. Понятие «корневые системы», типы корневых систем. Главный, боковой, придаточный корни.
3. Специализированные и универсальные корневые системы.
4. Морфология корня, зоны корня.
5. Общий план анатомического строения корня.
6. Первичная структура корня. Отличия в строении корня однодольных и двудольных растений.
7. Формирование вторичной структуры корня.

**Морфология и анатомия побега** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий листьев, побеги травянистых и древесных растений, постоянные препараты поперечных срезов стебля кукурузы, кирказона, сосны, липы, срезов листа камелии, хвоинки сосны.

Работа с гербарием, микрофотографирование, изучение особенностей морфологического и анатомического строения побега. Оформление рисунков в альбоме.

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Определение побега, его функции. Расположение побегов в пространстве.
2. Морфологическое строение облиственных побегов травянистых растений.
3. Определение листа, его функции. Разнообразие морфологического строения (простые, сложные, цельные, расчлененные) и жилкования листьев.
4. Анатомия стеблей травянистых растений. Отличия строения стеблей однодольных и двудольных растений.
5. Морфология и анатомия листьев.
7. Морфология побега в безлистном состоянии.
8. Способы ветвления побегов, их отличительные особенности.
9. Анатомия стеблей древесных растений. Гистологический состав коры, древесины и сердцевины.

## **4. Систематика высших растений.**

### **4.1. Высшие споровые растения.**

Общая характеристика высших споровых растений, их хозяйственная роль.

**Мохообразные:** примитивные черты строения, физиологических процессов, распространение. Принципы систематики. Отдел (класс) Печеночники. Отдел (класс) Мхи: отличительные черты, циклы развития типичных представителей. Хозяйственное значение и роль в природе.

**Отдел Плауновидные.** Общая характеристика: строение тела, равноспоровость и разноспоровость, распространение. Классы Плауновые и Полушниковые: отличительные признаки, циклы развития типичных представителей.

**Отдел Хвощевидные (Членистые):** отличительные особенности строения, размножения. Распространение по земному шару. Порядок Хвощовые: отличительные признаки, циклы развития типичных представителей.

**Отдел Папоротниковидные.** Общая характеристика: особенности строения спорофита и гаметофита, равно- и разноспоровость. Принципы систематики отдела. Классы Ужовниковые, Мараттиевые, Полиподиевые. Отличительные особенности, циклы развития, распространение типичных представителей.

**Мохообразные. Отдел Папоротниковидные** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий печеночников и листостебельных мхов, папоротников, живые растения адiantума, нефролеписа, постоянные препараты спорогониев маршанции, кукушкина льна, соруса папоротника.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение строения и циклов развития объектов исследования (маршанция, кукушкин лен, щитовник мужской). Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Общая характеристика Мохообразных, принципы выделения классов.
2. Особенности внешнего, внутреннего строения и цикла развития маршанции.
3. Особенности внешнего, внутреннего строения и цикла развития кукушкина льна.
4. Общая характеристика отдела Папоротниковидные. Особенности внешнего, внутреннего строения и цикла развития равноспорового папоротника щитовника мужского. Отличия циклов развития разноспоровых папоротников.
5. Значение мохообразных и папоротниковидных в природе и жизни человека.

#### **4.2. Отдел Пинофиты (Голосеменные).**

Возникновение семязачатка и семени. Значение семян для эволюции наземных растений.

Отдел Пинофиты (Голосеменные). Общая характеристика, распространение, принципы систематики. Классы Семенные папоротники, Беннеттитовые, Саговниковые, Оболочкосеменные, Гинкговые, Хвойные. Отличительные особенности. Важнейшие представители, роль в природе и жизни человека. Строение, цикл развития на примере сосны обыкновенной. Хозяйственная роль голосеменных, значение в природе.

**Отдел Пинофиты**(лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, биноклюляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий представителей Голосеменных, постоянный препарат мужской шишки, заспиртованные мужские и женские шишки сосны обыкновенной и других голосеменных, живые растения (цикас, кипарис, араукария).

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение строения и цикла развития сосны обыкновенной. Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объекта).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Отличия семенных растений от высших споровых.
2. Общая характеристика отдела Голосеменные (жизненные формы, распространение, преобладающее поколение, видовое разнообразие).
3. Принципы разделения отдела на классы.
4. Особенности строения и цикла развития сосны обыкновенной.
5. Роль Голосеменных растений в природе и хозяйственной деятельности человека.

#### **4.3. Систематика высших растений. Отдел Магнолиофиты (Покрытосеменные).**

Отдел Магнолиофиты. Общая характеристика, распространение, значение. Общий план строения цветка. Соцветия, их классификация. Цикл развития цветковых. двойное оплодотворение. Строение и типы плодов. Распространение плодов и семян, их значение в жизни человека.

Принципы систематики Цветковых. Отличия двудольных и однодольных растений. Класс Магнолиописиды (Двудольные), основные направления эволюции, деление на подклассы. Представители важнейших семейств: Астровые, Бобовые, Лютиковые, Пасленовые, Розоцветные, Капустные и др., их хозяйственное значение и роль в природе.

Класс Лилиописиды (Однодольные), основные направления эволюции, деление на подклассы. Представители важнейших семейств: Лилейные, Орхидные, Мятликовые, Осоковые и др., их хозяйственное значение и роль в природе.

Происхождение высших растений и филогенетические связи таксонов.

**Отдел Магнолиофиты. Цикл развития** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), живые и заспиртованные цветки хлорофитума, чины и др.; постоянные препараты поперечных срезов завязи и пыльника, продольного среза зерновки пшеницы; семена фасоли.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение строения и цикла развития покрытосеменных. Оформление рисунков в альбоме.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Отличия Цветковых от высших споровых и голосеменных растений.
2. План строения цветка и функции его частей.
3. Особенности строения и цикла развития цветковых (строение спорофита, пыльника, пестика, развитие мужского и женского гаметофитов). Сущность двойного оплодотворения.
4. Определение семени. Строение семени Цветковых.
5. Роль Магнолиофита в природе и хозяйственной деятельности человека.

Тестирование по разделу "Циклы развития высших растений".

Примеры тестовых заданий.

Примитивные признаки Мохообразных:

1. зависимость жизнедеятельности от воды
2. отсутствие корней
3. побеговая структура тела
4. правильная смена поколений.

Мужская шишка сосны – место формирования:

1. пыльцы
2. микроспор
3. зародыша
4. первичного эндосперма.

Отличия эндосперма Голосеменных растений от Цветковых:

1. функция половая и запасаящая
2. образуется после оплодотворения
3. клетки содержат триплоидный набор хромосом
4. клетки гаплоидные.

В ходе эволюции семязачаток сформировался из:

1. зиготы
2. гаметы
3. гаметангия
4. спорангия.

В состав зародыша входят:

1. семенная кожура
2. зародышевый корешок
3. семядоли
4. гипокотиль
5. почечка.

Распределите растения на группы:

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| А) равноспоровые | 1. Сальвиния   |
| Б) разноспоровые | 2. Хвощ        |
|                  | 3. Щитовник    |
|                  | 4. Селагинелла |
|                  | 5. Плаун.      |

**Отдел Магнолиофиты. Класс Магнолиописиды** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий представителей семейств Лютиковые, Розовые, Бобовые, живые и заспиртованные цветки лютика, яблони, лапчатки, чины и др.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение отличительных черт представителей семейств Лютиковые, Розовые, Бобовые; составление формул цветков. Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Общая характеристика отдела Магнолиофиты (жизненные формы, распространение, преобладающее поколение, видовое разнообразие).
2. Отличительные особенности класса Магнолиописиды (Двудольные).
3. Диагностические признаки представителей семейств Лютиковые, Розовые, Бобовые.
4. Роль представителей изучаемых семейств в природе и хозяйственной деятельности человека.

**Отдел Магнолиофиты. Класс Магнолиописиды** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий представителей семейств Капустные, Паслёновые, Астровые, живые и заспиртованные цветки капусты, икотника, паслёна, подсолнечника и др.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение отличительных черт представителей семейств Капустные, Паслёновые, Астровые, составление формул цветков. Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Общая характеристика отдела Магнолиофиты (жизненные формы, распространение, преобладающее поколение, видовое разнообразие).
2. Отличительные особенности класса Магнолиописиды (Двудольные).
3. Диагностические признаки представителей семейств Капустные, Пасленовые, Астровые.
4. Роль представителей изучаемых семейств в природе и хозяйственной деятельности человека.

**Отдел Магнолиофиты. Класс Лилиописиды** (лабораторная работа). Материалы и оборудование: бинокляры, чашки Петри, пеналы (с препаровальными иглами, салфетками, предметными и покровными стеклами), гербарий представителей семейств Лилейные, Орхидные, Осоковые, Мятликовые, живые и заспиртованные цветки тюльпана, лука, мятлика, ржи, осоки и др.

Работа с гербарием, микроскопирование, изучение отличительных черт представителей семейств Лилейные, Орхидные, Осоковые, Мятликовые, составление формул цветков. Оформление рисунков в альбоме (с указанием систематического положения объектов исследования).

Разработка презентаций (работа в группах по 3-4 человека) по темам:

- Распределение тяжелых металлов в системе почва - корни растений;
- Культивирование изолированно растущих корней растений;
- Лекарственные вещества растений;
- Трансгенные растения в сельском хозяйстве;
- Растения как биоиндикаторы.

Вопросы для подготовки к занятию.

1. Общая характеристика отдела Магнолиофиты (жизненные формы, распространение, преобладающее поколение, видовое разнообразие).
2. Отличительные особенности класса Лилиописиды (Однодольные).

3. Диагностические признаки представителей семейств Лилейные, Орхидные, Осоковые, Мятликовые.
4. Роль представителей изучаемых семейств в природе и хозяйственной деятельности человека.

## **5. Основы геоботаники. Строение растительных сообществ.**

### **5.1. Строение растительных сообществ.**

Геоботаника как наука. Понятия флоры и растительности. Биогеоценоз и фитоценоз. Формирование фитоценозов. Строение растительных сообществ: флористический состав, количественные отношения видов, пространственная структура фитоценозов (ярусность, горизонтальное сложение). Гетерогенность популяций растений. Взаимоотношения между растениями. Влияние растительности на среду. Динамика и устойчивость фитоценозов.

### **5.2. География растений.**

Понятие ареала, типы и виды ареалов растений. Основы флористической географии. Флористические царства.

Основные закономерности распространения растительности по земному шару. Зональная и незональная растительность. Высотная поясность.

Охрана природы. Редкие и исчезающие виды растений.

Контрольное задание по разделу «Основы геоботаники».

Пример задания.

Многие широколиственные породы, не встречаясь в естественных растительных сообществах, успешно выращиваются на территории городов этих же природных зон. Объясните причины.

### **Консультация перед экзаменом.**

На консультации обучающиеся имеют возможность задать вопросы, по которым они испытывали затруднение при подготовке к экзамену. Также студенты могут поработать с гербарием и препаратами, фиксированным материалом.

## **5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся.**

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	1 семестр	
1	Водоросли	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к теоретическим вопросам для лабораторных занятий, терминологическому диктанту
2	Грибы и грибоподобные организмы	
3	Общая характеристика высших растений	
3.1	Растительные ткани	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к теоретическим вопросам для лабораторных занятий
3.2	Вегетативные органы	
4	Систематика высших растений	
4.1	Высшие споровые растения	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций. Подготовка к



4.2	Отдел Пинофиты (Голосеменные)	теоретическим вопросам для лабораторных занятий, тестированию
4.3	Отдел Магнолиофиты (Покрывосеменные)	
5.	Основы геоботаники	
5.1	Строение растительных сообществ	Чтение обязательной и дополнительной литературы, проработка лекций, выполнение контрольного задания
5.2	География растений	
	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
	Экзамен по дисциплине "Ботаника"	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Оценка проводится по бально-рейтинговой системе. Обучающиеся, не согласные с полученной оценкой по сумме баллов или набравшие менее 61 балла, сдают экзамен.

По дисциплине предусмотрен устный экзамен. Студенты отвечают на теоретические вопросы экзаменационных билетов, комментируют ответы с использованием «немых» препаратов, гербария, фиксированного материала.

При наличии пропусков по лабораторным занятиям преподаватель имеет право дать дополнительное задание студенту по соответствующей теме.

Вопросы к экзамену.

1. Предмет и задачи ботаники, основные разделы. Глобальная роль растений.
2. Современная система органического мира. Таксономические категории в систематике растений. Вид как основная систематическая (таксономическая) категория.
3. Основные черты экологии водорослей, приспособленность строения тела к среде обитания.
4. Роль водорослей в природных экосистемах и жизни человека.
5. Строение клетки водорослей. Многообразие и эволюция структур таллома (ответ комментируется с использованием препаратов).
6. Направления эволюции форм размножения и циклов развития водорослей.
7. Синезеленые водоросли (цианобактерии). Положение в системе живых организмов. Распространение, строение клетки, таллома, размножение, принципы систематики, значение (ответ комментируется с использованием препаратов).
8. Общая характеристика отдела Зеленые водоросли. Распространение, строение клетки, таллома, размножение, принципы систематики. Значение.
9. Сравнительная характеристика порядков Вольвовые, Хлорококковые, Хетофоровые: строение, размножение, циклы развития типичных представителей (на примере препаратов).
10. Сравнительная характеристика порядков Улотриковые, Сифонокладовые: строение, размножение, циклы развития типичных представителей (на примере препаратов).
11. Класс Конъюгаты. Особенности строения, размножения, систематика класса, отличительные черты порядков (на примере препаратов).
12. Класс Харовые водоросли. Отличительные черты строения, размножения (на примере препаратов).
13. Общая характеристика отдела Охрофиты. Распространение, строение клетки, таллома, размножение, принципы систематики. Значение.
14. Класс Желтозеленые водоросли. Порядок Вошериевые (на примере препаратов).
15. Общая характеристика Бурых водорослей. Распространение, строение клетки, таллома, размножение, принципы систематики. Значение.

16. Эволюция строения и чередования поколений на примере представителей порядков Эктокарповые, Сфацелляриевые, Диктиотовые, Кутлериевые.
17. Сравнительная характеристика порядков Ламинариевые и Фукусовые.
18. Класс Диатомовые водоросли: особенности строения тела, способы размножения, систематика (на примере препаратов).
19. Общая характеристика грибов: строение клетки тела, способы питания и размножения. Принципы выделения таксонов.
20. Экология грибов, их роль в природе и хозяйственной деятельности человека.
21. Оомицота, их эволюция в связи с паразитизмом и переходом от водного к наземному существованию. Порядки Сапролегниевые, Пероноспоровые (ответ комментируется с использованием гербария).
22. Хитридиомикота. Порядки Хитридиевые и Моноблефаридовые.
23. Зигомицота. Порядки Мукоровые и Энтомофторовые. Характеристика типичных представителей (на примере препаратов).
24. Общая характеристика Аскомицота: происхождение, особенности строения, половое и бесполое спороношение, экологические группы. Значение.
25. Сахаромицеты. Сем. Сахаромикопсидные. Дрожжи и их хозяйственное значение (на примере препаратов).
26. Особенности строения и размножения типичных представителей пор. Эвросциевые. Значение пеницилла и аспергилла в хозяйстве и медицине (на примере препаратов).
27. Характеристика важнейших представителей порядков Эризифовые и Гипокрейные. Цикл развития спорыньи пурпурной (на примере гербария).
28. Характеристика типичных представителей порядков Пезизовые и Леоциевые. Строение апотециев и сумок сморчка, молинии (на примере препаратов).
29. Общая характеристика Базидиомикота: происхождение, особенности строения, половое и бесполое спороношение, экологические группы. Значение.
30. Гименомицеты. Порядки Полиспоровые и Агариковые, эволюция плодовых тел (ответ комментируется с использованием зафиксированного материала).
31. Гастеромицеты: общие черты порядков, строение и эволюция плодовых тел. Типичные представители пор. Веселковые, Дождевиковые, Гнездовковые.
32. Порядок ржавчинные. Типы паразитизма. Цикл развития линейной ржавчины.
33. Порядок головневые грибы. Типы паразитизма. Циклы развития твердой, пыльной головни.
34. Несовершенные грибы (Дейтеромицота), положение в системе грибов, принципы классификации, распространение и значение.
35. Лишайники: взаимодействие компонентов, особенности внешнего и внутреннего строения таллома, размножения. Основные черты экологии. Принципы систематики (на примере гербария).
36. Миксомицеты. Особенности строения, размножения. Значение.
37. Изменение строения, размножения и циклов развития высших растений в связи с выходом на сушу.
38. Основные положения клеточной теории. Особенности строения клеток высших растений.
39. Строение и функции образовательных тканей, расположение в теле растения (на примере препаратов).
40. Строение и функции механических тканей, расположение в теле растения (на примере препаратов).
41. Строение и функции покровных тканей, расположение в теле растения (на примере препаратов).
42. Строение и функции проводящих тканей (на примере препаратов).
43. Ассимиляционные, запасные и выделительные ткани: строение, функции, расположение в теле растения.

44. Корень: определение, функции. Морфология корня. Типы корневых систем (на примере гербария).
45. Анатомическое строение корней. Первичная и вторичная структура корня (на примере препаратов).
46. Морфология облиственного побега растений, анатомия стеблей травянистых растений (на примере препаратов).
47. Морфология безлистного побега, анатомия стеблей древесных растений (на примере препаратов).
48. Лист. Разнообразие морфологического и анатомического строения (на примере гербария).
49. Понятие «метаморфоз». Метаморфозы корня и побега.
50. Происхождение и систематика высших растений.
51. Общая характеристика Мохообразных. Примитивность строения, физиологических процессов, распространение мохообразных. Отличительные черты Отделов (классов) Печеночники и Мхи.
52. Печеночные мхи: особенности строения вегетативного тела, размножения, цикла развития на примере маршанции (на примере гербария и препаратов).
53. Порядки Сфагновые и Зеленые мхи: особенности строения, размножения, циклы развития (на примере гербария и препаратов).
54. Отдел Плауновидные. Общая характеристика, строение спорофита и гаметофита. Циклы развития равноспоровых и разноспоровых плауновидных (на примере гербария и препаратов).
55. Отдел Хвощевидные. Порядок Хвощевые, цикл развития хвоща полевого (на примере гербария и препаратов).
56. Общая характеристика отдела Папоротниковидные. Особенности строения, размножения, циклов развития, распространение. Принципы систематики (на примере гербария и препаратов).
57. Циклы развития равноспоровых и разноспоровых папоротников.
58. Голосеменные растения: особенности строения, распространения, роль в природе и жизни человека. Цикл развития на примере сосны обыкновенной (на примере гербария и препаратов).
59. Принципы систематики Голосеменных растений. Отличительные черты классов. Важнейшие представители.
60. Покрытосеменные растения. Общий план строения цветка. Цикл развития.
61. Соцветия, их классификация (на примере гербария).
62. Плоды. Строение и классификация (на примере гербария).
63. Строение семени и зародыша. Условия прорастания семян. Строение проростка.
64. Классы Однодольные и Двудольные: отличительные признаки, основные семейства, значение в жизни человека.
65. Сравнительная характеристика семейств Мятликовые, Осоковые. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
66. Сравнительная характеристика семейств Лилейные, Орхидные. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
67. Сравнительная характеристика семейств Капустные, Розовые. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
68. Сравнительная характеристика семейств Астровые, Бобовые. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
69. Сравнительная характеристика семейств Лютиковые, Пасленовые. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
70. Сравнительная характеристика семейств Зонтичные, Гречишные. Типичные представители, их значение (на примере гербария).
71. Понятие биогеоценоза, его структура, взаимосвязь компонентов. Место растительных сообществ в биогеоценозах.

72. Понятие фитоценоза. Флористический состав, количественные отношения видов, роль различных видов в жизни сообщества.
73. Вертикальная и горизонтальная структура фитоценозов.
74. Устойчивость и динамика фитоценозов.
75. Жизненные формы растений. Классификация жизненных форм по И. Г. Серебрякову (на примере гербария).
76. Охраны природы. Редкие и исчезающие виды растений.
77. Основные закономерности распределения растительности по земному шару. Зональная и незоная растительность.
78. Типы и виды ареалов растений. Понятие флоры. Флористические царства.

## 6.2. Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	- способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1	<p>Знает термины, понятия, необходимые для изучения многообразия ботанических объектов; положение растений и грибов в системе живых организмов, их роль в природе и жизни человека; особенности строения, размножения, направления эволюции, принципы систематики растений и грибов; строение растительных сообществ и общие закономерности распространения растительного покрова;</p> <p>умеет наблюдать, описывать ботанические объекты, определять систематическую принадлежность грибов и растений, работать с микроскопической техникой; описывать строение растительных сообществ; применять методы и средства исследования ботанических объектов</p>	<p>опрос на лабораторном занятии, выполнение заданий лабораторного практикума, терминологические диктанты, тестирование, разработка презентации, решение контрольного задания</p>	<p>Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ</p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

### 7.1. Основная литература:

1. Тарасов, К. Л. Ботаника. Курс альгологии и микологии: учебник / К. Л. Тарасов, А. Н. Камнев, Г. А. Беляков; под редакцией Ю. Т. Дьяков. – Москва: Московский государственный

университет имени М.В. Ломоносова, 2007. – 559 с.– ISBN 978-5-211-05336-6. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/13164.html>(дата обращения: 24.04.2020). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Попова, В. Т. Систематика растений: учебное пособие / В. Т. Попова, А. А. Попова. – Воронеж: ВГЛУ, 2015. – 171 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71672>(дата обращения:20.04.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Ботаника (морфология и анатомия растений): учебное пособие / О. Г. Воронова, М. Ф. Мельникова; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Тюм. гос ун-т. – Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2006. –Доступ по паролю из сети Интернет (чтение). –URL:<https://library.utmn.ru/dl/PPS/174843-Ботаника.pdf>. (дата обращения 24.04.2020).

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Ботаника: в 4 т.: учебник для студентов, обучающихся по специальности 020200 "Биология". – М.: Академия, Б.г. (Высшее профессиональное образование). Т. 1: Водоросли и грибы / авт.-сост. Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов, 2006. –320 с.

2. Ботаника: учебник для студентов, обучающихся по специальности 020200 "Биология": в 4 т. – М.: Академия, Б.г. (Высшее профессиональное образование). Т. 2: Водоросли и грибы / авт.-сост. Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов, 2006. –320 с.

3. Демина, М. И. Геоботаника с основами экологии и географии растений: учебное пособие / М. И. Демина, А. В. Соловьев, Н. В. Четкина. - Москва: Российский государственный аграрный заочный университет, 2013. - 148 с. - ISBN 2227-8397. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/20643.html> (дата обращения: 18.04.2020). - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Еленевский, А. Г. Ботаника: систематика высших, или наземных, растений: учебник для студентов педвузов, обуч. по спец. "Биология" / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. 4-е изд., испр. – М.: Академия, 2006. –464 с.

5. Шошина, Е. В. Аквакультура водорослей. Лабораторный практикум: учебное пособие / Е. В. Шошина, В. И. Капков. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 104 с. - ISBN 978-5-8114-4474-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/139313> (дата обращения: 14.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

1. <https://www.plantarium.ru>. Открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран

2. <https://bigenc.ru/biology/> Большая российская энциклопедия. Биология

## **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**


– Лицензионное ПО:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций, оснащенные мультимедийным оборудованием;
- лаборатории в Институте Биологии, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ГЕНЕТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Трофимов О.В. Генетика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Генетика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.



## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Генетика» является получение знаний об основных принципах и законах генетики, представлений о наследственности и изменчивости как базовых свойствах живых организмов, а также механизмах хранения, передачи и реализации генетической информации. В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают знания об особенностях строения хромосом, генетической роли процессов митоза, мейоза, гаметогенеза, изменчивости и ее механизмах; знакомятся с законами независимого и сцепленного наследования признаков, особенностями взаимодействия генов; приобретают знания о структуре носителей генетической информации, а также механизмах протекания основных генетических процессов на молекулярном уровне.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Биохимия»; «Белковая и клеточная инженерия»; «Генетическая инженерия», «Геномика и протеомика», «Молекулярная биология и молекулярная генетика», «Методы цитогенетики». Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по химии, физике, биохимии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) (ОПК-2)	ОПК-2	Знает основные фундаментальные проблемы и современные достижения генетики
		Умеет использовать специализированные знания по генетике для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			5
<b>Общий объем</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		34	34

Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

### 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе рейтинговой системы. Максимально возможное количество баллов в семестре на одного студента: 100 баллов. Баллы начисляются за следующие активности:

- 1) посещение лекционного занятия – 1 балл;
- 2) работа на практическом занятии – 0-7,5 баллов.

Возможно получение экзаменационной оценки по результатам деятельности обучающихся в семестре, исходя из следующей шкалы перевода баллов в оценку:

61-75 баллов - "удовлетворительно";

76-90 баллов - "хорошо";

91-100 баллов - "отлично".

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в форме устного собеседования.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Предмет и задачи генетики	5	2	0	0	0
2	Строение хромосом и кариотип	5	2	0	0	0
3	Установочная конференция «Основные разделы и практические приложения генетики»	6	0	4	0	0
4	Митоз, мейоз и гаметогенез	5	2	0	0	0
5	Законы Менделя и условия их выполнения	5	2	0	0	0
6	Законы наследования, моно-, ди- и полигибридное скрещивание	6	0	4	0	0
7	Взаимодействие аллельных генов	5	2	0	0	0

8	Взаимодействие неаллельных генов	5	2	0	0	0
9	Взаимодействие аллельных и неаллельных генов	6	0	4	0	0
10	Наследование, сцепленное с полом; генетическая детерминация пола	5	2	0	0	0
11	Сцепленное наследование и генетическое картирование	5	2	0	0	0
12	Хромосомная теория наследственности	6	0	4	0	0
13	Изменчивость организмов (часть 1)	5	2	0	0	0
14	Изменчивость организмов (часть 2)	5	2	0	0	0
15	Гибридологический анализ	6	0	4	0	0
16	Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 1)	5	2	0	0	0
17	Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 2)	5	2	0	0	0
18	Изменчивость	6	0	4	0	0
19	Стабильность генетической информации: репликация ДНК	5	2	0	0	0
20	Стабильность генетической информации: репарация ДНК	5	2	0	0	0
21	Генетическая трансформация организмов	6	0	4	0	0
22	Реализация генетической информации: биосинтез РНК и регуляция транскрипции	5	2	0	0	0
23	Реализация генетической информации: процессинг РНК	5	2	0	0	0
24	Реализация генетической информации: биосинтез белка	5	2	0	0	0

25	Молекулярная генетика	8	0	6	0	0
26	Экзамен	9	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	34	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Предмет и задачи генетики

Предмет генетики. Основные понятия. Наследственность и изменчивость как универсальные свойства живых организмов. Основные разделы и методы генетики. Популяционная генетика. Классическая (меделевская) генетика. Цитогенетика. Молекулярная генетика. Практические приложения генетики. Психогенетика. Генетика развития. Филогенетика. Селекция. Археогенетика. Экологическая генетика. Частная генетика. Иммуногенетика. Медицинская генетика. Геномика. Генетическая инженерия. Значение генетики для медицины и сельского хозяйства. Основные теоретические проблемы и задачи генетики.

##### 2. Строение хромосом и кариотип

Хроматин как основной компонент интерфазных ядер. Эухроматин. Гетерохроматин. Хромосомы. Морфология эукариотической хромосомы. Классификация хромосом в зависимости от расположения центромеры. Состав хроматина. Гистоны. Нуклеосома. Уровни компактизации хроматина. Механизмы конденсации и деконденсации хроматина. Метилирование хромосомной ДНК. Ацетилирование гистонов. Разнообразие хромосом. Микрохромосомы. Голоцентрические хромосомы. Политенные хромосомы. Хромосомы типа ламповых щёток. Кариотип. Методы изучения кариотипа. Кариограмма. Идиограмма. Номенклатура. Хромосома прокариот (нуклеоид). Строение и состав. Суперспирализация. Механизм конденсации и деконденсации.

##### 3. Установочная конференция «Основные разделы и практические приложения генетики»

Темы выступлений:

1. Популяционная генетика.
2. Классическая (меделевская) генетика.
3. Цитогенетика.
4. Молекулярная генетика.
5. Психогенетика.
6. Генетика развития.
7. Филогенетика.
8. Селекция.
9. Археогенетика.
10. Частная генетика.
11. Иммуногенетика.
12. Медицинская генетика.
13. Геномика.

##### 4. Митоз, мейоз и гаметогенез

Проблема распределения генетической информации в процессе размножения клеток. Клеточный цикл. Стадии митоза. «Поведение» хромосом на различных стадиях митоза. Стадии мейоза. «Поведение» хромосом на различных стадиях мейоза. Рекомбинация генетического материала в ходе мейоза. Независимое расхождение хромосом. Кроссинговер. Гаметогенез у животных. Особенности оогенеза и сперматогенеза. Гаметогенез у растений.

## 5. Законы Менделя и условия их выполнения

Моно-, ди-, полигибридное скрещивание. Гибридологический анализ. Особенности работы Грегора Менделя. Доминантность, рецессивность. Гомозигота, гетерозигота. Схемы скрещивания по генотипу и фенотипу. Фенотипические радикалы. Фенотипические и генотипические классы потомков. Расщепление. Анализирующее скрещивание. Возвратные скрещивания. Реципрокные скрещивания. Число типов гамет, классов потомков. Соотношение классов потомков во втором поколении. Условия выполнения законов Менделя.

## 6. Законы наследования, моно-, ди- и полигибридное скрещивание

Решение кейсов и выполнение модельных заданий по темам:

1. Законы наследования.
2. Полигибридное скрещивание.

## 7. Взаимодействие аллельных генов

Определение аллельных и неаллельных генов. Понятие аллеля. Полное и неполное доминирование. Кодоминирование. Сверхдоминирование. Межаллельная комплементация. Молекулярные механизмы взаимодействия аллелей. Множественный аллелизм.

## 8. Взаимодействие неаллельных генов

Типы взаимодействия неаллельных генов. Комплементарность. Доминантный и рецессивный эпистаз. Кумулятивная и некумулятивная полимерия. Гены однозначного действия. Полигенное наследование. Молекулярные механизмы взаимодействия неаллельных генов. Объединение субъединиц. Параллельные метаболические пути. Активация и репрессия транскрипции. Прямое ингибирование. Последовательные метаболические пути. Влияние концентрации продуктов экспрессии генов на выраженность признака.

## 9. Взаимодействие аллельных и неаллельных генов

Решение кейсов и выполнение модельных заданий по темам:

1. Неполное доминирование.
2. Множественный аллелизм.
3. Кодоминирование.
4. Комплементарность.
5. Эпистаз.
6. Полимерия.

## 10. Наследование, сцепленное с полом; генетическая детерминация пола

Опыты Томаса Моргана с мухой дрозофилой. Различия в реципрокных скрещиваниях. Крисс-кросс наследование. Половые хромосомы и аутосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Типы хромосомного определения пола. Гинандроморфизм. Структурные особенности и эволюция Y-хромосомы. Доминантное и рецессивное X-сцепленное наследование. Голандрическое наследование. Зависимые от пола признаки. Ограниченные полом признаки. Дозовая компенсация.

## 11. Сцепленное наследование и генетическое картирование

Сцепленное аутосомное наследование. Полное и неполное сцепление. Группы сцепления. Цис- и транс-фаза. Частота кроссинговера. Генетические дистанции. Хромосомная теория наследственности. Генетические карты сцепления. Некоторые современные методы построения генетических карт. Соматическая гибридизация клеток. Гибридизация *in situ* (FISH). Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов. Секвенирование. Картирование геномов прокариот. Прерванная конъюгация. Трансдукционное картирование.

## 12. Хромосомная теория наследственности

Решение кейсов и выполнение модельных заданий по темам:

1. Наследование, сцепленное с полом.
2. Сцепленное аутосомное наследование

## 13. Изменчивость организмов (часть 1)

Основные типы изменчивости: онтогенетическая, модификационная, генотипическая (комбинативная и мутационная) изменчивость. Факторы (источники) комбинативной изменчивости. Значение комбинативной изменчивости в селекции и эволюции. Мутационная теория Гуго Де Фриза. Основные принципы классификации мутаций. Генные мутации: транзиции, трансверсии, вставки, делеции. Миссенс-мутации. Нонсенс-мутации. Сдвиг рамки считывания. Хромосомные мутации: внутривхромосомные, межхромосомные. Делеции, дубликации, инверсии, транслокации. Изохромосомы, дицентрические и кольцевые хромосомы. Робертсоновские транслокации. Особенности конъюгации и расхождения хромосом при наличии мутаций.

## 14. Изменчивость организмов (часть 2)

Классификация геномных мутаций. Полиплоидия и гетероплоидия. Автополиплоидия и аллополиплоидия. Мейоз и генетический анализ у полиплоидов. Конъюгация и расхождение хромосом. Использование полиплоидов в селекции. Стерильность и восстановление фертильности у полиплоидов. Капустно-редечный гибрид. Природные аллополиплоиды. Гетероплоидия, ее механизмы. Модификационная изменчивость. Норма реакции. Нормальное распределение. Механизмы и типы модификаций: адаптивные модификации, морфозы, фенкопии, фенотипическая супрессия. Методы изучения модификационной изменчивости. Значение изменчивости в селекции и эволюции.

## 15. Гибридологический анализ

Выполнение итоговой контрольной работы по теме "Гибридологический анализ".

## 16. Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 1)

Открытие нуклеиновых кислот. Типы нуклеиновых кислот. Локализация нуклеиновых кислот в клетках. Химический состав нуклеиновых кислот. Структура пентоз, входящих в состав нуклеиновых кислот (рибозы и дезоксирибозы). Цикло-цепная таутомерия и конформационные возможности пентоз. Химическое строение азотистых оснований. Кетонольная и аминок-иминная таутомерия. Минорные основания в ДНК и РНК. Строение и номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Природа межнуклеотидной связи.

## 17. Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 2)

Вторичная структура ДНК. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Факторы, обеспечивающие стабильность вторичной структуры ДНК. Водородные связи. Пары оснований. Стэкинг-взаимодействия. Формы ДНК. Их сходства и различия. Параметры спиралей. А-форма РНК. Вторичная структура РНК. Шпильки. Неканонические пары оснований. Принципы формирования третичной структуры РНК. Триплеты и квартеты оснований. Участие рибозы в образовании водородных связей. Пространственная структура тРНК.

## 18. Изменчивость

Вопросы для подготовки к коллоквиуму:

1. Основные типы изменчивости.
2. Комбинативная изменчивость.
3. Механизмы комбинативной изменчивости у про- и эукариот.

4. Классификации мутаций.
5. Генные мутации.
6. Хромосомные мутации.
7. Особенности мейоза при хромосомных перестройках.
8. Автополиплоидия.
9. Аллополиплоидия.
10. Гетероплоидия.
11. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
12. Модификационная изменчивость. Норма реакции.
13. Механизмы модификаций.
14. Особенности наследования количественных признаков. Гены-модификаторы. Непрерывное распределение.

#### **19. Стабильность генетической информации: репликация ДНК**

Молекулярные механизмы репликации ДНК у прокариот. Общее уравнение синтеза ДНК. Полуконсервативный способ репликации. Понятие репликона, ориджина репликации. Репликативная "вилка". Белки, участвующие в репликации ДНК. Современные модели репликации. Особенности репликации ДНК у эукариот. Механизм инициации репликации. Множественные ориджины. Удвоение нуклеосом. Репликация теломеров. Теломераза.

#### **20. Стабильность генетической информации: репарация ДНК**

Механизмы репарации ДНК. Системы прямой репарации. Фотореактивация. Дезалкилирование. Эксцизионная репарация. Репарация с участием ДНК-гликозилаз. UvrA,B,C,D-зависимая система. Репарация неспаренных оснований с участием продуктов генов mutH, mutS и mutL. SOS-репарация.

#### **21. Генетическая трансформация организмов**

Выполнение учебно-исследовательской работы "Трансформация кишечной палочки плазмидной конструкцией, содержащей ген зеленого флуоресцентного белка".

#### **22. Реализация генетической информации: биосинтез РНК и регуляция транскрипции**

Транскрипция и биосинтез РНК у прокариот. Структура и функции бактериальной РНК-полимеразы. Стадии транскрипции. Инициация транскрипции у бактерий. Структура промоторов. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Элонгация транскрипции, факторы элонгации. Терминация транскрипции, ее типы. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов на примере лактозного оперона. Катаболитная репрессия как пример позитивной регуляции транскрипции. Явление аттенуации. Триптофановый оперон. Механизмы транскрипции эукариотических генов. Типы ДНК-зависимых РНК-полимераз, их функции. Строение РНК-полимеразы II. Факторы транскрипции. Инициация транскрипции: сборка инициаторного комплекса. Регуляторные зоны эукариотических генов. Проксимальные и дистальные регуляторные элементы. Энхансеры, сайленсеры.

#### **23. Реализация генетической информации: процессинг РНК**

Механизмы РНК-процессинга. Экзоны и интроны. Гипотезы происхождения интронов. Сплайсинг. Механизмы сплайсинга. Группы интронов. Сплайсосома. Малые ядерные рибонуклеопротеины. Альтернативный сплайсинг, его биологическое значение. Процессы кэпирования и полиаденилирования РНК. Механизмы РНК-редактирования. Модификационное редактирование. Инсерционно-делеционное редактирование.

## 24. Реализация генетической информации: биосинтез белка

Уравнение суммарной химической реакции биосинтеза белка. Энергетическое обеспечение процесса трансляции. Компоненты аппарата трансляции. Полярность трансляции. Адапторная гипотеза Крика. Гипотеза качающихся оснований. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Активация аминокислот. Акцептирование аминокислотных остатков на тРНК. Генетический код. Рамка считывания. Экспериментальная расшифровка состава кодонов при использовании искусственных матричных полирибонуклеотидов. Понятие о неперекрываемости кодонов, вырожденности и универсальности генетического кода. Прокариотические и эукариотические рибосомы. Состав рибосомных субъединиц. Рибосомные РНК и белки. Функциональные центры рибосомы и их локализация. Инициация трансляции у прокариот: иницирующие кодоны, инициаторная тРНК, факторы инициации. Последовательность событий в процессе инициации. Особенности процесса инициации у эукариот. Элонгация у прокариот. Факторы элонгации. Последовательность событий в процессе элонгации: поступление аминоацил-тРНК в рибосому, транспептидация, транслокация. Особенности элонгации у эукариот. Терминация трансляции. Кодоны терминации. Факторы терминации. Последовательность событий в процессе терминации.

## 25. Молекулярная генетика

Вопросы для подготовки к коллоквиуму:

1. Химический состав нуклеиновых кислот. Структура пентоз и азотистых оснований. Строение и номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов.
2. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Природа межнуклеотидной связи.
3. Вторичная структура ДНК. Пары оснований. Принцип комплементарности и его биологическое значение.
4. Вторичная структура РНК. Шпильки. Неканонические пары оснований. Вторичная и третичная структура тРНК.
5. Молекулярные механизмы репликации ДНК. Полуконсервативный способ репликации. Репликативная "вилка". Белки, участвующие в репликации ДНК.
6. Особенности репликации ДНК у про- и эукариот. Сигма и тетта-репликация. Ориджины. Удвоение нуклеосом. Репликация теломеров.
7. Механизмы репарации ДНК. Фотореактивация. Дезалкилирование. Эксцизионная репарация. SOS-репарация.
8. Транскрипция и биосинтез РНК. Стадии транскрипции. Структура промоторов и РНК-полимераз про- и эукариот.
9. Регуляция транскрипции. Лактозный оперон. Триптофановый оперон. Проксимальные и дистальные регуляторные элементы у эукариот. Энхансеры, сайленсеры.
10. Механизмы РНК-процессинга. Экзоны и интроны. Сплайсинг. Механизмы сплайсинга. Альтернативный сплайсинг, его биологическое значение.
11. Механизмы РНК-процессинга. Кэпирование и полиаденилирование РНК. Механизмы РНК-редактирования.
12. Трансляция РНК. Компоненты аппарата трансляции. Адапторная гипотеза Крика. Полярность трансляции.
13. Генетический код. Свойства кода. Рамка считывания. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Активация аминокислот. Акцептирование аминокислотных остатков на тРНК.
14. Прокариотические и эукариотические рибосомы. Состав рибосомных субъединиц. Рибосомные РНК и белки. Функциональные центры рибосомы и их локализация.
15. Инициация, элонгация и терминация трансляции у про- и эукариот. Факторы и механизмы инициации, элонгации, терминации.



## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Виды СРС
1	Предмет и задачи генетики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Строение хромосом и кариотип	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Установочная конференция «Основные разделы и практические приложения генетики»	Проработка лекций
4	Митоз, мейоз и гаметогенез	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Законы Менделя и условия их выполнения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Законы наследования, моно-, ди- и полигибридное скрещивание	Проработка лекций
7	Взаимодействие аллельных генов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Взаимодействие неаллельных генов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Взаимодействие аллельных и неаллельных генов	Проработка лекций
10	Наследование, сцепленное с полом; генетическая детерминация пола	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Сцепленное наследование и генетическое картирование	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Хромосомная теория наследственности	Проработка лекций
13	Изменчивость организмов (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Изменчивость организмов (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Гибридологический анализ	Проработка лекций
16	Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Структурная организация нуклеиновых кислот (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Изменчивость	Проработка лекций
19	Стабильность генетической информации: репликация ДНК	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Стабильность генетической информации: репарация ДНК	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Генетическая трансформация организмов	Проработка лекций
22	Реализация генетической информации: биосинтез РНК и регуляция транскрипции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Реализация генетической информации: процессинг РНК	Чтение обязательной и дополнительной литературы

24	Реализация генетической информации: биосинтез белка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Молекулярная генетика	Проработка лекций

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем по списку нижеприведенных вопросов:

1. Предмет, методы, задачи и основные разделы генетики.
2. Уровни компактизации и структура хроматина.
3. Морфологическое строение хромосом. Кариотип.
4. Политенные хромосомы и хромосомы типа ламповых щеток.
5. Генетический аппарат прокариот.
6. Клеточный цикл. «Поведение» хромосом в митозе. Значение митоза.
7. Особенности распределения генетического материала в мейозе. Значение мейоза.
8. Генетическая рекомбинация в процессе гаметогенеза у животных и растений.
9. Особенности работы Грегора Менделя. Законы наследования. Моногибридное скрещивание.
10. Дигибридное скрещивание. Статистический характер расщепления.
11. Условия выполнения законов Менделя.
12. Полигибридное скрещивание.
13. Множественный аллелизм. Типы взаимодействия аллельных генов и молекулярные механизмы взаимодействия.
14. Комплементарное взаимодействие неаллельных генов. Механизмы взаимодействия.
15. Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов. Механизмы взаимодействия.
16. Полимерное взаимодействие генов. Кумулятивная и некумулятивная полимерия.
17. Особенности наследования, сцепленного с полом.
18. Типы хромосомного определения пола. Особенности половых хромосом.
19. X-сцепленное, голландрическое и митохондриальное наследование.
20. Сцепленное аутосомное наследование. Полное и неполное сцепление генов.
21. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана.
22. Принципы построения генетических карт сцепления.
23. Классические и современные методы картирования геномов про- и эукариот.
24. Характеристика основных типов изменчивости.
25. Комбинативная изменчивость. Источники комбинативной изменчивости.
26. Молекулярные механизмы генетической рекомбинации.
27. Генетическая рекомбинация у прокариот. Процессы горизонтального переноса генетической информации: конъюгация, трансдукция, трансформация.
28. Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций.
29. Генные мутации. Причины и биохимические последствия.
30. Генные мутации. Критерии аллелизма. Мутационная теория Гуго де Фриза.
31. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова.
32. Хромосомные мутации. Общая характеристика.
33. Особенности мейоза при различных типах хромосомных перестроек.
34. Автополиплоидия.
35. Аллополиплоидия.
36. Гетероплоидия.
37. Модификационная изменчивость. Норма реакции. Вариационные ряды.
38. Методы изучения модификационной изменчивости. Механизмы модификаций.
39. Популяционная генетика. Генофонд. Закон Харди-Вайнберга.

40. Инбредная депрессия и гетерозис.
41. Химический состав нуклеиновых кислот. Структура пентоз и азотистых оснований.
42. Строение и номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов.
43. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот.
44. Вторичная структура ДНК. Модель Уотсона-Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение.
45. Вторичная и третичная структура РНК. Шпильки. Неканонические пары оснований. Особенности третичных взаимодействий.
46. Вторичная и третичная структура транспортной РНК.
47. Молекулярные механизмы репликации ДНК. Полуконсервативный способ репликации ДНК. Репликативная вилка.
48. Ферменты, участвующие в репликации ДНК.
49. Особенности репликации ДНК у про- и эукариот. Сигма- и тетта-репликация. Репликация теломеров.
50. Механизмы репарации ДНК. Прямая репарация. Эксцизионная репарация. Мисмэтч-репарация. SOS-репарация.
51. Мобильные генетические элементы про- и эукариот.
52. Транскрипция и биосинтез РНК. Инициация транскрипции у прокариот. Структура промоторов и РНК-полимеразы прокариот.
53. Транскрипция и биосинтез РНК. Инициация транскрипции у эукариот. Структура промоторов и типы РНК-полимераз эукариот.
54. Транскрипция и биосинтез РНК. Элонгация и терминация транскрипции.
55. Регуляция транскрипции генов прокариот. Лактозный оперон. Триптофановый оперон.
56. Регуляция транскрипции генов эукариот. Проксимальные и дистальные регуляторные элементы. Модификации гистонов и метилирование ДНК.
57. Механизмы РНК-процессинга. Экзоны и интроны. Сплайсинг. Альтернативный сплайсинг.
58. Механизмы РНК-процессинга. Кэпирование и полиаденилирование. РНК-редактирование.
59. Трансляция РНК. Компоненты аппарата трансляции. Полярность трансляции.
60. Генетический код. Свойства кода. Рамка считывания. Аминоацил-тРНК-синтетазы.
61. Прокариотические и эукариотические рибосомы. Рибосомные РНК и белки. Функциональные центры рибосомы.
62. Инициация элонгация и терминация трансляции у прокариот. Факторы трансляции.
63. Особенности трансляции у эукариот. Факторы трансляции.
64. Механизмы регуляции трансляции.

**6.2 Критерии оценивания компетенций:**

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) (ОПК-2)	Знает основные фундаментальные проблемы и современные достижения генетики. Умеет использовать специализированные знания по генетике для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин.	Тест, коллоквиум	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)****7.1. Основная литература:**

1. Сазанов, А.А. Генетика: учебное пособие / А.А. Сазанов. - Санкт-Петербург: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036> (дата обращения: 10.05.2020).

**7.2. Дополнительная литература:**

1. Божкова, В.П. Основы генетики: учебное пособие / В.П. Божкова. - Москва: ПАРАДИГМА, 2009. - 270 с. - ISBN 978-5-4214-0001-1. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13033.html> (дата обращения: 10.05.2020).
2. Иванищев, В.В. Основы генетики: учебник / В.В. Иванищев. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2020. - 207 с. - ISBN 978-5-369-01640-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1078336> (дата обращения: 10.05.2020).
3. Пухальский, В.А. Введение в генетику: Учебное пособие / В.А. Пухальский - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 224 с. - ISBN 978-5-16-009026-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010779> (дата обращения: 10.05.2020).

**7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных PubMed. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

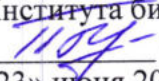
Лицензионное ПО:

пакет программ Microsoft Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий; лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Трофимов О.В. Генетическая инженерия. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Генетическая инженерия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Генетическая инженерия» является получение знаний об основных генно-инженерных технологиях, а также прикладных аспектах их использования. В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают знания о принципах клонирования ДНК и переноса чужеродных генов в реципиентные клетки и организмы, анализа геномов и экспрессии генов; приобретают навыки компьютерного моделирования генно-инженерных экспериментов; изучают возможности практического применения генно-инженерной методологии.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Биохимия»; «Белковая и клеточная инженерия»; «Молекулярная биология и молекулярная генетика», «Геномика и протеомика», «Генетика», «Методы исследования биологических макромолекул». Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по химии, физике, общей генетике, биохимии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	ОПК-3	Знает основы генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
		Умеет применять на практике знания основ генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ	ОПК-4	Знает основные принципы применения современных методов генетической инженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта



результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4)		исследования в области генетической инженерии
		Умеет применять современные методы генетической инженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования в области генетической инженерии

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			8
<b>Общий объем</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		16	16
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе рейтинговой системы. Максимально возможное количество баллов в семестре на одного студента: 100 баллов. Баллы начисляются за следующие активности:

1) работа на практическом занятии – 0-15 баллов.

Возможно получение экзаменационной оценки по результатам деятельности обучающихся в семестре, исходя из следующей шкалы перевода баллов в оценку:

61-75 баллов - "удовлетворительно";

76-90 баллов - "хорошо";

91-100 баллов - "отлично".

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в форме устного собеседования.

**4. Содержание дисциплины**  
**4.1. Тематический план дисциплины**

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контакт- ной работы
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	10	2	0	0	0
2	Ферменты генетической инженерии (часть 1)	10	4	0	0	0
3	Ферменты генетической инженерии (часть 2)	10	4	0	0	0
4	Обеспечение совместимости и ферментативные модификации концов ДНК-фрагментов	10	0	0	4	0
5	Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 1)	10	4	0	0	0
6	Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 2)	10	4	0	0	0
7	Дизайн праймеров для ПЦР	10	0	0	4	0
8	Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 1)	10	4	0	0	0
9	Дизайн зондов для ПЦР	10	0	0	4	0
10	Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 2)	10	4	0	0	0
11	Выбор и обоснование подхода к клонированию конкретного гена	10	0	0	4	0
12	Анализ геномов и генной экспрессии (часть 1)	10	4	0	0	0
13	Анализ геномов и генной экспрессии (часть 2)	10	4	0	0	0
14	Экзамен	14	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	34	0	16	2

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

### 1. Введение

Суть генетической инженерии. Основные принципы, на которых базируется генно-инженерная технология. Основные этапы развития генетической инженерии. Схема типичного эксперимента по получению и клонированию рекомбинантных молекул ДНК. Использование методологии генетической инженерии при решении задач различных областей биологии. Использование достижений генетической инженерии в сельском хозяйстве и медицине.

### 2. Ферменты генетической инженерии (часть 1)

Основные принципы организации систем рестрикции-модификации у бактерий. Классификация и номенклатура рестриктаз. Ферменты класса II. Изоизомеры. Гетероизомеры. Типы сайтов рестрикции. Крупно- и мелкощепящие рестриктазы. Встречаемость тетра- и гексануклеотидов в ДНК. Фрагменты с выступающими 3'-, 5'- и тупыми концами. Изменение концов рестрикционных фрагментов ДНК. Использование линкеров и адаптеров. Единицы активности рестриктазы. Специфичность рестриктаз. Снижение специфичности рестриктаз (star-activity) и обуславливающие ее факторы. Использование рестриктаз для конструирования рекомбинантных молекул *in vitro*. Сайты рестрикции как генетические маркеры. Использование рестриктаз для физического картирования, анализа полиморфизма ДНК, штаммоспецифической характеристики вирусов и бактерий.

### 3. Ферменты генетической инженерии (часть 2)

Использование ДНК-метиляз в генной инженерии. ДНК- и РНК-лигазы фага T4. Механизм реакции, осуществляемой T4-ДНК-лигазой. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы. Механизм синтеза ДНК. Экзонуклеазные активности ДНК-полимераз. Терминальная трансферазная активность. ДНК-полимераза I из *E. coli*. Фрагмент Кленова ДНК-полимеразы I. ДНК-полимераза фага T4. Термостабильные ДНК-полимеразы. Применение ДНК-зависимых ДНК-полимераз. Модификация концов ДНК. Ник-трансляция. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы). Использование обратных транскриптаз для синтеза кДНК. Обратные транскриптазы вируса миелобластома птиц (AMV) и вируса мышьяковой лейкемии Молони (M-MLV). Стратегии синтеза кДНК: со специфическими, случайными и олиго(dT)-праймерами. РНК-полимеразы фагов T3, T7, SP6. Дезоксирибонуклеазы. Рибонуклеазы. Полинуклеотидкиназа фага T4. Щелочные фосфатазы. Терминальные трансферазы. Экзо- и эндонуклеазы.

### 4. Обеспечение совместимости и ферментативные модификации концов ДНК-фрагментов

В рамках лабораторной работы предлагается спланировать схему получения и ферментативных модификаций концов ДНК-фрагментов для обеспечения определенного типа их совместимости.

### 5. Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 1)

Сущность метода полимеразной цепной реакции. Условия проведения реакции и компоненты реакционной смеси. История изобретения ПЦР. Накопление специфического продукта в процессе ПЦР. Факторы, влияющие на точность синтеза ДНК. Специфичность и эффективность ПЦР. Модификации метода: Hot start PCR (ПЦР с горячим стартом), Real-time PCR (ПЦР в реальном времени), асимметричная ПЦР, иммобилизованная ПЦР, Nested PCR («Гнездовая» ПЦР) и др. Флуоресцентные зонды для Real-time PCR. Требования к праймерам и зондам. Применение ПЦР в молекулярной диагностике и генной инженерии. ПЦР в

выявлении мутаций. Синтез генов с помощью ПЦР. Способы получения фрагментов ДНК с делециями, вставками или точечными заменами.

## 6. Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 2)

Метод секвенирования ДНК по Сенгеру. Секвенирование ДНК с использованием флуоресцентных дидезоксинуклеотидов. Теоретические и методологические основы электрофореза. Электрофоретическая подвижность белков и нуклеиновых кислот. Разновидности метода и виды используемых гелей. Реакция полимеризации акриламида. Электрофорез в денатурирующих условиях. Маркеры. Электрофорез в импульсном электрическом поле. Способы детекции макромолекул в геле после проведения электрофореза.

## 7. Дизайн праймеров для ПЦР

В рамках лабораторной работы необходимо осуществить дизайн праймеров для полимеразной цепной реакции с использованием специализированного программного обеспечения.

## 8. Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 1)

Этапы клонирования ДНК. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*. Понятие вектора и реципиента. Требования, предъявляемые к векторным молекулам. Плазмидные векторы. Основные сведения о плаزمидах. Механизмы репликации плазмид. Понятие о репликоне. Плазмидные гены устойчивости к лекарственным препаратам. Несовместимость плазмид. Плазмиды с узким и широким кругом хозяев. Плазмидные векторы клонирования в клетках *E. coli*. Плазмиды рSC101 – первая векторная плазмиды. Свойства плазмиды ColE1 и векторов на ее основе (серия векторов рBR, серия векторов рUC). Фагмиды. Векторы на основе бактериофага фага λ. Организация фаговой хромосомы. Репликация фаговой ДНК. Общие принципы конструирования векторов на основе фага. Стратегия клонирования в фаговых векторах. Векторы на основе фага M13. Преимущества и недостатки векторов на основе фага M13. Области использования векторов на основе однонитевых фагов. Инсерционные векторы и векторы с замещением. Космиды. Основные свойства космид. Принципы клонирования в космидах с одним и двумя *cos*-сайтами. Упаковка рекомбинантных молекул в фаговые частицы *in vitro*. Образование конкатамеров и роль *cos*-сайтов при упаковке ДНК в фаговые частицы *in vitro*. Преимущества и недостатки космидной системы. Векторы специального назначения. Прокариотические и эукариотические векторы экспрессии; их структурная организация. Интегративные и челночные (бинарные) векторы.

## 9. Дизайн зондов для ПЦР

В рамках лабораторной работы необходимо осуществить дизайн различных типов зондов для полимеразной цепной реакции с использованием специализированного программного обеспечения.

## 10. Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 2)

Принципы клонирования фрагментов ДНК. Увеличение эффективности клонирования путем подбора оптимального молярного соотношения концов вектора и клонируемого фрагмента. Клонирование фрагментов в определенной ориентации. Лигирование фрагментов ДНК с «тупыми» концами. Лигирование фрагментов ДНК с «липкими» концами, образуемыми разными рестриктазами. Гибридные сайты. Клонирование без лигирования вектора и вставки. Введение рекомбинантных ДНК в клетки бактерий. Особенности трансформации у разных видов бактерий. Трансформация клеток *E. coli*. Трансформация плазмидными ДНК клеток бацилл. Электропорация. Способы введения ДНК в культивируемые клетки животных. Методы отбора и анализа рекомбинантных молекул ДНК. Методы отбора, основанные на фенотипическом различии рекомбинантных и

нерекомбинантных клонов. Клонирование с инсерционной инактивацией. Ген *lacZ E.coli* как маркер при клонировании. Метод прямой селекции рекомбинантных клонов по комплементации. Векторы прямой селекции рекомбинантных клонов. Методы, основанные на гибридизации нуклеиновых кислот. ПЦР в селекции рекомбинантных клонов. Методы на основе рестрикционного анализа. Системы экспрессии генов в бактериальных клетках. Проблемы экспрессии чужеродных генов в клетках бактерий. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные системы синтеза белка.

### 11. Выбор и обоснование подхода к клонированию конкретного гена

В рамках лабораторной работы необходимо выбрать и обосновать подход к клонированию конкретного гена с использованием специализированного программного обеспечения.

### 12. Анализ геномов и генной экспрессии (часть 1)

Цели и задачи геномики. Генетические и физические карты генома. Построение генетических карт сцепления. Использование хромосомных aberrаций для построения карт сцепления. Цитогенетический и псевдогенетический анализ структуры генома. Флуоресцентная гибридизация *in situ*. Сравнительная геномная гибридизация. Физические карты низкого разрешения: хромосомные карты; EST-маркеры (маркеры экспрессирующихся последовательностей) и их использование для построения карт кДНК. Физические карты генома высокого разрешения. Построение карт высокого разрешения. Концепция STS-маркеров (сайты, привязанные к последовательностям). Рестрикционный анализ. «Прогулки и прыжки» по хромосомам. Стратегия секвенирования больших геномов. ДНК-диагностика и генотипирование. Использование микросателлитных последовательностей для идентификации личности человека.

### 13. Анализ геномов и генной экспрессии (часть 2)

Исследование экспрессии генов на уровне транскрипции. Транскриптом. Дифференциальный дисплей (DD). Анализ репрезентативных различий РНК (RDA). Серийный анализ экспрессии генов (SAGE). Супрессорная вычитающая гибридизация. Использование микроматриц и микрочипов нуклеиновых кислот для крупномасштабного профилирования экспрессии генов. Изменение уровней экспрессии генов с использованием нуклеиновых кислот. Антисмысловые РНК и олигонуклеотиды. Природные антисмысловые РНК. Механизм ингибирующего действия антисмысловых нуклеиновых кислот: участие РНКазы H, дезаминирование остатков аденина; РНК-интерференция. Рецепторная и ферментативная активность нуклеиновых кислот. Олигонуклеотидные аптамеры и методы их получения. Нуклеозимы: рибозимы и дезоксирибозимы. Природные РНК, обладающие нуклеазной активностью. Искусственные рибозимы-эндонуклеазы. Нуклеозимы, обладающие РНК-лигазной активностью. Минизимы и максизимы. Аптазимы. Подходы к использованию нуклеозимов для лечения вирусных и онкологических заболеваний.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Виды СРС
1	Введение	Чтение обязательной и дополнительной литературы

2	Ферменты генетической инженерии (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Ферменты генетической инженерии (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Обеспечение совместимости и ферментативные модификации концов ДНК-фрагментов	Проработка лекций
5	Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Полимеразная цепная реакция, электрофорез белков и нуклеиновых кислот (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Дизайн праймеров для ПЦР	Проработка лекций
8	Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Дизайн зондов для ПЦР	Проработка лекций
10	Клонирование ДНК и экспрессия клонированных генов (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Выбор и обоснование подхода к клонированию конкретного гена	Проработка лекций
12	Анализ геномов и генной экспрессии (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Анализ геномов и генной экспрессии (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем по списку нижеприведенных вопросов:

1. Сущность и назначение генной инженерии. Основные принципы генно-инженерной технологии.
2. Применение генетической инженерии в различных областях биологии, в сельском хозяйстве и медицине.
3. Основные принципы организации систем рестрикции-модификации у бактерий.
4. Классификация и номенклатура рестриктаз. Ферменты класса IIS. Изошизомеры. Гетерошизомеры. Типы сайтов рестрикции.
5. Классификация и номенклатура рестриктаз. Крупно- и мелкощепящие рестриктазы. Встречаемость тетра- и гексануклеотидов в ДНК. 3'- , 5'-выступающие и «тупые» концы рестрикционных фрагментов.
6. Единицы активности рестриктазы. Специфичность рестриктаз. Факторы снижения специфичности рестриктаз (star-activity).
7. Использование рестриктаз для конструирования гибридных молекул *in vitro*. Изменение концов рестрикционных фрагментов ДНК. Линкеры и адаптеры.
8. Сайты рестрикции как генетические маркеры. Использование рестриктаз для физического картирования, анализа полиморфизма ДНК, штаммоспецифической характеристики вирусов и бактерий.
9. Использование ДНК-метилаз в генной инженерии. ДНК- и РНК-лигазы фага Т4. Механизм реакции, осуществляемой Т4-ДНК-лигазой.
10. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы. Механизм синтеза ДНК. Экзонуклеазные активности ДНК-полимераз. Терминальная трансферазная активность.

11. Разнообразие ДНК-зависимых ДНК-полимераз. ДНК-полимераза I из *E.coli*. Фрагмент Кленова ДНК-полимеразы I. ДНК-полимераза фага T4. Термостабильные ДНК-полимеразы.
12. Применение ДНК-зависимых ДНК-полимераз. Модификация концов ДНК. Ник-трансляция.
13. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы). Механизм синтеза кДНК. Обратные транскриптазы AMV и M-MLV.
14. Стратегии синтеза кДНК: со специфическими, случайными и олиго(dT)-праймерами.
15. Применение РНК-полимераз, ДНКаз. РНКаз, полинуклеотидкиназ, фосфатаз, терминальных трансфераз.
16. Сущность метода полимеразной цепной реакции. Условия проведения реакции и компоненты реакционной смеси.
17. Накопление специфического продукта в процессе ПЦР. Факторы, влияющие на точность синтеза ДНК. Специфичность и эффективность ПЦР.
18. Модификации ПЦР: ПЦР с горячим стартом, ПЦР в реальном времени, асимметричная ПЦР, иммобилизованная ПЦР, «Гнездовая» ПЦР и др.
19. Флуоресцентные зонды для ПЦР в реальном времени. Требования к праймерам и зондам.
20. Применение ПЦР в молекулярной диагностике и генной инженерии. ПЦР в выявлении мутаций. Синтез генов с помощью ПЦР. Способы получения фрагментов ДНК с делециями, вставками или точечными заменами.
21. Метод секвенирования ДНК по Сенгеру. Секвенирование ДНК с использованием флуоресцентных дидезоксинуклеотидов.
22. Сущность метода электрофореза. Электрофоретическая подвижность нуклеиновых кислот. Разновидности метода и виды используемых гелей. Реакция полимеризации акриламида.
23. Электрофорез нуклеиновых кислот в денатурирующих условиях. Маркеры размеров ДНК. Электрофорез в импульсном электрическом поле. Способы детекции макромолекул в геле после проведения электрофореза.
24. Этапы клонирования ДНК. Методы конструирования гибридных молекул ДНК *in vitro*.
25. Понятие вектора и реципиента. Требования, предъявляемые к векторным молекулам.
26. Плазмидные векторы. Основные сведения о плаزمидах. Механизмы репликации плазмид. Несовместимость плазмид. Плазмиды с узким и широким кругом хозяев.
27. Плазмидные векторы клонирования в клетках *E. coli*. Плаزمида pSC101. Свойства плазмиды ColE1 и векторов на ее основе (серия векторов pBR, серия векторов pUC).
28. Фагмиды. Векторы на основе бактериофага фага  $\lambda$ . Организация фаговой хромосомы. Общие принципы конструирования векторов на основе фага. Стратегия клонирования в фаговых векторах.
29. Векторы на основе фага M13. Преимущества и недостатки векторов на основе фага M13. Области использования векторов на основе одностранных фагов.
30. Космиды. Принципы клонирования в космидах с одним и двумя *cos*-сайтами. Упаковка рекомбинантных молекул в фаговые частицы *in vitro*. Преимущества и недостатки космидной системы.
31. Векторы специального назначения. Прокариотические и эукариотические векторы экспрессии. Интегративные и челночные (бинарные) векторы.
32. Принципы клонирования фрагментов ДНК. Увеличение эффективности клонирования путем подбора оптимального молярного соотношения концов вектора и клонируемого фрагмента.
33. Клонирование фрагментов в определенной ориентации. Лигирование фрагментов ДНК с «тупыми» концами. Лигирование фрагментов ДНК с «липкими» концами, образуемыми разными рестриктазами. Гибридные сайты. Клонирование без лигирования вектора и вставки.
34. Введение рекомбинантных ДНК в клетки бактерий. Особенности трансформации у разных видов бактерий. Трансформация клеток *E.coli*.

35. Трансформация плазмидными ДНК клеток бактерий. Электропорация. Способы введения ДНК в культивируемые клетки животных.
36. Методы отбора и анализа рекомбинантных молекул ДНК. Методы отбора, основанные на фенотипическом различии рекомбинантных и нерекомбинантных клонов.
37. Методы отбора и анализа рекомбинантных молекул ДНК. Методы, основанные на гибридизации нуклеиновых кислот. ПЦР в селекции рекомбинантных клонов. Методы на основе рестрикционного анализа.
38. Системы экспрессии генов в бактериальных клетках. Проблемы экспрессии чужеродных генов в клетках бактерий.
39. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток животных. Бесклеточные системы синтеза белка.
40. Цели и задачи геномики. Функциональная геномика. Генетические и физические карты генома.
41. Построение генетических карт сцепления. Использование хромосомных aberrаций для построения карт сцепления. Цитогенетический и псевдогенетический анализ структуры генома.
42. Флуоресцентная гибридизация *in situ*. Сравнительная геномная гибридизация.
43. Физические карты низкого разрешения: хромосомные карты; EST-маркеры (маркеры экспрессирующихся последовательностей) и их использование для построения карт кДНК.
44. Физические карты генома высокого разрешения. Построение карт высокого разрешения. Концепция STS-маркеров (сайты, привязанные к последовательностям). Рестрикционный анализ. «Прогулки и прыжки» по хромосомам.
45. Стратегия секвенирования больших геномов. ДНК-диагностика и генотипирование. Использование микросателлитных последовательностей для идентификации личности человека.
46. Исследование экспрессии генов на уровне транскрипции. Транскриптом. Дифференциальный дисплей (DD). Анализ репрезентативных различий РНК (RDA). Серийный анализ экспрессии генов (SAGE).
47. Исследование экспрессии генов на уровне транскрипции. Супрессорная вычитающая гибридизация. Использование микроматриц и микрочипов.
48. Изменение уровней экспрессии генов с использованием нуклеиновых кислот. Антисмысловые РНК и олигонуклеотиды. Природные антисмысловые РНК.
49. Механизм ингибирующего действия антисмысловых нуклеиновых кислот: участие РНКазыН, дезаминирование остатков аденина; РНК-интерференция.
50. Рецепторная и ферментативная активность нуклеиновых кислот. Олигонуклеотидные аптамеры и методы их получения. Нуклеозимы: рибозимы и дезоксирибозимы.



## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

## Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	Знает основы генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул. Умеет применять на практике знания основ генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с организмами и клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул.	Тест, электронный практикум	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
2	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4)	Знает основные принципы применения современных методов генетической инженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта исследования в области генетической инженерии. Умеет применять современные методы генетической инженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость	Тест, электронный практикум	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

		исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования в области генетической инженерии.		
--	--	---	--	--

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная литература:**

1. Субботина, Т.Н. Молекулярная биология и генная инженерия [Электронный ресурс]: практикум/ Субботина Т.Н., Николаева П.А., Харсекина А.Е.— Электрон. текстовые данные. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84253.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).
2. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология: учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 14.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Дымшиц, Г.М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дымшиц Г.М., Саблина О.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93471.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).
2. Сазанов, А. А. Генетика: учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036> (дата обращения: 14.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных PubMed. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. База данных Nucleotide. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лицензионное ПО:

пакет программ Microsoft Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

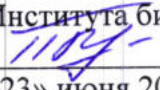
Свободно распространяемое (бесплатное) ПО:

программа для молекулярного конструирования Vector NTI.

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ГЕНОМИКА И ПРОТЕОМИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Петухова Г.А., Артеменко С.В. Геномика и протеомика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) практики опубликована на сайте ТюмГУ: Биоинформатика: Геномика и протеомика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:

### 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Геномика и протеомика» является получение базовых знаний об организации, структуре и функционировании генома, и путей формирования и эволюции продуктов экспрессии генов – белковых макромолекул

В процессе изучения дисциплины обучающиеся решают следующие задачи:

1. Формируют общее молекулярное мировоззрение на основе знания о механизмах построения геномов разного уровня сложности;
2. В систематизированной форме усваивают основы молекулярных процессов в клетках;
3. Выясняют пути эволюции геномов, происхождения генетического полиморфизма и биоразнообразия;
4. Изучают основные молекулярно-генетические маркеры и принципы секвенирования геномов;
5. Познают основные принципы структурной и функциональной геномики;
6. Осваивают основы протеомики и метаболомики.

Дисциплина направлена на изучение научных и прикладных аспектов использования геномики и протеомики.

#### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина (модуль) входит в блок Б1. О: Дисциплины (модули). Основная часть.

Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами: Генетика, Биохимия, Популяционная генетика, Молекулярная биология и молекулярная генетика, Методы исследования биологических макромолекул, Популяционно-генетический анализ, Базы данных и аннотация полимеров, Биотехнология, Генетическая инженерия, Белковая и клеточная инженерия.

Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, биохимии и молекулярной биологии.

#### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способность применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования – ОПК-4

- способность находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа – ОПК-5.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Код и наименование части компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-4 способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для	-	Знает основы геномики, протеомики и транскриптомики.
	-	Умеет демонстрировать базовые представления по геномике, протеомике и

получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования		транскриптомике, применять их на практике.
ОПК-5 - способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа	-	Знает основы геномики, протеомики и транскриптомики.
	-	Умеет критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований; самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области геномики, протеомики и транскриптомики.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		8
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час</b>	4	4
	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50
Лекции	16	16
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

## 3. Система оценивания

### 3.1. При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100.

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Степень освоения дисциплины производится по балльно-рейтинговой системе оценивания.

Если к периоду проведения текущей аттестации студент набрал:

- 61-75 баллов, то он имеет право автоматически получить оценку: «удовлетворительно»;

- 76-90 баллов – «хорошо»;

- 91 и более – «отлично».

При количестве баллов за учебный модуль 60 и менее студент имеет право быть аттестованным путем сдачи экзамена.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общее понимание геномики и протеомики		2	0	0	0
2.	Генетика и геномика		0	0	4	0
3.	Реализация информации генома		2	0	0	0
4.	Методы исследования реализации генома		0	0	4	0
5.	Секвенирование геномов		2	0	4	0
6.	Проект «Геном человека»		2	0	4	0
7.	Молекулярно-генетические маркеры.		2	0	4	0
8.	Структурная и функциональная геномика		2	0	0	0
9.	Функциональная геномика		0	0	4	0
10.	Сравнительная геномика		2	0	4	0
11.	Протеомика и метаболомика		2	0	0	0
12.	Метаболомика		0	0	4	0
13.	Геномика будущего		0	0	2	0
14.	Консультация перед экзаменом		0	0	0	2
15.	Экзамен		0	0	0	0
	Итого (часов)	144	16	0	34	2

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

### **1. «Общее понимание геномики и протеомики»**

Лекция.

Геномика: предыстория возникновения и направления исследований. Основные положения классической генетики. Вклад генетики микроорганизмов. Постулаты молекулярной генетики. Методы генной инженерии первого поколения. Геномика, транскриптомика, протеомика. Содержание и организация геномной информации.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

### **2. «Генетика и геномика»**

Репродуктивная лабораторная работа № 1. Генетика и геномика

Рассматриваемые вопросы:

1. Основные положения классической генетики.
2. Вклад генетики микроорганизмов.
3. Постулаты молекулярной генетики.
4. Современное представление генетики, интерактивная визуализация.
5. Инструменты для геномики.
6. Методы генной инженерии первого поколения.
7. Геномика, транскриптомика, протеомика.
8. Содержание и организация геномной информации, методы представления.
9. Биоинформатика, как основной инструмент в геномике и протеомике.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

### **3. «Реализация информации генома»**

Лекция.

Обратная генетика (от гена – к признаку). Сравнительные исследования содержания и организации геномов разных организмов. Распадающийся геном бактерии *Mycobacterium leprae*. Принципы построения генетических карт. Двухфакторные и многофакторные скрещивания. Единицы измерения расстояния между двумя маркерами. Недостатки генетических карт. Молекулярные маркеры. Физические карты. Единицы измерения расстояния между двумя маркерами. Сопоставление генетических и физических карт. Методы построения физических карт (секвенирование ДНК, STS-картирование, FISH-анализ).

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

### **4. «Методы исследования реализации генома»**

Репродуктивная лабораторная работа № 2. Методы исследования реализации генома

1. Сравнительные исследования содержания и организации геномов разных организмов
2. Принципы построения генетических карт.
3. Сопоставление генетических и физических карт.



4. Методы построения физических карт (секвенирование ДНК, STS-картирование, FISH-анализ).

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

#### 5. «Секвенирование геномов»

Лекция.

Стратегия секвенирования геномов. Векторы для клонирования больших фрагментов ДНК. Векторы YAC, BAC, PAC. Сравнительная характеристика векторов. Анализ больших фрагментов ДНК. "Прогулки" и "прыжки" по хромосоме. Метод дробовика. Составление контигов. SNP-полиморфизмы. EST-последовательности. Сплайсинг. Биоинформатика. Базы данных. Программное обеспечение. Технологии рекомбинантных ДНК. Рестрицирующие эндонуклеазы. Плазмидные векторы. Трансформация и отбор. Создание геномных библиотек. Типы генетических библиотек. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка. Клонирование структурных генов эукариот. Векторы для клонирования крупных фрагментов ДНК. Векторы на основе бактериофага  $\lambda$ . Космиды. Векторные системы для клонирования очень крупных фрагментов ДНК. Контроль экспериментов с рекомбинантными ДНК. Химический синтез ДНК. Применение синтезированных олигонуклеотидов. Синтез генов. Методы секвенирования ДНК. Дидезоксинуклеотидный метод секвенирования. Автоматические синтезаторы молекул ДНК.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

Репродуктивная лабораторная работа № 3. Секвенирование геномов

1. Анализ больших фрагментов ДНК. "Прогулки" и "прыжки" по хромосоме. Метод дробовика. Составление контигов.

2. Биоинформатика.

3. Базы данных.

4. Создание геномных библиотек. Типы генетических библиотек.

5. Контроль экспериментов с рекомбинантными ДНК.

6. Методы секвенирования ДНК.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования

(метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

#### **6. «Проект «Геном человека»»**

Лекция.

Проект «Геном человека». Методы картирования генома. Типы геномных карт и их взаимоотношения. Методы картирования генома. Генетическое картирование. Анализ сцепления. Метод гибридизации соматических клеток. Тестирование синтении. RH-картирование. Физические карты низкого разрешения. Микродиссекция и жидкостная сортировка. Гибридизация *in situ*, хромосомный пэинтинг. Стратегии построения физических карт высокого разрешения. Рестрикционные карты. Создание контигов. Секвенирование.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

Репродуктивная лабораторная работа № 4. Методы картирования генома

1. Проект «Геном человека».
2. Метод гибридизации соматических клеток.
3. Тестирование синтении.
4. RH-картирование.
5. Физические карты низкого разрешения.
6. Создание контигов.
7. Секвенирование.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

#### **7. «Молекулярно-генетические маркеры»**

Лекция.

Вариабельность генома. Мутации и полиморфизмы. Типы вариабельности последовательности ДНК. SNP, микросателлиты, минисателлиты. Молекулярные маркеры, основанные на ПЦР. Картирование с помощью молекулярно-генетических маркеров. Преимущества молекулярных маркеров. ПДРФ-анализ, области применения. Генетический скрининг с помощью ДНК-микрочипов. Аннотация последовательности. Распознавание генов. Поиск ОРС. Классификация генов. Регуляторные последовательности. Биоинформатический анализ последовательности

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

Репродуктивная лабораторная работа № 5. Молекулярно-генетические маркеры

1. Вариабельность генома.
2. Мутации и полиморфизмы.
3. Типы вариабельности последовательности ДНК.
4. SNP, микросателлиты, минисателлиты.

5. Молекулярные маркеры, основанные на ПЦР.
6. Картирование с помощью молекулярно-генетических маркеров.
7. Преимущества молекулярных маркеров.
8. ПДРФ-анализ, области применения.
9. Генетический скрининг с помощью ДНК-микрочипов.
10. Аннотация последовательности.
11. Распознавание генов.
12. Поиск ОРС.
13. Классификация генов.
14. Регуляторные последовательности.
15. Биоинформатический анализ последовательности

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

#### 8. «Структурная и функциональная геномика»

Лекция.

Особенности организации геномов вирусов. Особенности организации геномов прокариот. Особенности организации геномов эукариот. Структура генома человека. Повторы в геноме человека. Экспрессия генов и ее основные звенья. Особенности процесса экспрессии генов. Факторы транскрипции. Белки как результат генной экспрессии. Полиморфизм белков. Фолдинг белка. Молекулярные шапероны. Прионные белки. Функциональная геномика. Регуляторная, транскрибирующаяся, транслирующаяся части генома. Уровни исследования в функциональной геномике. Биоинформатический анализ. Метод весовой матрицы. Репортерные системы. Глубокий функциональный анализ. Сила промотора. кДНК и EST-маркеры. Современные технологии получения кДНК-библиотек. Компьютерный анализ транскрипции локуса. Метод дифференциального дисплея, вычитающей гибридизации и др. SMART и Maraton- технологии. Проект RIKEN. Компьютерный дифференциальный дисплей. Кластер UniGene. Нокаут генов. РНКинтерференция. Поиск антисенс-транскриптов. Микроэррей. ДНК-оригами. Чем представлен транскриптом? Транслирующаяся часть генома. Сайзер. Генные сети.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

#### 9. «Функциональная геномика»

Репродуктивная лабораторная работа № 6. Функциональная геномика

1. Повторы в геноме человека.
2. Полиморфизм белков.
3. Прионные белки.
4. Функциональная геномика.
5. Биоинформатический анализ.
6. Метод весовой матрицы.
7. Глубокий функциональный анализ.
8. Современные технологии получения кДНК-библиотек.

9. Компьютерный анализ транскрипции локуса.
10. Метод дифференциального дисплея, вычитающей гибридизации и др.
11. SMART и Maraton- технологии.
12. Проект RIKEN.
13. Компьютерный дифференциальный дисплей.
14. Кластер UniGene.
15. ДНК-оригами.
16. Чем представлен транскриптом?
17. Транслирующаяся часть генома

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

#### 10. «Сравнительная геномика»

Лекция.

Сравнение последовательностей. Ортологи. Паралоги. Ксенологи. Направления исследований: теория и практика. Происхождение и эволюция генов, геномов, организмов этногеномика, метагеномика и др. Геномная медицина, фармакогеномика, судебная медицина, эпидемиологическая микробиология и др. Минимальный геном, необходимый для жизни. Происхождение и эволюция эукариотического генома. Генные дубликации и «тасующиеся» экзоны. Мультигенные семейства. STR- маркеры. Филогенетические деревья. Понятие о гаплотипе. Происхождение и миграция человека. Распространение инфекций.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

Репродуктивная лабораторная работа № 7. Сравнительная геномика

1. Сравнение последовательностей. Ортологи. Паралоги. Ксенологи.
2. Минимальный геном, необходимый для жизни.
3. Генные дубликации и «тасующиеся» экзоны.
4. Филогенетические деревья.
5. Происхождение и миграция человека.
6. Распространение инфекций.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования

(метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

### 11. «Протеомика и метаболомика»

Лекция.

Протеомика, разделы. Каталогизация белков. Атлас белков человека. Методы разделения белков. Двумерный гель-электрофорез и массспектрометрия. Компьютерный анализ белков. Перспективы метаболомики. Основные задачи функциональной геномики (понятие о протеоме, транскриптом). Методы для обнаружения отдельных генов и оценки их функций (in situ гибридизация, ДНКfootprinting, экспериментальный мутагенез, использование трансгенных животных, метод нокаута). Методы, основанные на знании нуклеотидных последовательностей других генов. Предсказание функции белка на основании нуклеотидной последовательности. Поиск гомологий. Ортологичные и паралогичные гены. Программа поиска гомологии - BLAST. Другие методы сравнения последовательностей (базы белковых доменов, филогенетический профиль, fusion-белки, анализ ближайших соседей). Недостатки компьютерных методов выяснения функции гена. Экспрессия гена и микрочипы. Геномный мутагенез. Сравнительная характеристика геномов дрожжей. Сравнительная характеристика геномом дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), червя (*Caenorhabditis elegans*), растений (*Arabidopsis thaliana*), плодовой мушки (*Drosophila melanogaster*) и человека. Геномика для сельского хозяйства и биотехнологии. Геномика для медицины. Этические проблемы, связанные с проектом «Геном Человека».

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается посещение занятия студентом.

### 12. «Метаболомика»

Репродуктивная лабораторная работа № 8. Метаболомика

1. Каталогизация белков.
2. Атлас белков человека.
3. Методы разделения белков.
4. Двумерный гель-электрофорез и массспектрометрия.
5. Компьютерный анализ белков.
6. Предсказание функции белка на основании нуклеотидной последовательности.
7. Поиск гомологий.
8. Программа поиска гомологии - BLAST.
9. Сравнительная характеристика геномов дрожжей

10. Сравнительная характеристика геномом дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), червя (*Caenorhabditis elegans*), растений (*Arabidopsis thaliana*), плодовой мушки (*Drosophila melanogaster*) и человека.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Лабораторная работа оформляется в текстовом варианте, в котором отражаются ее цели, используемое оборудование и материалы, теоретическая и практическая часть исследования (метода), полученные результаты, сделанные выводы. Для подтверждения правильного усвоения материала студент должен защитить лабораторную работу.

### 13. «Геномика будущего»

Репродуктивная лабораторная работа № 9.

Рассматриваемые вопросы:

1. Геномика для сельского хозяйства и биотехнологии.
2. Геномика для медицины.

На учебной встрече предусмотрено написание эссе.

**Требования к учебной встрече.** Компьютерный класс в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

**Средства для проведения текущего контроля.** При проведении оценки текущего контроля учитывается активность студентов на лабораторной работе: ответы на вопросы, формулирование вопросов по теме, а также правильное выполнение поставленных задач. Степень усвоения информации проверяется письменной работой в виде эссе.

#### 14. "Консультация перед экзаменом"

Обсуждение вопросов, возникших при подготовке студентов к экзамену

**Требования к учебной встрече.** Аудитория с мультимедийной установкой в пределах Института биологии (УЛК-6).

#### 15. «Экзамен»

По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Экзамен предусматривает ответы на вопросы. Решение о сдаче экзамена выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы экзамена.

**Требования к учебной встрече.** Аудитория в пределах Института биологии (УЛК-6).

### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Общее понимание геномики и протеомики	Чтение основной и дополнительно литературы
2.	Генетика и геномика	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
3.	Реализация информации генома	Чтение основной и дополнительно литературы
4.	Методы исследования реализации генома	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
5.	Секвенирование геномов	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
6.	Проект «Геном человека»	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
7.	Молекулярно-генетические маркеры.	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
8.	Структурная и функциональная геномика	Чтение основной и дополнительно литературы

9.	Функциональная геномика	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
10.	Сравнительная геномика	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
11.	Протеомика и метаболомика	Чтение основной и дополнительно литературы
12.	Метаболомика	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
13.	Геномика будущего	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
14.	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы
15.	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала; Чтение основной и дополнительно литературы

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Экзамен предусматривает ответы на вопросы. Решение о сдаче экзамена выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы экзамена.

Вопросы к экзамену:

1. Геномика – предыстория возникновения и направления исследований.
2. Основные положения классической генетики.
3. Постулаты молекулярной генетики.
4. Современное представление генетики, интерактивная визуализация.
5. Особенности организации геномов вирусов.
6. Особенности организации геномов прокариот
7. Особенности организации геномов эукариот
8. Структура генома человека
9. Типы геномных карт и их взаимоотношения
10. Методы картирования генома
11. Генетическое картирование
12. Происхождение и эволюция эукариотического генома.
13. Генные дубликации и «гасящиеся» экзоны
14. Филогенетические древа
15. Каталогизация белков
16. Биоинформатика, как основной инструмент в геномике и протеомике
17. Компьютерный анализ белков
18. Ортологические и паралогические гены
19. Хромосомный пэйттинг.
20. Рестрикционные карты
21. Создание контигов.

22. Геномный мутагенез.
23. Минимальный геном, необходимый для жизни
24. Экспрессия генов и ее основные звенья.
25. Картирование с помощью молекулярно-генетических маркеров.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ОПК-4 - способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	Знает основы геномики, протеомики и транскриптомики. Умеет демонстрировать базовые представления по геномике, протеомике и транскриптомике, применять их на практике.	Устный ответ; Выполнение лабораторной работы; Защита лабораторной работы; Отчет по лабораторной работе.	<p><b>Пороговый (удовл.):</b>  Знает: как применять отдельные методы биоинженерии и биоинформатики, а также единичные современные методы исследований; как определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования; как проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.  Умеет: сопоставлять и применять отдельные методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; применять единичные современные методы исследований; определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования; проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.  Владеет: навыками использования и применения отдельных методов биоинженерии и биоинформатики, а также единичных современных методов исследований; навыками определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования; навыками проведения анализа результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p><b>Базовый (хор.):</b></p>



			<p>Знает: как применять базовый набор методов биоинженерии и биоинформатики, а также некоторые современные методы исследований; как определить актуальность целей и задач и практическую значимость исследования; как проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p>Умеет: выбирать и применять наиболее подходящие методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; применять некоторые современные методы исследований; определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования; проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p>Владет: навыками использования и применения базовых комплексных методов биоинженерии и биоинформатики, а также отдельных современных методов исследований; навыками определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования; навыками проведения анализа результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p><b>Повышенный (отл.):</b></p> <p>Знает: как применять расширенный набор методов биоинженерии и биоинформатики, а также классические и современные методы исследований; как определить актуальность целей и задач и практическую значимость исследования; как проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p>Умеет: выбирать, модифицировать и применять методы биоинженерии</p>
--	--	--	--

				<p>и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p> <p>Владеет: навыками использования и применения широкого набора методов биоинженерии и биоинформатики, а также классических и современных методов исследований; навыками определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования; навыками проведения анализа результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области.</p>
2.	<p>ОПК-5 - способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>	<p>Знает основы геномики, протеомики и транскриптомики. Умеет использовать информационные системы и базы данных по структуре геномов и белков.</p>	<p>Устный ответ; Выполнение лабораторной работы; Защита лабораторной работы; Отчет по лабораторной работе.</p>	<p><b>Пороговый (удовл.):</b></p> <p>Знает: от том, что существует возможность находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; о единичных биоинформатических средствах анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Умеет: находить и использовать ограниченное количество информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; пользоваться единичными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Владеет: навыками нахождения и использования ограниченного количества информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; единичными биоинформатическими средствами анализа геномной,</p>

			<p>структурной и иной биологической информации.</p> <p><b>Базовый (хор.):</b> Знает: некоторые приемы, как находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; основные биоинформатические средства анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Умеет: находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации, обращаться с основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Владеет: навыками нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p><b>Повышенный (отл.):</b> Знает: как правильно находить и эффективно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; большинство биоинформатических средств анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Умеет: правильно находить и эффективно использовать информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации; продуктивно пользоваться большинством биоинформатических средств анализа геномной, структурной и иной биологической информации.</p> <p>Владеет: навыками правильного нахождения и эффективного использования информации, накопленной в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации;</p>
--	--	--	--

				большинством биоинформатических средств анализа геномной, структурной и иной биологической информации.
--	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. **Якупов, Т.Р.** Молекулярная биотехнология [Электронный ресурс] : учебник / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 160 с. – Режим доступа : <https://e.lanbook.com/book/123684>. – (дата доступа : 27.05.2020).

### 7.2 Дополнительная литература:

1. **Вафин, Р.Р.** Молекулярно-генетический анализ хламидий (геномика, таксономия, индикация и идентификация) [Электронный ресурс]. – 1. – Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2009. – 290 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/go.php?id=620925>. – (дата доступа : 27.05.2020).

2. **Давыдова, О.К.** Генетика бактерий в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.К. Давыдова. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 178 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/52318.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

3. **Жимулёв, И.Ф.** Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. – 480 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/65279.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

4. **Монро, С.** Время генома: Как генетические технологии меняют наш мир и что это значит для нас [Электронный ресурс] / С. Монро, Д. Луома; перевод М. Багоцкая; П. Купцов. – Москва : Альпина нон-фикшн, 2018. – 303 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/82590.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

5. **Нефедова, Л.Н.** Применение молекулярных методов исследования в генетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Н. Нефедова. – 1. – Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. – 104 с. – Режим доступа : <http://znanium.com/go.php?id=460545>. – (дата доступа : 27.05.2020).

6. **Скворцова, Н.Н.** Основы генетической инженерии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.Н. Скворцова. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 56 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/67470.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

7. **Тузова, Р.В.** Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия [Электронный ресурс]: монография / Р.В. Тузова, Н.А. Ковалев. – Электрон. текстовые данные. – Минск : Белорусская наука, 2010. – 395 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/10115.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

8. **Щелкунов, С.Н.** Генетическая инженерия [Электронный ресурс] : учебно-справочное пособие / С.Н. Щелкунов. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. – 514 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/65273.html>. – (дата доступа : 27.05.2020).

### 7.3 Интернет-ресурсы:

1. Кафедра генетики Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Режим доступа : <http://msu-genetics.ru/> (дата доступа : 27.05.2020).

2. Молекулярные механизмы изменчивости бактерий. Режим доступа : <https://www.rkm.kz/node/802> (дата доступа : 27.05.2020).

3. Bioinformatics And Functional Genomics, 3rd edition. Режим доступа : <http://bioinfbook.org/php/?q=book3> (дата доступа : 27.05.2020).

#### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система znanium.com. Режим доступа : [www.znanium.com/](http://www.znanium.com/) (дата доступа : 27.05.2020).

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

– **Лицензионное ПО:**

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

При выполнении лабораторных работ в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office.

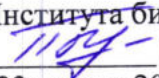
При выполнении лабораторных работ в качестве информационных технологий используется компьютерная программа «Statistica».

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе в пределах Института биологии (УЛК-6) с доступом в систему Интернет и минимальной вместимостью в 15 рабочих мест. Кабинет должен быть оборудован мультимедийной установкой и доской для записей. Обучающемуся для освоения дисциплины (практики) необходимы: компьютер с доступом в систему Интернет.

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория с мультимедийным оборудованием в пределах Института биологии (УЛК-6).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Перевалова М.Н., Трефилина Е.Р. Динамическое программирование Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Динамическое программирование [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>

## 1. Пояснительная записка

В процессе занятий, студенты научатся проектировать сложные задачи путём её разбиения на несколько одинаковых подзадач, рекуррентно связанных между собой. На лекционных занятиях студенты познакомятся с известными алгоритмами динамического программирования, а также научатся реализовывать их на лабораторных занятиях.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1. О: Дисциплины (модули). Обязательная часть. Данная дисциплина базируется на ряде разделов математики: математической логике, комбинаторике и на знаниях, полученных в курсе «Информатика и основы программирования».

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
-способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-6) -способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7).	Знает: основные понятия и принципы динамического программирования; типы данных, и их внутренне представление; типы деревьев и методы поиска в деревьях; структуры представления графов и операции поиска на графах; способы представления файлов деревьями. Умеет: разрабатывать структуры данных для размещения в памяти компьютера; программировать сложные типы данных; составлять алгоритмы поиска в различных структурах; программировать простые и сложные алгоритмы; проводить отладку программы с использованием анализа выходных данных; оценивать сложность алгоритма

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			6
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50
Лекции		16	16
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет



### 3. Система оценивания

3.1. Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (5-балльной) систем оценок.

Студент, набравший за семестр не менее 60 баллов, получает зачет автоматом. Студент, не набравший 61 балл, должен сдать не менее 60% лабораторных работ, запланированных за семестр, для допуска к зачету. Зачет проводится в установленное время. Студент вытягивает билет и выполняет предложенные задания.

Билет к зачету состоит из 2 теоретических и 1 практического задания.

*Каждая лекция оценивается в 1 балл (посещение, конспектирование материала, работа на лекции).*

*Каждое практическое/семинарское/лабораторное занятие выполняется предложенная самостоятельная работа по теме лекции, которая оценивается в зависимости от сложности задания.*

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
	Часов в 6 семестре		16	0	34	
1.	Динамическое программирование	4	2	0	0	
2.	Классическая задача динамического программирования	12	0	0	4	
3.	Наибольшая общая подпоследовательность	6	2	0	0	
4.	Последовательности	12	0	0	4	
5.	Самостоятельная работа	4	0	0	2	
6.	О выравнивании последовательностей	6	2	0	0	
7.	Расстояние Левенштейна	16	2	0	4	
8.	Самостоятельная работа	4	0	0	2	
9.	Задача о выборе траектории	16	2	0	4	
10.	Самостоятельная работа	6	0	0	2	
11.	Задача о порядке перемножения матриц	16	2	0	4	
12.	Самостоятельная работа	4	0	0	2	

13.	Алгоритмы биоинформатики	12	4	0	0	
14.	Работа с графами	12	0	0	4	
15.	Самостоятельная работа	4	0	0	2	
16.	Консультация перед зачетом	4	0	0	0	2
17.	Зачет	6	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	0	34	4

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### "Динамическое программирование"

На лекции рассматриваются понятие ДП, идея, подходы, задачи, подзадачи.

##### "Классическая задача динамического программирования"

Последовательность Фибоначчи  $F_n$  задается формулами:  $F_1 = 1, F_2 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$  при  $n > 1$ . Необходимо найти  $F_n$  по номеру  $n$ .

##### "Наибольшая общая подпоследовательность"

Определение понятия, методы решения задачи: полный перебор, метод динамического программирования, формальное описание задачи.

##### "Последовательности"

Дана последовательность целых чисел. Необходимо найти ее самую длинную строго возрастающую подпоследовательность.

##### "Самостоятельная работа"

Пусть  $P(n)$  — число разбиений целого положительного  $n$  на целые положительные слагаемые (без учёта порядка,  $1 + 2$  и  $2 + 1$  — одно и то же разбиение). При  $n = 0$  положим  $P(n) = 1$  (единственное разбиение не содержит слагаемых). Построить алгоритм вычисления  $P(n)$  для заданного  $n$ .

##### "О выравнивании последовательностей"

На лекции рассматривается алгоритм Нидлмана — Вунша (алгоритм для выполнения выравнивания двух последовательностей (будем называть их А и В), который используется в биоинформатике при построении выравниваний аминокислотных или нуклеотидных последовательностей) и алгоритм Хиршберга (алгоритм позволяет вычислять оптимальное выравнивание, используя  $O(n+m)$   $O(n+m)$  количество памяти, но примерно вдвое большее время счета), ставится формальное описание задачи.

##### "Расстояние Левенштейна"

На лекции дается определение, применение, редакционное предписание, обобщения, транспозиция, вывод формулы, доказательство, алгоритмом Вагнера — Фишера, требование к памяти, формальное описание задачи.

##### "Расстояние Левенштейна"

Реализовать Алгоритм Вагнера — Фишера по описанной математической модели в лекции.

##### "Самостоятельная работа"

Последовательность из  $2n$  цифр (каждая цифра от 0 до 9) называется счастливым билетом, если сумма первых  $n$  цифр равна сумме последних  $n$  цифр. Найти число счастливых последовательностей данной длины.

##### "Задача о выборе траектории"

На лекции дается описание задачи, формальное описание алгоритма.

##### "О выборе траектории"

Из пункта А в пункт В необходимо проложить путь по самому экономичному пути.

##### "Самостоятельная работа"

Задано алгебраическое выражение, составленное из неотрицательных вещественных чисел и знаков операций  $+$ ,  $-$  и  $?$ . Требуется так расставить в этом выражении скобки, чтобы его значение стало максимально возможным.

##### "Задача о порядке перемножения матриц"

На лекции описывается классическая задача динамического программирования, в которой дана последовательность матриц  $A_1, A_2, \dots, A_n$  и требуется минимизировать количество скалярных операций для вычисления их произведения. Рассматривается описание задачи, перебор всех вариантов расстановок скобок, сведение задачи к подзадачам, рекурсивное решение, реализация в динамическом программировании, область применения.

### "Перемножение матриц"

Реализовать задачу, рассмотренную на лекции: дана последовательность матриц  $A_1, A_2, \dots, A_n$  и требуется минимизировать количество скалярных операций для вычисления их произведения.

### "Самостоятельная работа"

Даны целочисленный массив  $A[1:n]$  и число  $M$ . Найти множество элементов  $A[i_1], A[i_2], \dots, A[i_k]$  ( $1 < i_1 < \dots < i_k < n$ ), что  $A[i_1] + A[i_2] + \dots + A[i_k] = M$ . Предполагается, что такое множество заведомо существует.

### "Алгоритмы биоинформатики"

Рассматриваются алгоритмы:

1. Алгоритм Беллмана
2. Алгоритм Витерби
3. Алгоритм Бойера-Мура
4. Алгоритм Ахо-Корасик
5. Локальное выравнивание. Алгоритм Смита-Вотермана.

### "Работа с графами"

Кратчайшие пути между всеми парами вершин. Вычисление длин кратчайших путей между вершинами. Контур в ориентированных графах. Построение остова наименьшей стоимости. Построение алгоритмов с возвратом. Алгоритмы раскраски графа. Задачи поиска; исчерпывающий поиск: перебор с возвратом, метод ветвей и границ

### "Самостоятельная работа"

Дана строка из заглавных букв латинского алфавита. Необходимо найти длину наибольшего палиндрома, который можно получить вычеркиванием некоторых букв из данной строки.

### "Алгоритмы биоинформатики. Продолжение"

Рассматриваются алгоритмы:

1. Алгоритм Фитча.
2. Метод скользящего окна
3. Алгоритм имитации отжига (Монте-Карло)
4. Выравнивание. Произвольное
5. Матрицы замены. Алгоритм BLOSUM. PAM.

### "Консультация перед зачетом"

### "Зачет"

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	6 семестр	
	Динамическое программирование	
1.	Динамическое программирование	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2.	Классическая задача динамического программирования	Проработка лекций

3.	Наибольшая общая под последовательность	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4.	Последовательности	Проработка лекций
5.	Самостоятельная работа	Проработка лекций
6.	О выравнивании последовательностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7.	Расстояние Левенштейна	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8.	Расстояние Левенштейна	Проработка лекций
9.	Самостоятельная работа	Проработка лекций
10.	Задача о выборе траектории	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11.	О выборе траектории	Проработка лекций
12.	Самостоятельная работа	Проработка лекций
13.	Задача о порядке перемножения матриц	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14.	Перемножение матриц	Проработка лекций
15.	Самостоятельная работа	Проработка лекций
16.	Алгоритмы биоинформатики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17.	Работа с графами	Проработка лекций
18.	Самостоятельная работа	Проработка лекций
19.	Алгоритмы биоинформатики. Продолжение	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20.	Консультация перед зачетом	Самостоятельное изучение заданного материала
21.	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (4-балльной) систем оценок.

Студент, набравший за семестр не менее 60 баллов, получает зачет автоматом. Студент, не набравший 61 балл, должен сдать не менее 60% лабораторных работ, запланированных за семестр, для допуска к зачету. Зачет проводится в установленное время. Студент вытягивает билет и выполняет предложенные задания.

Билет к зачету состоит из 2 теоретических и 1 практического задания.

*Каждая лекция оценивается в 1 балл (посещение, конспектирование материала, работа на лекции).*

*Каждое практическое/семинарское/лабораторное занятие выполняется предложенная самостоятельная работа по теме лекции, которая оценивается в зависимости от сложности задания.*

Контрольная работа 1.

Последовательность из  $2n$  цифр (каждая цифра от 0 до 9) называется счастливым билетом, если сумма первых  $n$  цифр равна сумме последних  $n$  цифр. Найти число счастливых последовательностей данной длины.

Контрольная работа 2.

Даны целочисленный массив  $A [1: n]$  и число  $M$ . Найти множество элементов  $A [i_1]$ ,  $A [i_2]$ , ...,  $A [i_k]$  ( $1 < i_1 < \dots < i_k < n$ ), что  $A [i_1] + A [i_2] + \dots + A [i_k] = M$ . Предполагается, что такое множество заведомо существует.

Контрольная работа 3.

Подсчитать количество последовательностей длины  $N$ , состоящих из 0 и 1, в которых никакие две единицы не стоят рядом.

Контрольная работа 4.

Вывести  $N$  строк треугольника Паскаля, который строится следующим образом: первая строка состоит из одного числа, равного единице; каждая следующая содержит на одно число больше, чем предыдущая; первое и последнее из этих чисел равны 1, а все остальные вычисляются как сумма числа, стоящего в предыдущей строке над ним и числа, стоящего в предыдущей же строке слева от него.

Контрольная работа 5.

Дана строка из заглавных букв латинского алфавита. Необходимо найти длину наибольшего палиндрома, который можно получить вычеркиванием некоторых букв из данной строки.

Билет к зачету состоит из 2 вопросов: теоретический и практический.

**Список вопросов к зачету:**

1. Динамическое программирование
2. Наибольшая общая под последовательность
3. О выравнивании последовательностей
4. Алгоритм Нидлмана — Вунша
5. Алгоритм Хиршберга
6. Расстояние Левенштейна
7. Алгоритмом Вагнера — Фишера
8. Задача о выборе траектории
9. Задача о порядке перемножения матриц
10. Алгоритм Беллмана
11. Алгоритм Витерби
12. Алгоритм Бойера-Мура
13. Алгоритм Ахо-Корасик
14. Локальное выравнивание. Алгоритм Смита-Вотермана.
15. Алгоритм Фитча.
16. Метод скользящего окна
17. Алгоритм имитации отжига (Монте-Карло)
18. Выравнивание. Произвольное
19. Матрицы замены. Алгоритм BLOSUM. PAM.

**6.2 Критерии оценивания компетенция:**

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-6)	Знает: основные понятия и принципы динамического программирования; типы данных, и их внутреннее	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.

	-способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7).	представление; типы деревьев и методы поиска в деревьях; структуры представления графов и операции поиска на графах; способы представления файлов деревьями. Умеет: разрабатывать структуры данных для размещения в памяти компьютера; программировать сложные типы данных; составлять алгоритмы поиска в различных структурах;		
		размещения в памяти компьютера; программировать сложные типы данных; составлять	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.
		алгоритмы поиска в различных структурах; программировать простые и сложные алгоритмы; проводить отладку программы с использованием анализа выходных данных; оценивать сложность алгоритма	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Чурина, Т. Г. Методы программирования: алгоритмы и структуры данных. Ч.3. Динамические структуры данных, алгоритмы на графах: учебное пособие / Т. Г. Чурина, Т. В. Нестеренко. — Методы программирования: алгоритмы и структуры данных. Ч.3. Динамические структуры данных, алгоритмы на графах, 2030-03-06. — Электрон. дан. (1 файл). — Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2014 — 215 с. — Лицензия до 06.03.2030. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:<http://www.iprbookshop.ru/93563.html> (дата обращения 10.05.2020) Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература:

2. Абрамян, М. Э. Практикум по программированию на языке Паскаль: Массивы, строки, файлы, рекурсия, линейные динамические структуры, бинарные деревья / М. Э. Абрамян. — Практикум по программированию на языке Паскаль: Массивы, строки, файлы, рекурсия, линейные динамические структуры, бинарные деревья, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2010 — 277 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — URL:<http://www.iprbookshop.ru/47086.html> (дата обращения 10.05.2020) Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Царев, Роман Юрьевич. Информатика и программирование: Учебное пособие / Сибирский федеральный университет. — 1. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014 — 132 с. — ВО - Бакалавриат. — URL:<http://znanium.com/go.php?id=506203> (дата обращения 10.05.2020) Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Биллиг, В. А. Основы программирования на С# 3.0: ядро языка [Электронный ресурс] / Биллиг В. А. — 2-е изд. — Москва: ИНТУИТ, 2016 — 410 с. — Книга из коллекции ИНТУИТ - Информатика. — URL:<https://e.lanbook.com/book/100321> (дата обращения 10.05.2020) Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Сагитов, Риф Вагизович. Линейная алгебра. Часть II. Линейное программирование, динамическое программирование и теория игр: Учебно-методическое пособие: Учебно-методическая литература / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. — 1. — Москва: Издательство "Менеджер", 2007 — 192 с. — (ВО Бакалавриат). — URL:<http://znanium.com/go.php?id=347844> (дата обращения 10.05.2020) Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

**7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:** Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

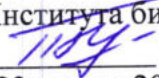
### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

Лицензионное ПО: MS Office, Python, платформа для электронного обучения MS Teams.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) (указывается в соответствии с ФГОС ВО)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и компьютерный класс для практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная



Салтанова Т.В. Дифференциальные уравнения. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:

### 1. Пояснительная записка

Изучив дисциплину "Дифференциальные уравнения" студент сможет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. В ходе изучения дисциплины будут рассмотрены следующие темы: понятие дифференциального уравнения; дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными; линейные однородные дифференциальные уравнения; линейные неоднородные дифференциальные уравнения; уравнение Бернулли; уравнения в полных дифференциалах; уравнения с интегрирующим множителем; уравнения, неразрешённые относительно производной; уравнения, допускающие понижения порядка; линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами; линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами; системы дифференциальных уравнений.

#### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы (выбирается в соответствии с действующим стандартом)

Данная дисциплина входит в блок Б1,О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Для изучения дисциплины обучающийся должен в полном объёме освоить курс «Математический анализ». Необходимы знания разделов курса «Математический анализ» таких как: Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной, дифференциальное исчисление функции нескольких переменных.

#### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1 заполняется в соответствии с учебным планом ОП (при этом количество столбцов «Часов в семестре» равно количеству семестров, в которых ведется дисциплина (модуль)).

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		3
Общий объем зач. ед. час.	4	
	144	144
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	68	68
Лекции	16	16
Практические занятия	52	52
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	-	-
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачёт

## 3. Система оценивания

3.1. При работе в семестре студенты набирают баллы 0-100 за выполнение контрольных и самостоятельных работ. Если студент не набрал 61 балл то студент приходит на зачёт, где он может улучшить свой результат. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий. Если в студент набрал 61 балл и более то получает зачёт по итогам работы в семестре.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	

1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	2	0	0	0
2.	Интегрирование функций. Дифференцирование функций одной переменной	4	0	2	0	0
3.	Дифференциальные уравнения первого порядка	6	0	4	0	0
4.	Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными	4	2	0	0	0
5.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
6.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
7.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
8.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	2	0	0	0
9.	Контрольная работа	4	0	2	0	0
10	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
11	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
12	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	2	0	0	0
13	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
14	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
15	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	0	2	0	0
16	Уравнения не разрешенные относительно производной	4	2	0	0	0
17	Контрольная работа	4	0	2	0	0
18	Уравнения не разрешенные относительно производной	4	0	2	0	0
19	Уравнения не разрешенные относительно производной	4	0	2	0	0
20	Уравнения допускающие понижения порядка	4	2	0	0	0
21	Уравнения допускающие понижения порядка	4	0	2	0	0
22	Уравнения допускающие понижения порядка	4	0	2	0	0
23	Самостоятельная работа	4	0	2	0	0
24	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными	4	2	0	0	0

	коэффициентами					
25	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	4	0	2	0	0
26	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	8	0	2	0	0
27	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	4	0	2	0	0
28	Системы дифференциальных уравнений	8	2	0	0	0
29	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	4	0	2	0	0
30	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	4	0	2	0	0
31	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	6	0	2	0	0
32	Контрольная работа	4	0	2	0	0
33	Консультация перед зачетом	2	0	0	0	2
34	Зачёт	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	52	0	4

*Виды занятий, а также количество часов в столбцах 3-7 указывается с учетом учебного плана образовательной программы.*

#### **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

##### **1. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Понятие дифференциального уравнения. Уравнения с разделяющимися переменными

##### **2. "Интегрирование функций. Дифференцирование функций одной переменной"**

Повторение темы "Дифференциальное и интегральное исчисление функции".

##### **3. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Понятие дифференциального уравнения. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.

##### **4. "Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными"**

Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными

##### **5. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Уравнения с разделяющимися переменными. Задача Коши.

##### **6. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Дифференциальные уравнения, сводящиеся к уравнению с разделяющимися переменными.

##### **7. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Решение задач по темам "Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными", "Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными".

##### **8. "Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Линейные уравнения. Уравнение Бернулли.

9. **"Контрольная работа"**

Контрольная работа по темам "Уравнения с разделяющимися переменными", "Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными".

10. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Линейный уравнения. Метод вариации произвольной постоянной. Метод Бернулли.

11. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Уравнения Бернулли.

12. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Уравнения в полных дифференциалах . Интегрирующий множитель

13. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Решение дифференциальных уравнений в полных дифференциалах.

14. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Интегрирующий множитель.

15. **"Дифференциальные уравнения первого порядка"**

Решения задач по теме "Дифференциальные уравнения первого порядка". Повторение. Подготовка к контрольной работе.

16. **"Уравнения не разрешенные относительно производной"**

Уравнения не разрешенные относительно производной

17. **"Контрольная работа"**

Контрольная работа по темам "Линейные уравнения", "Уравнение Бернулли", "Уравнения в полных дифференциалах", "Интегрирующий множитель".

18. **"Уравнения не разрешенные относительно производной"**

Уравнения не разрешенные относительно производной

19. **"Уравнения не разрешенные относительно производной"**

Уравнения не разрешенные относительно производной

20. **"Уравнения допускающие понижения порядка"**

Уравнения допускающие понижения порядка

21. **"Уравнения допускающие понижения порядка"**

Уравнения допускающие понижения порядка

22. **"Уравнения допускающие понижения порядка"**

Уравнения допускающие понижения порядка

23. **"Самостоятельная работа"**

Самостоятельная работа по темам "Уравнения не разрешённые относительно производной", "Уравнения, допускающие понижения порядка"

24. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами.

25. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Решение линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

26. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Линейные неоднородные уравнения со "специальной" правой частью.

27. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Линейные неоднородные уравнения со специальной правой частью.

28. **"Системы дифференциальных уравнений"**

Системы дифференциальных уравнений. Методы решения систем дифференциальных уравнений.

29. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Метод вариации произвольной постоянной решения неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

30. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Метод вариации произвольной постоянной решения неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

31. **"Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами"**

Повторений темы "Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами".

32. **"Контрольная работа"**

Контрольная работа по теме "Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами".

33. "Системы дифференциальных уравнений"

Решение систем дифференциальных уравнений.

34. "Консультация перед зачетом"

35. "Зачёт"

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	3 семестр	
	Дифференциальные уравнения	
1	Дифференциальные уравнения первого порядка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Интегрирование функций. Дифференцирование одной переменной	Проработка лекций
3	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
4	Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
6	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
7	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
8	Дифференциальные уравнения первого порядка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Контрольная работа	Проработка лекций
10	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
11	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
12	Дифференциальные уравнения первого порядка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
14	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
15	Дифференциальные уравнения первого порядка	Проработка лекций
16	Уравнения не разрешенные относительно производной	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Контрольная работа	Проработка лекций
18	Уравнения не разрешенные относительно производной	Проработка лекций

19	Уравнения не разрешенные относительно производной	Проработка лекций
20	Уравнения допускающие понижения порядка	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Уравнения допускающие понижения порядка	Проработка лекций
22	Уравнения допускающие понижения порядка	Проработка лекций
23	Самостоятельная работа	Проработка лекций
24	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
26	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
27	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
28	Системы дифференциальных уравнений	Чтение обязательной и дополнительной литературы
29	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
30	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
31	Линейные однородные и неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами	Проработка лекций
32	Контрольная работа	Проработка лекций
33	Системы дифференциальных уравнений	Проработка лекций
34	Консультация перед зачетом	Самостоятельное изучение заданного материала
35	Зачёт	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Зачёт проходит в форме контрольной работы задания которой включают примеры из всех разделов курса.

Примерные вопросы к зачёту:

1. Понятие дифференциального уравнения.
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Уравнения, сводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.
4. Линейные уравнения.



5. Уравнения Бернулли.
6. Уравнения в полных дифференциалах.
7. Интегрирующий множитель.
8. Уравнения не разрешенные относительно производной.
9. Уравнения допускающие понижения порядка.
10. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.
11. Системы дифференциальных уравнений.

Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### Дифференциальные уравнения

Контрольная работа № 1

Вариант № 0.

1.  $(3e^y + \frac{1}{x^2} e^x)dx + xdy = 0$
2.  $x^2 y' + xy + x^2 y^2 = 4$
3. а)  $y = xy' + \cos y'$       б)  $x + y \sin y' = 0$
4. а)  $y' y''' + 3y^3 = 0$       б)  $(y'')^3 x + y^2 y' e^x = 0$       в)  $y'' + x^3 y''' + 1 = 0$
5. а)  $9y'' + 6y' + y = 0$ ,       $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 2$   
     б)  $9y''' + 6y'' + 2y' = 0$ ,       $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 0$ ,  $y''(0) = 1$
6.  $9y'' - 6y' + y = x$
7. а)  $y'' + 6y' + 9y = (x + 1)e^{-3x}$       б)  $y'' + 6y' + 9y = e^x$   
     в)  $2y''' + 6y'' + 9y' = e^x \cos 2x$       г)  $2y''' + 6y'' + 9y' = x^2 + 1$

Контрольная работа № 2

Вариант № 0.

1. б)  $9y''' + 6y'' + 2y' = 0$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 0$ ,  $y''(0) = 1$
2.  $9y'' - 6y' + y = x$   
     а)  $y'' + 6y' + 9y = (x + 1)e^{-3x}$   
     б)  $y'' + 6y' + 9y = e^x$   
     в)  $2y''' + 6y'' + 9y' = e^x \cos 2x$   
     г)  $2y''' + 6y'' + 9y' = x^2 + 1$

Контрольная работа № 3

Вариант № 0.

1. а)  $\begin{cases} \dot{x} + ty + t^2 = 0 \\ \dot{y} + 3x + y = 0 \end{cases}$       б)  $\begin{cases} \dot{x} = z + x \\ \dot{y} = x + y + z \\ \dot{z} = x + 2y \end{cases}$

$$2. \text{ а) } \begin{cases} \dot{x} + 2y + x = 0 \\ \dot{y} + 3x + y = 0 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} \dot{x} + 2y + x + t = 0 \\ \dot{y} - x - y = 0 \end{cases}$$

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результата решённых задач.	Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

При формировании перечня основной и дополнительной литературы используются информационные ресурсы Библиотечно-музейного комплекса ТюмГУ, размещенные на сайте БМК в разделе «Электронные ресурсы».

### 7.1 Основная литература:

1. Назарова, Т. М. Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Т. М. Назарова, И. М. Пупышев, В. В. Хаблов. — Дифференциальные уравнения, 2025-02-05. — Электрон. дан. (1 файл). — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017 — 100 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/91659.html>>. (дата обращения: 26.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература: (до 10 источников)

1. Бабаянц, Ю. В. Основы высшей математики. Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Ю. В. Бабаянц, Т. Л. Миселимян. — Основы высшей математики. Дифференциальные уравнения, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Краснодар: Южный институт менеджмента, 2007 — 63 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/10283.html>>. (дата обращения: 26.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Лапин, И. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебное пособие / И. А. Лапин, Л. С. Ратафьева, А. В. Рябова ; под редакцией Л. С. Ратафьева. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 106 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71494.html> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.3 Интернет-ресурсы: (при необходимости)

1. [www.exponent.ru](http://www.exponent.ru)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: lbz.ru

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams

**Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

(указывается в соответствии с ФГОС ВО)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием;

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

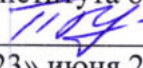
**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

(указывается в соответствии с ФГОС ВО)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Салтанова Т.В. Распознавание образов. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Распознавание образов [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Салтанова Т.В., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Формирование отношения к проблеме распознавания как к процессу информационного отражения реальности в некоторой системе необходимо будущим специалистам - разработчикам интеллектуальных вычислительных систем, поскольку способность к информационному отражению есть одно из основных свойств интеллектуальной системы.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули). Обязательная часть. Для изучения дисциплины необходимы знания из разделов «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Математическая статистика».

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
- способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2;	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.
- способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		7
Общий объем 5зач. ед. час.	5	5
	180	180
Из них:		

<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		
Лекции	16	16
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	52	52
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен

### 3. Система оценивания

**3.1.** При работе в семестре студенты набирают баллы 0-100 за выполнение контрольных и самостоятельных работ. Если студент не набрал 61 балл, то студент приходит на зачёт, где он может улучшить свой результат. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий. При успешном выполнении заданий студент получает зачёт.

**3. Содержание дисциплины**  
**3.1. Тематический план дисциплины**

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 7 семестре	16	0	52	68
	Распознавание образов	18	0	52	68
1	Основные понятия распознавания образов	2	0	0	2
2	Тема № 1	0	0	6	2
3	Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов	2	0	0	2
4	Тема № 2	0	0	6	2
5	Описание концепций и методологии	2	0	0	2
6	Тема № 3	0	0	6	2
7	Примеры автоматических систем распознавания образов	2	0	0	2
8	Тема № 4	0	0	6	2
9	Простая модель распознавания образов	2	0	0	2
10	Тема № 5	0	0	6	2
11	Классификация образов	2	0	0	2
12	Тема № 6	0	0	6	2
13	Кластеры	2	0	0	2
14	Тема № 7	0	0	6	2
15	Методы распознавания текста	2	0	0	2
16	Тема № 8	0	0	6	2
17	Адаптивное распознавание	2	0	0	2
18	Тема № 9	0	0	4	2
19	Консультация перед зачетом	0	0	0	0
20	Зачет	0	0	0	0
	Итого (часов)	18	0	52	36



## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **1. "Основные понятия распознавания образов"**

Основные понятия распознавания образов. Типы распознавания образов. «Сенсорное» и «понятийное» распознавание. Пространственные и временные образы. Задача распознавания образов. Основные направления распознавания образов. Понятие об образе, классе образов.

Основные задачи классификации образов. Блок-схема процедуры классификации символов. Иерархия отношений между образами и классами

образов (на примере символов). Основные функции системы распознавания образов

### **2. "Тема № 1 "**

Основные понятия распознавания образов. Типы распознавания образов. «Сенсорное» и «понятийное» распознавание. Пространственные и временные образы. Задача распознавания образов. Основные направления распознавания образов. Понятие об образе, классе образов.

Основные задачи классификации образов. Блок-схема процедуры классификации символов. Иерархия отношений между образами и классами образов (на примере символов). Основные функции системы распознавания образов

### **3. "Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов"**

Первая задача. Два варианта порождения вектора образа. Пример двух непересекающихся классов образов.

Вторая задача. Понятие о признаке класса образов.

Третья задача. Формализация задачи распознавания образов. Решающие функции.

Блок-схема системы классификации образов. Функциональная блок-схема адаптивной системы распознавания образов.

### **4. "Тема № 2 "**

Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов.

Первая задача. Два варианта порождения вектора образа. Пример двух непересекающихся классов образов.

Вторая задача. Понятие о признаке класса образов.

Третья задача. Формализация задачи распознавания образов. Решающие функции.

Блок-схема системы классификации образов. Функциональная блок-схема адаптивной системы распознавания образов.

### **5. "Описание концепций и методологии"**

Краткое описание концепций и методологии. Три основных

принципа построения систем распознавания образов. Понятие о кластере. Принцип перечисления членов класса. Принцип общности свойств. Принцип кластеризации.

Три основных типа методологии при построении систем распознавания образов. Эвристические методы. Математические методы. Детерминистские и статистические методы. Лингвистические (синтаксические) методы.

Распознавание с учителем, распознавание без учителя.

## 6. "Тема № 3 "

Краткое описание концепций и методологии. Три основных принципа построения систем распознавания образов. Понятие о кластере. Принцип перечисления членов класса. Принцип общности свойств. Принцип кластеризации.

Три основных типа методологии при построении систем распознавания образов. Эвристические методы. Математические методы. Детерминистские и статистические методы. Лингвистические (синтаксические) методы.

Распознавание с учителем, распознавание без учителя.

## 7. "Примеры автоматических систем распознавания образов"

Распознавание символов. Автоматическая классификация данных, полученных дистанционно. Биомедицинские приложения. Распознавание отпечатков пальцев. Применение методов распознавания образов в техническом надзоре за состоянием узлов ядерного реактора.

## 8. "Тема № 4 "

Примеры автоматических систем распознавания образов. Распознавание символов. Автоматическая классификация данных, полученных дистанционно. Биомедицинские приложения. Распознавание

отпечатков пальцев. Применение методов распознавания образов в техническом надзоре за состоянием узлов ядерного реактора.

## 9. "Простая модель распознавания образов"

Простая модель распознавания образов. Простая схема распознавания. Датчик. Классификатор. Вектор измерений. Понятие о решающей функции.

Решающие функции. Пример распознавания образов, принадлежащих двум классам. Решающая (дискриминантная) функция. Пример простой решающей функции для случая разделения образов на два класса.

Линейные решающие функции. Общий вид линейной решающей функции. Весовой (параметрический) вектор. Свойство решающей функции. Обобщенные решающие функции. Пример. Пространство образов и пространство весов. Понятие о пространстве образов. Понятие о пространстве весов. Дихотомии. Реализация решающих функций.

## 10. "Тема № 5 "

Простая модель распознавания образов. Простая схема распознавания. Датчик. Классификатор. Вектор измерений. Понятие о решающей функции.

Решающие функции. Пример распознавания образов, принадлежащих двум классам. Решающая (дискриминантная) функция. Пример простой решающей функции для случая разделения образов на два класса.

Линейные решающие функции. Общий вид линейной решающей функции. Весовой (параметрический) вектор. Свойство решающей функции. Обобщенные решающие функции. Пример. Пространство образов и пространство весов. Понятие о пространстве образов. Понятие о пространстве весов. Дихотомии. Реализация решающих функций.

## 11. "Классификация образов "

Классификация образов с помощью функций расстояния. Классификация образов по критерию минимума расстояния. Случай единственности эталона. Множественность эталонов. Обобщение принципов классификации по минимуму расстояния. Принцип ближайшего соседа. Синтез системы распознавания.

## 12. "Тема № 6 "

Классификация образов с помощью функций расстояния. Классификация образов по критерию минимума расстояния. Случай единственности эталона. Множественность эталонов. Обобщение принципов классификации по минимуму расстояния. Принцип ближайшего соседа. Синтез системы распознавания.

## 13. "Кластеры"

Выявление кластеров. Меры сходства. Критерии кластеризации. Простой алгоритм выявления кластеров.

Алгоритм максиминного расстояния. Алгоритм К внутригрупповых средних. Алгоритм ИСОМАД. Оценка результатов процесса кластеризации. Распознавание образов без учителя.

## 14. "Тема № 7 "

Выявление кластеров. Меры сходства. Критерии кластеризации. Простой алгоритм выявления кластеров.

Алгоритм максиминного расстояния. Алгоритм К внутригрупповых средних. Алгоритм ИСОМАД. Оценка результатов процесса кластеризации. Распознавание образов без учителя.

## 15. "Методы распознавания текста"

Основные подходы к распознаванию символов: шаблонный, структурный, признаковый.

Методы распознавания скелетных образов: метод Щепина, скелетизация

с применением шаблонов, волновой метод. Фонтанное преобразование.

## 16. "Тема № 8 "

Методы распознавания текста. Основные подходы к распознаванию символов: шаблонный, структурный, признаковый.

Методы распознавания скелетных образов: метод Щепина, скелетизация с применением шаблонов, волновой метод. Фонтанное преобразование.

### 17. "Адаптивное распознавание"

Адаптивное распознавание: математическая модель, схема работы.

Нейронные сети. Принцип работы биологической нейронной сети.

Искусственная нейронная сеть: построение, обучение, применение.

### 18. "Тема № 9 "

Адаптивное распознавание: математическая модель, схема работы. Нейронные сети. Принцип работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть: построение, обучение, применение.

### 19. "Консультация перед зачетом"

Список примерных вопросов к зачету:

1. Основные понятия распознавания образов. Типы распознавания образов. «Сенсорное» и «понятийное» распознавание. Пространственные и временные образы.

2. Задача распознавания образов. Основные направления распознавания образов. Понятие об образе, классе образов.

3. Основные задачи классификации образов. Основные функции системы распознавания образов

4. Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов.

5. Первая задача, возникающие при разработке систем распознавания образов. Два варианта порождения вектора образа.

6. Вторая задача, возникающие при разработке систем распознавания

7. образов. Понятие о признаке класса образов.

8. Третья задача, возникающие при разработке систем распознавания образов. Формализация задачи распознавания образов. Решающие функции.

9. Три основных принципа построения систем распознавания образов. Понятие о кластере. Принцип перечисления членов класса. Принцип общности свойств. Принцип кластеризации.

10. Три основных типа методологии при построении систем распознавания образов. Эвристические методы. Математические методы.

11. Детерминистские и статистические методы. Лингвистические (синтаксические) методы. Распознавание с учителем, распознавание без учителя.

12. Примеры автоматических систем распознавания образов. Распознавание символов. Автоматическая классификация данных, полученных дистанционно. Биомедицинские приложения.

13. Примеры автоматических систем распознавания образов. Распознавание отпечатков пальцев. Применение методов распознавания образов в техническом надзоре за состоянием узлов ядерного реактора.

14. Простая модель распознавания образов. Простая схема распознавания. Датчик. Классификатор. Вектор измерений. Понятие о решающей функции.

15. Решающие функции. Пример распознавания образов, принадлежащих двум классам.

16. Решающая (дискриминантная) функция. Пример простой решающей функции для случая разделения образов на два класса.

17. Линейные решающие функции. Общий вид линейной решающей функции.
18. функции. Весовой (параметрический) вектор. Свойство решающей функции.
19. Обобщенные решающие функции. Пространство образов и пространство весов. Понятие о пространстве образов. Понятие о пространстве весов. Дихотомии. Реализация решающих функций.
20. Классификация образов с помощью функций расстояния. Классификация образов по критерию минимума расстояния. Случай единственности эталона. Множественность эталонов.
21. Обобщение принципов классификации по минимуму расстояния. Принцип ближайшего соседа. Синтез системы распознавания.
22. Выявление кластеров. Меры сходства. Критерии кластеризации.
23. Простой алгоритм выявления кластеров.
24. Алгоритм максиминного расстояния. Алгоритм K внутригрупповых средних. Алгоритм ИСОМАД.
25. Методы распознавания текста. Основные подходы к распознаванию символов: шаблонный, структурный, признаковый.
26. Методы распознавания скелетных образов: метод Щепина, скелетизация с применением шаблонов, волновой метод. Фонтанное преобразование.
27. Адаптивное распознавание: математическая модель, схема работы.
28. Нейронные сети. Принцип работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть: построение, обучение, применение.

## 20. "Зачет "

Примерный список вопросов:

1. Основные понятия распознавания образов. Типы распознавания образов. «Сенсорное» и «понятийное» распознавание. Пространственные и временные образы.
2. Задача распознавания образов. Основные направления распознавания образов. Понятие об образе, классе образов.
3. Основные задачи классификации образов. Основные функции системы распознавания образов
4. Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов.
5. Первая задача, возникающие при разработке систем распознавания образов. Два варианта порождения вектора образа.
6. Вторая задача, возникающие при разработке систем распознавания
7. образов. Понятие о признаке класса образов.
8. Третья задача, возникающие при разработке систем распознавания образов. Формализация задачи распознавания образов. Решающие функции.
9. Три основных принципа построения систем распознавания образов. Понятие о кластере. Принцип перечисления членов класса. Принцип общности свойств. Принцип кластеризации.
10. Три основных типа методологии при построении систем распознавания образов. Эвристические методы. Математические методы.

11. Детерминистские и статистические методы. Лингвистические (синтаксические) методы. Распознавание с учителем, распознавание без учителя.
12. Примеры автоматических систем распознавания образов. Распознавание символов. Автоматическая классификация данных, полученных дистанционно. Биомедицинские приложения.
13. Примеры автоматических систем распознавания образов. Распознавание отпечатков пальцев. Применение методов распознавания образов в техническом надзоре за состоянием узлов ядерного реактора.
14. Простая модель распознавания образов. Простая схема распознавания. Датчик. Классификатор. Вектор измерений. Понятие о решающей функции.
15. Решающие функции. Пример распознавания образов, принадлежащих двум классам.
16. Решающая (дискриминантная) функция. Пример простой решающей функции для случая разделения образов на два класса.
17. Линейные решающие функции. Общий вид линейной решающей
18. функции. Весовой (параметрический) вектор. Свойство решающей функции.
19. Обобщенные решающие функции. Пространство образов и пространство весов. Понятие о пространстве образов. Понятие о пространстве весов. Дихотомии. Реализация решающих функций.
20. Классификация образов с помощью функций расстояния. Классификация образов по критерию минимума расстояния. Случай единственности эталона. Множественность эталонов.
21. Обобщение принципов классификации по минимуму расстояния. Принцип ближайшего соседа. Синтез системы распознавания.
22. Выявление кластеров. Меры сходства. Критерии кластеризации.
23. Простой алгоритм выявления кластеров.
24. Алгоритм максимального расстояния. Алгоритм K внутригрупповых средних. Алгоритм ИСОМАД.
25. Методы распознавания текста. Основные подходы к распознаванию символов: шаблонный, структурный, признаковый.
26. Методы распознавания скелетных образов: метод Щепина, скелетизация с применением шаблонов, волновой метод. Фонтанное преобразование.
27. Адаптивное распознавание: математическая модель, схема работы.
28. Нейронные сети. Принцип работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть: построение, обучение, применение.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	7 семестр	
	Распознавание образов	
1	Основные понятия распознавания образов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Тема № 1	Проработка лекций
3	Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Тема № 2	Проработка лекций
5	Описание концепций и методологии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Тема № 3	Проработка лекций
7	Примеры автоматических систем распознавания образов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Тема № 4	Проработка лекций
9	Простая модель распознавания образов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Тема № 5	Проработка лекций
11	Классификация образов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Тема № 6	Проработка лекций
13	Кластеры	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Тема № 7	Проработка лекций
15	Методы распознавания текста	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Тема № 8	Проработка лекций
17	Адаптивное распознавание	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Тема № 9	Проработка лекций
19	Консультация перед зачетом	Самостоятельное изучение заданного материала
20	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

1. Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (из паспорта компетенций) <i>при наличии</i>	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	- способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.		Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение не менее 61% от каждой работы в семестре.
2	- способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.		Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение не менее 61% от каждой работы в семестре.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 1.1 Основная литература:

1. Павловская, Т. А. Программирование на языке С++ : учебное пособие / Т. А. Павловская. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100409> (дата обращения: 11.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

### 1.1 Дополнительная литература: (до 10 источников)

1. Малышева, Е. Н. Проектирование информационных систем. Раздел 5. Индустриальное проектирование информационных систем. Объектно-ориентированная Case-технология проектирования информационных систем : учебное пособие / Е. Н. Малышева. — Кемерово : Кемеровский государственный институт культуры, 2009. — 70 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22067.html> (дата обращения: 11.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Тарасов, В. Н. Математическое программирование. Теория, алгоритмы, программы : учебное пособие / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 222 с. — ISBN 5-7410-0559-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/73832.html> (дата обращения: 11.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.3 Интернет-ресурсы:

[www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)



[www.mathprofi.ru](http://www.mathprofi.ru)

[www.mathematics.ru](http://www.mathematics.ru)

#### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

ProQuest Dissertations & Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://search.proquest.com/index>

Национальная электронная библиотека. URL: <https://rusneb.ru/>

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

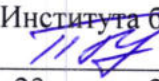
- Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины** Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

2. Павловская, Татьяна Александровна. С#: программирование на языке высокого уровня: учебник / Т. А. Павловская. - Санкт-Петербург: Питер, 2010. - 432 с: ил.; 24 см. - Библиогр.: с. 425-426. - Алф. указ.: с. 427-432. - ISBN 978-5-91180-174-8 (в пер.): ГРИФ: Рекомендовано МО

3. Павловская, Татьяна Александровна. С/С ++: структурное и объектно-ориентированное программирование: практикум / Т. А. Павловская. - Санкт-Петербург: Питер, 2010. - 352 с.: ил.; 24 см. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 339-340. - Алф. указ: с. 341-347. - ISBN 978-5-49807-666-9

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**СИМБИОГЕНЕТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Жигилева О.Н. Симбиогенетика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Симбиогенетика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Жигилева О.Н., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Симбиогенетика – новая научная дисциплина, сформировавшаяся в последнее десятилетие как один из разделов экологической генетики. Она носит интегральный характер, объединяя генетику, теорию эволюции и экологию и способствует распространению генетического мировоззрения в эти отрасли. Целью преподавания дисциплины является изучение особенностей реализации генетической информации в надорганизменных системах. В задачи курса входит формирование у студентов представления о роли обмена и совместного пользования генетической информацией организмами разных видов в эволюции Биосферы, механизмах межвидового генетического взаимодействия, основах теории симбиогенеза и некоторых прикладных аспектах генетики симбиоза.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами блока Б1. Молекулярные основы жизни: биохимия, молекулярная биология и молекулярная генетика; блока Б1. Общая биология: ботаника, зоология, клеточная биология, микробиология и вирусология, генетика, экология и рациональное природопользование, эмбриология, теории эволюции; блока Б1. Биоинформатика: геномика и протеомика. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по экологии, генетике, биохимии, молекулярной биологии и молекулярной генетике, теориям эволюции, популяционной генетике; умение использовать современные образовательные и информационные технологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-1 Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Знает понятие, виды, формы, экологическое значение симбиоза; историю развития, основные положения и доказательства теории симбиогенеза, теорию эндосимбиотического происхождения эукариотических клеток; генетические механизмы интеграции партнеров симбиоза; структуру и функции надорганизменных генетических систем
	Умеет демонстрировать базовые представления о разнообразии симбиоза, понимание значения симбиогенеза для устойчивости биосферы, представлять результаты исследований в устной и письменной форме

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		9
<b>Общий объем</b>	зач. ед.	4
	час	144

Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	44	44
Лекции	22	22
Практические занятия	22	22
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	100	100
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

### 3. Система оценивания

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Если в период проведения текущей аттестации студент набрал 61 балл и более, то он автоматически получает зачет. При количестве баллов за учебный модуль 60 и менее студент имеет право быть аттестованным путем сдачи зачета. По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный зачет, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Зачет предусматривает ответ на вопросы. Решение о сдаче зачета выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы зачета.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Симбиогенетика как наука. Понятие и формы симбиоза	6	2	0	0	0
2	Бобово-ризобиальный симбиоз.	6	0	2	0	0
3	Разнообразие и значение симбиозов	6	2	0	0	0
4	Разнообразие межвидовых отношений и их экологическая роль	6	0	2	0	0
5	Эволюционно-генетические	6	2	0	0	0

	отношения при симбиозе					
6	Разнообразие и значение форм симбиоза	6	0	2	0	0
7	Структура и функции надорганизменных генетических систем.	6	2	0	0	0
8	Симбиозы в природе и на практике. Часть 1.	6	0	2	0	0
9	Специфичность симбиоза	6	2	0	0	0
10	Симбиозы в природе и на практике. Часть 2.	6	0	2	0	0
11	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 1.	6	2	0	0	0
12	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов	6	0	2	0	0
13	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 2.	6	2	0	0	0
14	Эволюционно-генетические отношения при симбиозе	6	0	2	0	0
15	Генетические основы бобово-ризобиального симбиоза.	6	2	0	0	0
16	Микробно-растительные симбиозы	8	0	2	0	0
17	Симбиогенетика микоризы	6	2	0	0	0
18	Микробно-растительные симбиозы	6	0	2	0	0

19	Надорганизменная генетическая система «растение-агробактерия» и биотехнология растений	6	2	0	0	0
20	Симбиогенез и биотехнология	14	0	2	0	0
21	История развития и доказательства теории симбиогенеза	6	2	0	0	0
22	Эволюция симбиотических систем	6	0	2	0	0
23	Консультация	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	22	22	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Симбиогенетика как наука. Понятие и формы симбиоза"

Предмет симбиогенетики. Понятие симбиоза: Введение понятия симбиоза (Антон де Бари, 1879) и современные взгляды на симбиоз, как стабильную надорганизменную систему, которая возникает на основе взаимодействия организмов разных видов, полезного хотя бы для одного из партнеров (Проворов, 2001). Симбиоз как форма взаимодействия организмов. Типы биологических взаимодействий. Мутуализм. Протокооперация. Комменсализм. Паразитизм. Антибиоз. Понятие паразитизма, как переходной стадии к симбиозу. Виды паразитизма. Классификации симбиотических взаимоотношений: факультативные, экологически облигатные и генетически облигатные симбиозы. Концепции симбиоза: метаболическая, экологическая. Паразитизм как форма симбиоза.

Эссе по теме 1.1. Сформулируйте свое определение симбиоза. Как оно соотносится с понятиями «паразитизм» и «мутуализм»?

##### 2. "Бобово-ризобияльный симбиоз." Лабораторный практикум №1.

##### 3. "Разнообразие и значение симбиозов"

Симбиоз как адаптивная стратегия. Функции симбиоза: способность усваивать углекислый газ, молекулярный азот атмосферы, труднорастворимые фосфаты почвы, приобретение устойчивости к неблагоприятным факторам и стрессам, получение доступа к веществам, которые не синтезируются в организме и др. Функции симбиозов в круговороте биогенных элементов в Биосфере. Значение микроорганизмов в жизни растений. Симбиоз животных и бактерий. Микрофлора желудочно-кишечного тракта растительоядных животных (кишечник термитов, рубец жвачных). Состав и значение кишечной микрофлоры в эволюции животных. Другие примеры симбиогенеза. Экологически устойчивые агроэкосистемы. Применение микробных препаратов в растениеводстве и животноводстве.

##### 4. "Разнообразие межвидовых отношений и их экологическая роль". Семинар 1.

Вопросы для обсуждения:

1. Предмет, объект, задачи симбиогенетики, ее место в системе наук.
2. Основные типы межвидовых отношений, их характеристика. Примеры.
3. Различные подходы к определению понятия симбиоз.

4. История развития взглядов на симбиоз.
  5. Современная концепция симбиоза.
  6. Классификации симбиозов.
  7. Паразитизм как форма симбиоза.
  8. Определения понятия паразитизм с точки зрения разных концепций.
  9. Особенности и экологическое значение симбиоза микроорганизмов и растений.
  10. Особенности и экологическое значение симбиоза микроорганизмов и животных.
  11. Особенности и экологическое значение симбиоза авто- и гетеротрофов.
- Особенности и экологическое значение симбиоза растений и грибов.

#### 5. "Эволюционно-генетические отношения при симбиозе"

Симбиоз и половой процесс как основные формы генетической интеграции организмов. Понятие вертикального и горизонтального переноса генетической информации. Гены вирулентности и гены резистентности. Гипотеза «ген-на-ген». Коэволюция и коадаптация паразитов и хозяев. Закономерности коэволюции и правила коэволюции паразитов и хозяев В.А. Догеля. Уменьшение степени антагонизма в процессе коэволюции паразитов и хозяев. Генетическое и эволюционное значение паразитизма. Гипотеза «Красной королевы» (Ван Вален, 1974).

#### 6. "Разнообразие и значение форм симбиоза". Тест №1. Контрольная работа №1.

Тест № 1. По теме «Разнообразие и значение симбиоза» (пример заданий)

1. Термин «симбиоз», означающий длительное сосуществование неродственных организмов был введен в науку:

- а) Антоном де Бари в 1879 г.,
- б) Рене Лейкартом в 1879 г.,
- в) Франческо Реди в 1789 г.,
- г) Карлом Линнеем в 1798 г.

2. Тип взаимоотношений, при котором каждый из организмов при отсутствии партнера может жить самостоятельно, но при совместном обитании получают преимущество оба партнера, называется:

- а) симбиоз,
- б) мутуализм,
- в) протокооперация,
- г) комменсализм.

Контрольная работа по модулю 1. (пример заданий)

Поясните биологический смысл и практическое значение гипотезы «ген-на-ген».

Покажите роль симбиозов в круговороте биогенных элементов в Биосфере.

#### 7. "Структура и функции надорганизменных генетических систем. "

Понятие о надорганизменной генетической системе. Основные функции надорганизменных генетических систем: сигнальные взаимодействия, развитие симбиотических структур, метаболическая интеграция партнеров. Программы развития симбиотических систем: узнавание, инфекционный процесс, морфогенез, регуляция, метаболическая интеграция, поддержание, выход партнеров в свободноживущее состояние. Разнообразие морфогенетических процессов при симбиозах, образуемых разными организмами. Микро- и макроморфологические изменения партнеров по симбиозу. Гипотеза межгеномной генной комплементации. Понятие о доноре и реципиенте биохимической функции в симбиозе. Механизмы интеграции партнеров симбиоза: дифференциальная экспрессия генов, направленные модификации генетического материала (полиплоидизация, амплификация, генетические перестройки), перенос генов.

#### 8. "Симбиозы в природе и на практике. Часть 1."



### **Заслушивание и обсуждение докладов:**

1. История зарождения и трансформация представлений о симбиозе.
2. Коменсализм, аменсализм, форезия, протокооперация.
3. Кишечная микрофлора человека: состав, значение для жизнедеятельности.
4. Вирусы как паразиты генетического уровня, гипотезы их происхождения.
5. Система паразит-хозяин и паразитарная система.
6. Симбиоз человека и домашних животных.

### **9. "Специфичность симбиоза"**

Понятие гостальной и симбиотической специфичности. Уровни специфичности: генотипический, видовой, надвидовой. Изменчивость степени специфичности и ее значение. Факторы специфичности. Понятие сигнального взаимодействия. Генетика узнавания симбиотических партнеров: *sym* – гены бактерий, *nod*-гены.

Эссе по теме 2.1. Проиллюстрируйте на примере значение специфичности и нарушения специфичности для хозяина, симбионта и практики (с/х, медицины, ветеринарии).

### **10. "Симбиозы в природе и на практике. Часть 2."**

#### **Заслушивание и обсуждение докладов:**

1. Растительный паразитизм.
2. Концепция пользы от паразитизма: за и против.
3. Значение фактора патогенности в эволюции органического мира.
4. Социальный паразитизм – механизмы коэволюции партнеров.
5. Коэволюция и коадаптация животных-опылителей и цветковых растений.
6. Коэволюция насекомых с микроорганизмами.

### **11. "Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 1. "**

Внутриклеточные симбионты насекомых (на примере бактерий *Wohlbachia*) как молекулярно-клеточная модель симбиогенетики. Разнообразие, экологическое и эволюционное значение вольбахий, их биологические свойства и эффекты, вызываемые у хозяев. Направленные модификации генетического материала. Индуцированные паразитами хромосомные перестройки. Возможные механизмы индуцирования генетической нестабильности хозяев паразитами. Особенности геномов паразитов по сравнению со свободноживущими организмами. Сравнительный анализ размеров геномов паразитов и непаразитов. Гены «паразитизма». Гены устойчивости хозяев и гены вирулентности паразитов.

### **12. "Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов". Семинар 2.**

Вопросы для обсуждения:

1. Коэволюция и коадаптация. Примеры.
2. Основные гипотезы взаимодействия партнеров при симбиозе: «ген-на-ген», «Черной королевы», Холдейна, их примеры и доказательства.
3. Закономерности коэволюции.
4. Генетические механизмы интеграции при симбиозе.
5. Межгеномная генная комплементация: понятие, примеры.
6. Направленные модификации генетического материала при симбиозе.
7. Понятия «половой процесс», «половое размножение», «парасексуальный процесс».
8. Сходства и различия полового процесса и симбиоза с генетической точки зрения.
9. Значение половых различий в устойчивости к паразитам. Гипотеза Хамильтона.
10. Вертикальный и горизонтальный перенос генов.
11. Механизмы и значение горизонтального переноса генов.

### **13. "Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 2. "**

Дифференциальная экспрессия генов. Генетическое и антигенное сходство паразитов и хозяев. «Молекулярная мимикрия». Возрастание степени антигенного сходства в процессе коэволюции паразитов и хозяев. Антигенное сходство паразитов и хозяев как условие гостальной специфичности. Гостальная специфичность как соответствие набора генотипов хозяев и паразитов. Горизонтальный перенос генетической информации. Типы генов, подверженные горизонтальному переносу, и их идентификация. Распространение горизонтального переноса и его интенсивность в разных группах организмов. Механизмы переноса. Значение горизонтального переноса в природе и для практики.

#### 14. "Эволюционно-генетические отношения при симбиозе". Тест №2. Контрольная работа №2.

Тест № 2. По теме «Эволюционно-генетические отношения при симбиозе» (пример заданий)

1. Коэволюция – это:

- а) процесс взаимного приспособления паразитов и хозяев;
- б) параллельная эволюция не родственных, но экологически сопряженных видов организмов;
- в) способ происхождения видов и таксонов более высокого ранга;
- г) способ происхождения паразитов.

2. Сохранение полиморфизма по генам, регулирующим взаимоотношения паразитов и хозяев, согласно Гипотезе Холдейна, происходит за счет:

- а) отбора в пользу гетерозигот;
- б) полового отбора;
- в) отбора в пользу редких фенотипов;
- г) родственного отбора.

Контрольная работа по модулю 2. (пример заданий)

Какие гены, ответственные за симбиоз, Вам известны? Опишите строение этих генов.

Каковы функции этих генов?

Перечислите основные генетические механизмы интеграции партнеров симбиоза.

#### 15. "Генетические основы бобово-ризобияльного симбиоза. "

Структурно-функциональная организация генов нитрогеназы у свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов. Сопряжение фотосинтеза и азотфиксации при симбиозе. Регуляция азотфиксации, роль партнеров. Выявление генов симбиоза у растений: методы, значение для селекции и сельского хозяйства. Эволюционно-генетические основы селекции растений на симбиоз.

#### 16. "Микробно-растительные симбиозы". Семинар 3.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие гостальной и симбиотической специфичности.
2. Изменчивость степени специфичности и ее значение.
3. Генетика узнавания симбиотических партнеров.
4. Достижения селекции и генетической инженерии в создании новых симбиозов азотфиксаторов с растениями.
5. Выявление генов симбиоза у растений: методы, значение для селекции и с/х. Эволюционно-генетические основы селекции растений на симбиоз.

#### 17. "Симбиогенетика микоризы"

Симбиоз растений и грибов. Экологические функции микоризы. Микориза, разнообразие микориз. Арбускулярная микориза. Орхидная микориза. Значение микоризы в эволюции наземных высших растений, роль в выходе растений на сушу. Лишайники, их уникальные биологические свойства.

### 18. "Микробно-растительные симбиозы". Тест №3. Контрольная работа 3.

Тест № 3. По теме «Растительно-микробные симбиозы» (пример заданий)

1. Донором биохимической функции фиксации атмосферного азота в симбиозах с растениями могут быть:
  - а) цианобактерии;
  - б) актинобактерии;
  - в) бактерии рода *Rhizobium*;
  - г) все эти группы.
2. Стратегия эволюции симбиотических микроорганизмов заключается в:
  - а) упрощении генома и утрате генов;
  - б) усложнении генома;
  - в) перенесении части генов в геном хозяина;
  - г) возможны любые из этих вариантов.

Контрольная работа по модулю 3. (пример заданий)

Перечислите доводы «за» и «против» теории симбиотического происхождения эукариот.

На конкретном примере опишите эволюционное значение симбиоза.

### 19. "Надорганная генетическая система «растение-агробактерия» и биотехнология растений"

Агробактерии и особенности их взаимодействия с растениями. Специфичность разных видов агробактерий, их патогенность и факторы, ее определяющие. Организация генома агробактерий. Ti-плазмиды, их типы структура и свойства. Понятие и молекулярный механизм генетической колонизации. Использование знания этого механизма для биологической борьбы с патогенами. Генетическая инженерия и биотехнология симбиотических систем.

### 20. "Симбиогенез и биотехнология"

Заслушивание и обсуждение докладов:

1. Альтернативные гипотезы симбиогенеза.
2. Достижения геномики и протеомики в решении проблемы симбиогенеза.
3. Симбиоз патогенных организмов и проблемы медицины. Смешанные инфекции и инвазии.
4. Биотехнология симбиотических систем.
5. История развития генетической инженерии.
6. Современные достижения генетической инженерии.
7. Использование симбиоза в сельском хозяйстве.

### 21. "История развития и доказательства теории симбиогенеза"

Симбиогенез. История развития концепции (работы А.С. Фаминцына (1907), К.С. Мережковского (1905, 1910), Альтмана (1880), Б.М. Козо-Полянского (1924)). Теория симбиогенеза Линн Маргулис (1970, 1975). Современные концепции симбиогенеза. Теория эндосимбиотического происхождения эукариотической клетки, доказательства теории. Эндосимбиотическое происхождение митохондрий, пластид, ядра, жгутиков и других органелл. Наиболее вероятные предки органелл: данные молекулярной генетики. Противоречия и проблемы теории симбиогенеза. Эволюционные деревья, учитывающие теорию симбиогенеза.

### 22. "Эволюция симбиотических систем". Семинар 4.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие симбиогенеза и его значение в эволюции Биосферы.
2. Эндосимбиотическая теория происхождения эукариотической клетки: история и современное состояние вопроса.
3. Предпосылки и причины эндосимбиотического происхождения эукариот.

4. Разнообразие и биологическая роль симбиогенезов.
5. Проблемы и противоречия симбиогенетической теории: молекулярные данные.
6. Примеры симбиогенеза в разных царствах органического мира: коралловые полипы, красные водоросли, беспозвоночные животные, инфузории, вирусы.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Симбиогенетика как наука. Понятие и формы симбиоза	Чтение обязательной и дополнительной литературы, написание эссе
2	Бобово-ризобиальный симбиоз.	Подготовка отчета по лабораторной работе
3	Разнообразие и значение симбиозов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Разнообразие межвидовых отношений и их экологическая роль	Подготовка к семинару
5	Эволюционно-генетические отношения при симбиозе	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Разнообразие и значение форм симбиоза	Подготовка к контрольной работе
7	Структура и функции надорганизменных генетических систем.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Симбиозы в природе и на практике. Часть 1.	Составление презентаций
9	Специфичность симбиоза	написание эссе
10	Симбиозы в природе и на практике. Часть 2.	Составление презентаций
11	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 1.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов	Проработка лекций
13	Генетические механизмы взаимодействия неродственных видов. Часть 2.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Эволюционно-генетические отношения при симбиозе	Подготовка к контрольной работе
15	Генетические основы бобово-ризобиального симбиоза.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Микробно-растительные симбиозы	Проработка лекций
17	Симбиогенетика микоризы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Микробно-растительные симбиозы	Подготовка к семинару
19	Надорганизменная генетическая система «растение-агробактерия» и биотехнология растений	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Симбиогенез и биотехнология	Составление презентаций

21	История развития и доказательства теории симбиогенеза	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Эволюция симбиотических систем	Подготовка к контрольной работе
23	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала
24	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проходит в форме устного зачета.

#### Вопросы к зачету.

1. Предмет и задачи симбиогенетики.
2. Понятие симбиоза. Классификация видов симбиоза
3. Симбиоз и половой процесс как формы генетической интеграции организмов. Понятие вертикального и горизонтального переноса генетической информации.
4. Симбиоз как адаптивная стратегия. Экологические функции симбиоза.
5. Понятие паразитизма, виды паразитизма. Современные концепции паразитизма.
6. Сущность эволюционно-генетической теории паразитизма. Гипотеза «ген-на-ген».
7. Коэволюция и коадаптация паразитов и хозяев. Закономерности коэволюции.
8. Генетическое и эволюционное значение паразитизма. Гипотеза «Красной королевы».
9. Функции симбиозов в круговороте биогенных элементов в Биосфере.
10. Использование симбиоза в сельском хозяйстве. Генетическая инженерия и биотехнология симбиотических систем.
11. Понятие о надорганизменной генетической системе, ее основные функции.
12. Программы развития симбиотических систем.
13. Разнообразие морфогенетических процессов при симбиозах.
14. Гипотеза межгеномной геной комплементации. Понятие о доноре и реципиенте биохимической функции в симбиозе.
15. Механизмы интеграции партнеров симбиоза.
16. Понятие гостальной и симбиотической специфичности. Уровни специфичности. Понятие сигнального взаимодействия.
17. Факторы специфичности. Изменчивость степени специфичности и ее значение.
18. Генетика азотфиксации. Генетические основы селекции растений на симбиоз.
19. Симбиогенез. История развития концепции и современные теории симбиогенеза.
20. Теория эндосимбиотического происхождения эукариотической клетки, ее доказательства, противоречия и проблемы.
21. Микориза, разнообразие микориз, ее значение в эволюции высших растений.
22. Лишайники, их уникальные биологические свойства.
23. Микрофлора желудочно-кишечного тракта растительноядных животных. Состав и значение кишечной микрофлоры в эволюции животных.
24. Внутриклеточные симбионты насекомых (на примере бактерий *Wohlbachia*).

### 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

#### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
-------	--------------------------------	--------------------------------------	---------------------	---------------------

1	ПК-1 Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	<p>Знает: понятие симбиоза и его разнообразие, о генетической природе симбиоза, основные положения, теории и принципы симбиогенетики, понятие надорганизменной генетической системы, понятие симбиогенеза и его эволюционное значение, понятие коэволюции и коадаптации; классификации форм симбиоза, структуру и функции надорганизменных генетических систем, историю развития, основные положения и доказательства теории симбиогенеза, закономерности коэволюции; основные поисковые системы и сайты, источники получения информации в области симбиогенетики; основные модели симбиогенетики и результаты их изучения; основные методические подходы к изучению модельных систем в области симбиогенетики</p> <p>Умеет: давать определение симбиоза, приводить примеры разных видов симбиоза, давать определение надорганизменной генетической системы, излагать представление о генетической природе симбиоза, давать определение симбиогенеза, рассуждать о его эволюционном значении; демонстрировать представления о разнообразии симбиотических отношений в разных группах организмов, о структуре и функциях надорганизменных генетических систем, излагать основные положения и доказательства теории симбиогенеза,</p>	Тестовые задания, вопросы для контрольных работ, вопросы для устных ответов на семинарах, вопросы для подготовки к зачету, презентации, темы эссе	<p><b>Пороговый уровень (зачтено)</b></p> <p>Тест: - количество правильных ответов более 61%</p> <p>Устный ответ: - демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике</p> <p>Презентации, доклады: - материал актуальный, хорошо структурирован, не содержит биологических ошибок, отражает современный уровень знаний и позицию докладчика</p>
---	---	---	---	--

		закономерности коэволюции; работать с официальными сайтами, учебной и научной литературой с использованием поисковых систем; анализировать полученную информацию и формировать суждение по современным проблемам и достижениям симбиогенетики; вести дискуссию по вопросам симбиогенетики и теории симбиогенеза с привлечением научных фактов		
--	--	---	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Савченко В.К. Ценогенетика. Генетика биотических сообществ [Электронный ресурс]: монография/ Савченко В.К.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 270 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10068.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 28.05.2020).

### 7.2 Дополнительная литература:

Тузова Р.В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия [Электронный ресурс]: монография/ Тузова Р.В., Ковалев Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 395 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10115.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 28.05.2020).

Коровин, В. В. Введение в общую биологию. Теоретические вопросы и проблемы : учебное пособие / В. В. Коровин, В. А. Брынцев, М. Г. Романовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 536 с. — ISBN 978-5-8114-2398-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101830> (дата обращения: 28.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тейлор, Д. Биология: в 3 т. (комплект) / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под редакцией Р. Сопера. — 7-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 1463 с. — ISBN 978-5-9963-2668-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70789> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.3 Интернет-ресурсы:

Симбиогенетика. Принципы формирования растительно-микробных генетических систем. Онлайн-курс [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://openedu.ru/course/spbu/SYMGEN/>, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 02.05.2020)

Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/unilib>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Официальный сайт издательства: «Наука» [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.naukaran.ru>, свободный (дата обращения 02.05.2020)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

При выполнении практических работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office. Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ.

– **Лицензионное ПО:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

– **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

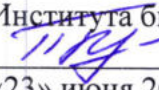
## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Дисциплина обеспечена компьютерными презентациями, составленными автором. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, проектором и проекционным экраном.

Для проведения УВ №2 требуется лабораторное оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, корни бобовых растений с клубеньками, скальпели, препаровальные иглы, пинцеты, спирт и др.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Салтанова Т.В. Системный анализ. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная: Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Системный анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:

**1. Пояснительная записка**

2. В ходе изучения дисциплины рассматриваются решения транспортной задачи (в матричной и сетевой постановке), задачи о назначениях, транспортной задачи с ограниченными пропускными способностями, и задач линейного программирования.

**2.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору. Для изучения дисциплины обучающийся должен в полном объёме освоить курс «Математический анализ». Необходимы знания разделов курса «Математический анализ» таких как: Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной, дифференциальное исчисление функции нескольких переменных.

**1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)**

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований – ПК-1.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.
	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1 заполняется в соответствии с учебным планом ОП (при этом количество столбцов «Часов в семестре» равно количеству семестров, в которых ведется дисциплина (модуль)).

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		8
<b>Общий объем 4зач. ед. час.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	-	-
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачёт

## 3. Система оценивания

**3.1.** При работе в семестре студенты набирают баллы 0-100 за выполнение контрольных и самостоятельных работ. Если студент не набрал 61 балл то студент приходит на зачёт, где он может улучшить свой результат. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий. Если в студент набрал 61 балл и более то получает зачёт по итогам работы в семестре.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7

1.	Решение транспортной задачи в матричной постановке	3	0	2	0	0
2.	Транспортная задача в матричной постановке	3	2	2	0	0
3.	Транспортная задача в матричной постановке	3	2	2	0	0
4.	Решение транспортной задачи в матричной постановке	3	0	2	0	0
5.	Транспортная задача в матричной постановке	3	2	2	0	0
6.	Транспортная задача в матричной постановке	3	2	2	0	0
7.	Транспортная задача в сетевой постановке	3	0	2	0	0
8.	Транспортная задача в сетевой постановке	3	2	2	0	0
9.	Транспортная задача в сетевой постановке	3	2	2	0	0
10.	Задача о назначениях	3	0	2	0	0
11.	Задача о назначениях	3	2	2	0	0
12.	Задача о назначениях	3	2	2	0	0
13.	Задача о назначениях	3	0	2	0	0
14.	Задача о назначениях	4	2	2	0	0
15.	Задача о назначениях	3	2	2	0	0
16.	Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями	4	0	2	0	0
17.	Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями	4	2	2	0	0
18.	Контрольная работа	4	2	2	0	0
19.	Задача линейного программирования	4	0	2	0	0
20.	Задачи линейного программирования	4	2	2	0	0
21.	Задачи линейного программирования	4	2	2	0	0
22.	Задача линейного программирования	4	0	2	0	0
23.	Задачи линейного программирования	4	2	2	0	0
24.	Задачи линейного программирования	4	2	2	0	0
25.	Контрольная работа	4	2	2	0	0

26	Консультация по дисциплине	4	0	0	0	0
27	Зачёт по дисциплине	4	0	0	0	0
28	Итого (часов)	144	16	36	0	

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Решение транспортной задачи в матричной постановке"

Транспортная задача. Свойства транспортной задачи. Методы построения опорного плана: метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод Фогеля.

##### 2. "Транспортная задача в матричной постановке"

Транспортная задача. Свойства транспортной задачи. Методы построения опорного плана: метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод Фогеля.

##### 3. "Транспортная задача в матричной постановке"

Транспортная задача. Свойства транспортной задачи. Методы построения опорного плана: метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод Фогеля.

##### 4. "Решение транспортной задачи в матричной постановке"

Циклы в транспортной таблице. Метод потенциалов.

##### 5. "Транспортная задача в матричной постановке"

Циклы в транспортной таблице. Метод потенциалов.

##### 6. "Транспортная задача в матричной постановке"

Самостоятельная работа по теме "Транспортная задача в матричной постановке"

##### 7. "Транспортная задача в сетевой постановке"

Решение транспортной задачи в сетевой постановке. Опорный план. Метод потенциалов.

##### 8. "Транспортная задача в сетевой постановке"

Построение опорного плана.

##### 9. "Транспортная задача в сетевой постановке"

Самостоятельная работа.

##### 10. "Задача о назначениях"

Постановка задачи и её математическая модель. Метод потенциалов для решения задачи о назначениях.

##### 11. "Задача о назначениях"

Постановка задачи и её математическая модель. Метод потенциалов для решения задачи о назначениях.

##### 12. "Задача о назначениях"

Метод потенциалов для решения задачи о назначениях.

**13. "Задача о назначениях"**

Венгерский метод решения задачи о назначениях

**14. "Задача о назначениях"**

Венгерский метод решения задачи о назначениях

**15. "Задача о назначениях"**

**16. "Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями"**

Построение исходного опорного плана с помощью расширения задачи. Построение исходного опорного плана методом минимального резерва пропускной способности. Неразрешимая задача

**17. "Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями"**

Построение исходного опорного плана с помощью расширения задачи. Построение исходного опорного плана методом минимального резерва пропускной способности. Неразрешимая задача

**18. "Контрольная работа"**

Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями

**19. "Задача линейного программирования"**

Графический метод решения стандартной задачи с двумя переменными. Алгоритм симплекс-метода.

**20. "Задачи линейного программирования"**

Графический метод решения стандартной задачи с двумя переменными. Алгоритм симплекс-метода.

**21. "Задачи линейного программирования"**

Графический метод решения стандартной задачи с двумя переменными. Алгоритм симплекс-метода.

**22. "Задача линейного программирования"**

Двойственность в линейном программировании. Правило построения двойственных задач.

**23. "Задачи линейного программирования"**

Двойственность в линейном программировании. Правило построения двойственных задач.

**24. "Задачи линейного программирования"**

Двойственность в линейном программировании. Правило построения двойственных задач.

**25. "Контрольная работа"**

Контрольная работа "Симплекс-метод". "Двойственная задача".

**26. "Консультация по дисциплине"**

**27. "Зачёт по дисциплине"**

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	8 семестр	
	Системный анализ	
1	Решение транспортной задачи в матричной постановке	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Транспортная задача в матричной постановке	Проработка лекций
3	Транспортная задача в матричной постановке	Проработка лекций
4	Решение транспортной задачи в матричной постановке	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Транспортная задача в матричной постановке	Проработка лекций
6	Транспортная задача в матричной постановке	Проработка лекций
7	Транспортная задача в сетевой постановке	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Транспортная задача в сетевой постановке	Проработка лекций
9	Транспортная задача в сетевой постановке	Проработка лекций
10	Задача о назначениях	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Задача о назначениях	Проработка лекций
12	Задача о назначениях	Проработка лекций
13	Задача о назначениях	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Задача о назначениях	Проработка лекций
15	Задача о назначениях	Проработка лекций
16	Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями	Проработка лекций
18	Контрольная работа	Проработка лекций
19	Задача линейного программирования	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Задачи линейного программирования	Проработка лекций
21	Задачи линейного программирования	Проработка лекций
22	Задача линейного программирования	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Задачи линейного программирования	Проработка лекций
24	Задачи линейного программирования	Проработка лекций
25	Контрольная работа	Проработка лекций
26	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала
27	Зачёт по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)



## 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Вопросы к зачёту

Транспортная задача в матричной постановке. Метод построения опорного плана (Северо-западного угла, Фогеля, минимального элемента).

Транспортная задача в матричной постановке. Метод потенциалов.

Транспортная задача в сетевой постановке. Метод потенциалов.

Задача о назначениях. Метод потенциалов.

Задача о назначениях. Венгерский метод.

Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями.

Задачи линейного программирования. Графический метод решения.

Задачи линейного программирования. Симплекс-метод решения.

Двойственная задача в линейном программировании.

Задания для работы на семинарских занятиях и самостоятельной работы берутся из учебника Аксентьев В. А.. Методы оптимальных решений: сборник задач : учебное пособие для студентов экономических специальностей вузов/ В. А. Аксентьев; Тюм. гос. ун-т. - 2-е изд.. - Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2013. - 444 с. В

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований – ПК-1.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результата решённых задач.	Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

При формировании перечня основной и дополнительной литературы используются информационные ресурсы Библиотечно-музейного комплекса ТюмГУ, размещенные на сайте БМК в разделе «Электронные ресурсы».

### 1.1 Основная литература:

1. Кузнецов, В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебник для студентов высших учебных заведений / В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. - ISBN 978-5-906818-95-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/636142> (дата обращения: 14.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 1.1 Дополнительная литература: (до 10 источников)

2. Аксентьев, В. А. Методы оптимальных решений : учебное пособие / В. А. Аксентьев. — Тюмень : ТюмГУ, 2013. — 452 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109662> (дата обращения: 14.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **1.1 Интернет-ресурсы: (при необходимости)**

1. [www.exponent.ru](http://www.exponent.ru)

## **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: lbz.ru**

### **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**
- **Лицензионное ПО:**  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams

### **Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием;

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

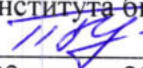
**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Жигилева О.Н. Теории эволюции. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Теории эволюции [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Жигилева О.Н., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Целью курса является получение базовых знаний о биологической эволюции, путях, механизмах и закономерностях эволюционного процесса с точки зрения разных эволюционных концепций. В процессе изучения курса обучающиеся решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают историю возникновения и развития эволюционных идей, разнообразие эволюционных концепций; исследуют общие проблемы микро- и макроэволюции, познают закономерности эволюции видов и экосистем, выясняют пути исторического развития отдельных групп организмов, включая человека, рассматривают проблему возникновения жизни на Земле.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули) Обязательная часть.

Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с другими дисциплинами блока Б1. ботаника, зоология, клеточная биология, микробиология и вирусология, генетика, экология и рациональное природопользование, эмбриология; блока Б1. популяционная генетика, молекулярная биология и молекулярная генетика. Для успешного освоения дисциплины необходимо умение использовать современные образовательные и информационные технологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает основные закономерности эволюции, историю становления эволюционной идеи, механизмы макро-и микроэволюции согласно современному уровню развития науки
	Умеет демонстрировать базовые представления о механизмах и формах эволюции, применять их на практике

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		8
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час</b>	4	4
	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94

Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен
---	--	---------

### 3. Система оценивания

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Если в период проведения текущей аттестации студент набрал 61 балл и более, то он автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода, но в то же время он имеет право повысить оценку, полученную по итогам рейтинга (удовлетворительно, хорошо), путем сдачи экзамена. Шкала перевода баллов в оценки: 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»; от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»; от 76 до 90 баллов – «хорошо»; от 91 до 100 баллов – «отлично». По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Экзамен предусматривает ответ на вопросы, изложенные в экзаменационном билете. Решение о сдаче экзамена выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы экзаменационного билета.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и история развития эволюционной теории.	6	2	0	0	0
2	«Чарльз Дарвин и Древо жизни»	6	0	2	0	0
3	Эволюционные идеи в додарвиновский период.	6	0	2	0	0
4	Разнообразие эволюционных концепций. Антиэволюционизм	6	2	0	0	0
5	Дарвинизм	6	0	2	0	0
6	Разнообразие эволюционных концепций	6	0	2	0	0

7	Методы изучения и основные доказательства биологической эволюции	6	2	0	0	0
8	История развития эволюционной теории	8	0	2	0	0
9	Контроль по блоку 1.	6	0	2	0	0
10	Учение о микроэволюции	6	2	0	0	0
11	Искусственный отбор.	6	0	2	0	0
12	Элементарные факторы и движущие силы микроэволюции	6	0	2	0	0
13	Закономерности макроэволюции	6	2	0	0	0
14	Проблемные вопросы макро- и микроэволюции	8	0	2	0	0
15	Главные пути и направления макроэволюции	6	0	2	0	0
16	Антропогенез.	6	2	0	0	0
17	Эволюция онтогенеза.	6	0	2	0	0
18	Контроль по блоку 2.	6	0	2	0	0
19	Происхождение жизни на Земле: основные гипотезы	6	2	0	0	0
20	«По следам эволюции человека»	6	0	2	0	0
21	«Антропогенез»	6	0	2	0	0
22	Этапы развития Биосферы.	6	2	0	0	0
23	Происхождение жизни и развитие основных групп организмов	6	0	2	0	0
24	Антропогенез и эволюция "не по Дарвину"	6	0	2	0	0

25	Контроль по блоку 3.	6	0	2	0	0
26	Консультация	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Основные понятия и история развития эволюционной теории." (лекция)

Понятие и свойства биологической эволюции. Предмет и методы эволюционной теории. Этапы развития. Связь эволюционной теории с другими науками. Мировоззренческое значение эволюционной теории. Развитие эволюционной теории в додарвиновский период. Креационизм и трансформизм. Теория катастроф Ж. Кювье. Основные представители этих течений в биологии. Эволюционная теория Ж.Б. Ламарка. Эволюционная теория Ч. Дарвина, основные положения и фактологическая база. Борьба за существование как основа естественного отбора. Происхождение видов. Противоречия теории Ч. Дарвина. Развитие теории эволюции после Дарвина. Кризис дарвинизма. Создание синтетической теории эволюции (СТЭ). Значение работ отечественных ученых в развитии СТЭ. Изучение молекулярных основ эволюции. Кризис СТЭ. «Молекулярный антидарвинизм».

##### 2. "«Чарльз Дарвин и Древо жизни»". Практикум.

Просмотр, анализ и обсуждение фильма BBC «Чарльз Дарвин и Древо жизни». Выполнение письменного задания по материалам фильма.

##### 3. "Эволюционные идеи в додарвиновский период." Семинар 1.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие идеи о развитии живой природы господствовали в древности и Средневековье?
2. Каковы характерные черты развития биологии в эпоху Возрождения?
3. Перечислите наиболее крупные достижения биологии 18-19 в., повлиявшие на обоснование идеи эволюции органического мира.
4. Охарактеризуйте главные направления борьбы вокруг идеи исторического развития живой природы в 17-19 в.
5. Эволюционные воззрения К.Ф. Рулье.
6. Основные положения эволюционной концепции Ж.Б. Ламарка.
7. Ж.Б. Ламарк о живой и неживой природе. Представление ученого о происхождении и развитии жизни.
8. Система животных и растений Ламарка. Принцип классификации. Почему систему Ламарка считают естественной?
9. Движущие силы эволюции по Ламарку.
10. Ламарк о роли внешней среды в эволюции.
11. Как Ламарк решал проблему «изменчивости»? Причины изменчивости.
12. Проблема приспособленности и целесообразности живых организмов.
13. Отношение Ламарка к виду. Почему он отрицал вымирание вида?
14. Докажите с точки зрения генетики несостоятельность законов Ламарка. В чем суть антропоморфизма в рассуждениях Ламарка?
15. Каково значение учения Ламарка? Какие из поставленных проблем Ламарку удалось решить, а какие нет? Почему теория Ламарка не была принята современниками? Преодолевали Ламарк креационизм и трансформизм?

##### 4. "Разнообразие эволюционных концепций. Антиэволюционизм" (лекция)

Креационизм и его формы. Теологическая концепция эволюции. Теизм. Деизм. Концепция непрерывного творения (creatio continua). Концепции инволюции. Представления о появлении жизни в мировых религиях. Концепция «Разумного замысла» (англ. Intelligent design), ее доказательства. Концепция палеоконтакта. Современное состояние креационизма.



Критика креационизма. Телеология. Автогенез. Ортогенез. Номогенез. Финализм. Преформизм и его формы: овизм и анималькулизм. Эпигенез. Трансформизм. Эволюционизм. Классификации эволюционных концепций. Мутационизм.. Теории естественного отбора. Современные альтернативные теории эволюции. Теория нейтральной эволюции. Сальтационизм. Гипотеза симбиогенеза.

## 5. "Дарвинизм". Семинар 2.

Вопросы для обсуждения:

1. В чем заключалась принципиальная новизна подхода Ч. Дарвина к изучению процесса эволюции?
2. Перечислите факты, убедившие Ч. Дарвина в реальности биологической эволюции.
3. Основные положения теории Ч. Дарвина.
4. Происхождение видов.
5. Формы индивидуального естественного отбора.
6. Субиндивидуальный естественный отбор. Соотношение полового и индивидуального естественного отбора. К-отбор, его формы.
7. Сравните объяснение механизма эволюции по Ж.Б. Ламарку и Ч. Дарвину.
8. Основные противоречия и затруднения теории Ч. Дарвина.
9. Этапы развития дарвинизма.
  1. Современное состояние теории Ч. Дарвина.

## 6. "Разнообразие эволюционных концепций". Практикум 2. (игра-квест)

### 7. " Методы изучения и основные доказательства биологической эволюции" (лекция)

Доказательства теории эволюции данными различных наук: биохимии, биогеографии, систематики, генетики и селекции. Методы изучения эволюции. Палеонтологические методы. Виды палеонтологических данных. Биостратиграфия. Принцип суперпозиции Стенона. Методы датировки. Международная стратиграфическая шкала. Основные результаты изучения палеонтологической летописи. Последовательность ископаемых форм. Палеонтологические ряды. Ископаемые переходные формы. Биогеографические методы. История формирования материков. Островные формы. Реликты. Морфологические методы. Гомология органов. Аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Сравнительно-анатомические ряды. Эмбриологические методы. Принцип рекапитуляции. Методы систематики. Экологические методы. Генетические методы. Иммунологические методы. Методы молекулярной биологии. Идея молекулярных часов. Методы моделирования эволюции. Необходимость комплексного подхода к изучению эволюции.

### 8. "История развития эволюционной теории"

Эссе №1. Можно ли сказать, что дарвинизм «устарел» в XXI веке?

**Заслушивание о обсуждение докладов.** Темы презентаций:

1. Эволюционные представления в трудах философов античного времени (Платона, Гераклита, Эмпедокла, Демокрита, Эпикура, Лукреция и др.).
2. Креационизм, его основные направления и представители. Концепция «Разумного замысла» (нео-креационизм).
3. Кругосветное путешествие Ч. Дарвина на корабле «Бигль».
4. Доказательства реальности естественного отбора.
5. Социальный дарвинизм и мальтузианство
6. Евгеника и расизм.
7. Представления о сотворении мира в разных религиях.
8. Ортогенез и номогенез.
9. Преформизм и его основные направления (овизм, анималькулизм).
10. Приспособительная окраска животных.

## 9. "Контроль по блоку 1." Тест №1. Контрольная работа №1.

Тест № 1. История развития эволюционной теории и доказательства эволюции (пример заданий)

1. Автор первого эволюционного учения:
  - а) Ч. Дарвин
  - б) Ж.Б. Ламарк
  - в) Аристотель
  - г) К. Линней
2. Возможность наследования благоприобретенных признаков не отражена в эволюционном учении:
  - а) Ч. Дарвина
  - б) Ж.Б. Ламарка
  - в) Ж. Кювье
  - г) Т. Лысенко

Контрольная работа № 1.

Сходство и различия креационизма и трансформизма.

Что было синтезировано в синтетической теории эволюции (СТЭ)?

Что такое Ламаркизм? Перечислите его основные положения.

В чем суть «кошмара Дженкина» и почему Ч. Дарвин не смог его объяснить?

## 10. " Учение о микроэволюции" (лекция)

Популяция как минимальная единица эволюции. Определение популяции, ее признаки. Их неравноценность. Генофонд популяции. Понятие мобилизационного резерва изменчивости и генетического груза. Полиморфизм популяции, его типы. Роль полиморфизма в поддержании высокой пластичности популяции. Понятие элементарного эволюционного явления. Факторы микроэволюции. Мутационный процесс как фактор эволюции. Частота спонтанных мутаций. Влияние на нее генотипа. Универсальность мутационного процесса. Закон Харди-Вайнберга, понятие идеальной популяции. Дрейф генов, его причины и следствия. Принцип «основателя» и популяционные волны. «Поток генов». Изменение популяции-реципиента в результате потока генов. Естественный отбор, его уровни. Направленность отбора. Групповой отбор, его формы (половой, популяционный, демовый). К-отбор. Формы индивидуального естественного отбора. Субиндивидуальный отбор (гаметный, генный).

## 11. " Искусственный отбор." Практикум 3.

Задания:

1. Изучите характеристики и изображения различных пород домашних животных, сравните их с предком, найдите сходства и отличия. Ради каких признаков порода была создана? Есть ли у породы недостатки?
2. Изучите историю происхождения данной породы. Какие микроэволюционные факторы были определяющими в ее возникновении (спонтанная мутация, гибридизация разных пород, гибридизация с дикой формой, селекция на усиление желаемого свойства и т.п.)? Выясните, какие признаки более стабильные, какие – наиболее переменчивые.
3. Изучите историю одомашнивания данной группы животных. Постройте филогенетическое дерево происхождения предложенных Вам пород, пользуясь известными филогенетическими построениями и описаниями происхождения каждой породы.
4. Придумайте свою породу животного. Какими свойствами она должна обладать? На основе какой породы (или от скрещивания представителей каких пород) она может быть выведена? Какие методы селекции Вы примените? По каким признакам будете вести отбор?

## 12. "Элементарные факторы и движущие силы микроэволюции". Семинар 3.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие «микроэволюция», ее связь с макроэволюцией.
2. Определение популяции. Почему популяция является элементарной эволюционной единицей?
3. Элементарные факторы эволюции.
4. Это понимают под «популяционными волнами»? Какова их роль? Какие популяции по численности наиболее выгодны для эволюции: большие, средние, малые?
5. Изоляция. Принципы классификации изоляции. Значение изоляции для эволюции.
6. Дрейф генов. Значение в эволюции видов.
7. Элементарный эволюционный материал. Типы мутаций. Почему для эволюционного процесса имеют значение частота возникновения мутаций?
8. Современное понимание борьбы за существование. Ее формы и значение.
9. Предпосылки действия естественного отбора.
10. Значение модификационной изменчивости для отбора.
11. Формы естественного отбора.
12. Что такое «экологическая ниша» и «адаптивная зона»?
13. Существует ли специфика действия отбора на разных уровнях организации?
14. История формирования понятия о виде. Современные представления о виде.
15. Определение понятия «вид». Почему в настоящее время существует много определений вида?
16. Основные свойства видов и их критерии.

### 13. "Закономерности макроэволюции" (лекция)

Соотношение макро- и микроэволюции. Особенности макроэволюции. Связь прогресса и регресса в биологии. Морфофизиологический и биологический прогресс, их критерии. Основные направления биологического прогресса. Понятие адаптивной зоны, квантовая эволюция. Эмпирические правила эволюции. Конвергенция, дивергенция и параллелизм в эволюции органического мира. Сетчатая эволюция. Принципы современной систематики.

### 14. "Проблемные вопросы макро- и микроэволюции"

**Эссе №2.** Эволюционные последствия создания необычных форм живого биотехнологическими методами.

**Заслушивание и обсуждение докладов.** Темы презентаций:

1. Глобальные вымирания видов. Почему вымерли динозавры?
2. Роль репродуктивной изоляции в возникновении новых видов.
3. Роль гибридизации в возникновении новых видов.
4. Роль полиплоидии в возникновении новых видов.
5. Конвергентное сходство у животных и растений.
6. Развитие понятия «вид» со времени Дж. Рея до наших дней.
7. Скорость эволюции. Внезапное и постепенное видообразование.
8. Принципы современной систематики.
9. Сальтационизм.
10. Теория нейтральности молекулярной эволюции.

### 15. "Главные пути и направления макроэволюции". Семинар 4.

Вопросы для обсуждения:

1. Проблема вымирания видов.
2. Правило прогрессивной специализации.
3. Главные направления и пути эволюционного процесса (дивергенция, конвергенция, параллелизм).
4. Прогресс в эволюции. Критерии биологического прогресса.
5. Пути биологического прогресса по А.Н. Северцову и И.И. Шмальгаузену.

6. В чем различия в характеристике направлений и путей эволюционного прогресса разными авторами?
7. Соотношение между ароморфозами и идиоадаптациями. Ключевые ароморфозы у разных групп растений и животных.
8. Смена фаз эволюционного процесса или закон А.Н. Северцова.
9. Биологический регресс, его критерии. Вымирание и тупики эволюции.
10. Биологическая стабилизация.
11. Направление и направленность эволюции. Суть понятий.
12. Необратимость эволюционного процесса. Как понимаете неограниченность эволюционного процесса?
13. Правило происхождения от неспециализированных предков.
14. Как понимать сетчатую эволюцию?
15. Темпы эволюции.

#### 16. "Антропогенез." (лекция)

Человек как биологический вид, его положение в системе животного царства. Основные признаки человека. Доказательства происхождения человека от животных. Уникальность Человека разумного. Гоминидная триада. Биологические и социальные факторы в эволюции человека разумного. Факторы антропогенеза. Человеческие расы и факторы расогенеза. Гипотетические предки человека. Основные этапы эволюции гоминид. Австралопитеки: основные находки, особенности морфологии и образа жизни. Архантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни. Палеантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни. Неоантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни.

#### 17. "Эволюция онтогенеза." Семинар 5.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие онтогенеза и филогенеза.
2. Биологический закон Мюллера-Геккеля и его критика.
3. Закон зародышевого сходства К. Бера.
4. Соотношение онтогенеза и филогенеза в работах И.И. Мечникова, А.О. Ковалевского.
5. Современные представления об отношениях между онтогенезом и филогенезом.
6. Онтогенез не только результат, но и основа филогенеза. Как понимаете?
7. Определение и биологическая значимость понятий «палингенезы», «гетерохронии», «гетеротропии», «филэмбриогенезы».
8. Эволюционные изменения на ранних, средних и поздних стадиях эмбрионального развития (архаллакисы, девиации, анаболии).
9. Какие стадии онтогенеза отличаются большой консервативностью и почему?
10. В чем проявляется целостность онтогенеза?
11. Онтогенетическая дифференцировка, корреляция, координация, эмбрионизация, автономизация, неотения.

#### 18. "Контроль по блоку 2." Тест №2. Контрольная работа №2.

Тест № 2. Микро- и макроэволюция (пример заданий)

1. Направление эволюции, приводящее к повышению уровня организации группы, называется:
  - а) аллогенез
  - б) арогенез
  - в) катагенез
  - г) адаптациогенез
2. Аллогенная эволюция происходит путем:
  - а) ароморфозов
  - б) катаморфозов

- в) идиоадаптаций
- г) адаптациогенеза

#### Контрольная работа № 2.

В чем суть и механизмы действия разных форм естественного отбора?

Пути эволюции: дивергенция, конвергенция, параллелизмы. Приведите примеры.

Почему мутационный процесс является элементарным фактором микроэволюции?

Соотношение между ароморфозами и идиоадаптациями. Ключевые ароморфозы у разных групп растений и животных.

#### 19. "Происхождение жизни на Земле: основные гипотезы" (лекция)

Теории происхождения жизни на Земле. Сущность основных гипотез: креационизма, самозарождения, панспермии, биохимической эволюции. Вульгарная гипотеза зарождения жизни на Земле. Доказательства невозможности зарождения организмов на Земле в настоящее время (опыты Ф. Реди, Л. Пастера). Гипотеза абиогенеза. Этапы химической и биологической эволюции. Сходство и различие во взглядах А.И. Опарина и Дж. Холдейна. Экспериментальное обоснование гипотезы зарождения жизни на Земле. Условия сохранения органических соединений на Земле. Химическая и биологическая эволюция. Экспериментальные доказательства и нерешенные проблемы концепции абиогенеза. Теория заноса жизни с других планет (панспермии), ее обоснование.

#### 20. "«По следам эволюции человека»" Практикум. Просмотр, анализ и обсуждение фильма.

Вопросы для обсуждения:

1. Сколько лет виду *Homo sapiens*?
2. Какие факторы микроэволюции сыграли роль в становлении вида *Homo sapiens*?
3. Перечислите время и направление основных волн миграций человека разумного:
4. Перечислите признаки, которые подвергались отбору при возникновении человеческих рас.
5. Какие признаки человека сформировались в результате полового отбора?
6. Какие есть доказательства происхождения человека от животных?

Выполнение письменного задания по материалам фильма.

#### 21. "«Антропогенез»" Практикум.

Выполнение творческого задания (работа в группах). Идентификация видов гоминид по палеонтологическим находкам.

#### 22. "Этапы развития Биосферы. " (лекция)

Геохронологическая шкала. Основные этапы развития жизни на Земле. Развитие жизни в докембрии. Основные эволюционные события катархея, архея и протерозоя. Глобальные последствия появления фотосинтезирующих организмов. Гипотезы происхождения эукариот. Симбиогенез. Эволюция основных групп организмов. Основные пути эволюции растений, животного мира. Ароморфозы в эволюции позвоночных животных. Историческое развитие жизни в палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эру. Основные черты эволюции Биосферы. Происхождение человека и общества (антропосоциогенез).

#### 23. "Происхождение жизни и развитие основных групп организмов". Семинар 6.

Вопросы для обсуждения:

1. Определение жизни Ф. Энгельсом. Современное определение жизни.
2. Теории происхождения жизни на Земле.
3. В чем суть основных идеалистических и материалистических гипотез: креационизма, самозарождения, панспермии, биохимической эволюции.
4. Сходство и различия в гипотезах Л. И. Опарина, Д. Бернала, Холдейна, С. Фокса и др.

5. Условия, необходимые для синтеза органических веществ.
6. Этапы химической и биологической эволюции. Экспериментальные доказательства.
7. Определите проблемы, оставшиеся нерешенными.
8. Основные группы организмов (доклеточные и клеточные).
9. Основные пути эволюции растений (охарактеризовать основные черты эволюции): а) переход от гаплоидности к диплоидности; б) освобождение процесса полового размножения от наличия капельно-дождевой воды; в) дифференциация тела с переходом к наземным условиям; г) специализация опыления. Показать их биологическую значимость.
10. Эволюция животного мира. Охарактеризовать основные магистральные направления развития: а) возникновение многоклеточных и все большее дифференцирование всех систем органов; б) возникновение твердого скелета; в) развитие центральной нервной системы; г) развитие социальности.
11. Развитие жизни в докембрии.
12. Историческое развитие жизни в палеозойскую, мезозойскую, кайнозойскую эры.

#### 24. "Антропогенез и эволюция "не по Дарвину""

Эссе №3. Возможно ли «очеловечивание» обезьян в наше время?

Заслушивание и обсуждение докладов. Темы презентаций:

1. Эволюция органов и функций.
2. Прогресс в живой природе: неограниченный, групповой (ограниченный), экологический, биотехнический.
3. Морфологические типы австралопитеков.
4. Человек прямоходящий: морфология, распространение, основные находки, образ жизни.
5. Особенности человека разумного.
6. Основные человеческие расы и факторы расогенеза.
7. Возможные пути эволюции человека в будущем.
8. Эволюция экосистем – филогенез.
9. Козволюция.
10. Симбиогенез.

#### 25. "Контроль по блоку 3." Тест №3. Контрольная работа №3.

Тест № 3. Происхождение жизни и антропогенез (пример заданий)

1. Теория абиогенеза была выдвинута:
  - а) А.М. Бутлеровым в 1864 году
  - б) Л. Пастером в 1865 году
  - в) С. Аррениусом в 1907 году
  - г) А.И. Опариным в 1924 году
2. Первое существо, предок всех нынеживущих организмов, называется:
  - а) Проконсул
  - б) Лука
  - в) Люси
  - г) Коацерват
3. Продолжительность биологической эволюции на Земле составляет приблизительно:
  - а) 20 млрд. лет
  - б) 4 млрд. лет
  - в) 500 млн. лет
  - г) 2,5 млн. лет

Контрольная работа № 3.

В чем состоят нерешенные вопросы разных гипотез происхождения жизни?

Как доказать объективность процесса эволюции жизни на Земле?

Основные отличия человека от человекообразных обезьян и последовательность их возникновения в эволюции.

Объясните различия между расами современного человека с позиций эволюционного учения.

### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Основные понятия и история развития эволюционной теории.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	«Чарльз Дарвин и Древо жизни»	Проработка лекций
3	Эволюционные идеи в додарвиновский период.	Подготовка к семинару
4	Разнообразие эволюционных концепций. Антиэволюционизм	Проработка лекций, написание эссе
5	Дарвинизм	Подготовка к семинару
6	Разнообразие эволюционных концепций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Методы изучения и основные доказательства биологической эволюции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	История развития эволюционной теории	Составление презентаций
9	Контроль по блоку 1.	Подготовка к контрольной работе
10	Учение о микроэволюции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Искусственный отбор.	Проработка лекций
12	Элементарные факторы и движущие силы микроэволюции	Подготовка к семинару
13	Закономерности макроэволюции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Проблемные вопросы макро- и микроэволюции	Составление презентаций
15	Главные пути и направления макроэволюции	Проработка лекций
16	Антропогенез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Эволюция онтогенеза.	Проработка лекций
18	Контроль по блоку 2.	Подготовка к контрольной работе
19	Происхождение жизни на Земле: основные гипотезы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	«По следам эволюции человека»	Проработка лекций
21	«Антропогенез»	Подготовка к семинару
22	Этапы развития Биосферы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Происхождение жизни и развитие основных групп организмов	Подготовка к семинару
24	Антропогенез и эволюция "не по Дарвину"	Составление презентаций
25	Контроль по блоку 3.	Подготовка к контрольной работе

26	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала
27	Экзамен по дисциплине "Теории эволюции"	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена.

Вопросы к экзамену:

1. Понятие и свойства биологической эволюции.
2. Развитие эволюционной идеи с Древности до наших дней.
3. Доказательства эволюции.
4. Методы изучения эволюции. Принцип актуализма и историзма.
5. Креационизм и трансформизм, их разновидности. Теория катастроф Ж. Кювье.
6. Предпосылки формирования эволюционной теории.
7. Основные положения эволюционной концепции Ж.Б. Ламарка.
8. Факты, убедившие Ч. Дарвина в реальности биологической эволюции.
9. Основные положения теории Ч. Дарвина.
10. Формы индивидуального естественного отбора.
11. Групповой и половой естественный отбор, их виды
12. Сравните объяснение механизма эволюции по Ж.Б. Ламарку и Ч. Дарвину.
13. Основные противоречия и затруднения теории Ч. Дарвина.
14. Этапы развития дарвинизма. Современное состояние теории Ч. Дарвина.
15. Синтетическая теория эволюции: история формирования и основные положения.
16. Понятия «микрорэволюция» и «макрорэволюция», их соотношение.
17. Определение и свойства популяции как элементарной эволюционной единицы.
18. Элементарные факторы эволюции.
19. «Популяционные волны» и их значение для эволюции.
20. Изоляция. Принципы классификации изоляции. Значение изоляции для эволюции. Понятие «потока генов».
21. Дрейф генов. Значение в эволюции видов.
22. Элементарный эволюционный материал. Типы мутаций и темпы мутирования. Значение мутационного процесса для эволюции.
23. Современное понимание борьбы за существование. Ее формы и значение.
24. История формирования понятия о виде. Концепции вида: типологическая, номиналистическая, эволюционная, биологическая.
25. Определение понятия «вид». Критерии вида и их относительность.
26. Способы видообразования: симпатрическое, аллопатрическое, парапатрическое.
27. Типы видообразования: стазигенез, анагенез, кладогенез, синтезогенез.
28. Сетчатая эволюция. Гибридогенез и симбиогенез.
29. Формы эволюционного процесса (дивергенция, конвергенция, параллелизм, филетическая эволюция).
30. Направления эволюции: прогресс, регресс и стабилизация. Критерии биологического прогресса.
31. Биологический регресс, его критерии. Вымирание и тупики эволюции.
32. Пути биологического прогресса по А.Н. Северцову и И.И. Шмальгаузену.
33. Соотношение между ароморфозами и идиоадаптациями. Ключевые ароморфозы у разных групп растений и животных.
34. Смена фаз эволюционного процесса. Закон А.Н. Северцова.



35. Эмпирические правила биологической эволюции: правило происхождения от неспециализированных предков; правило необратимости эволюции; правило прогрессирующей специализации и др.
36. Понятие онтогенеза и филогенеза. Современные представления об отношениях между онтогенезом и филогенезом.
37. Закон зародышевого сходства К. Бера. Биогенетический закон Мюллера-Геккеля.
38. Определение и биологическая значимость понятий «палингенезы», «гетерохронии», «гетеротропии», «филэмбриогенезы», «ценогенезы».
39. Эволюционные изменения на ранних, средних и поздних стадиях эмбрионального развития (архаллакисы, девиации, анаболии).
40. Целостность онтогенеза. Онтогенетическая дифференцировка, корреляция, координация, эмбрионизация, автономизация, неотения.
41. Аналогичные и гомологичные органы. Ативизмы и рудименты у животных и человека.
42. Доказательства происхождения человека от животных.
43. Уникальность Человека разумного. Гоминидная триада.
44. Основные этапы эволюции гоминид.
45. Австралопитеки: основные находки, особенности морфологии и образа жизни.
46. Архантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни.
47. Палеантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни.
48. Неоантропы: основные находки, особенности морфологии и образа жизни.
49. Биологические и социальные факторы в эволюции человека разумного.
50. Человеческие расы и факторы расогенеза.
51. Теории происхождения жизни на Земле. Сущность основных гипотез: креационизма, самозарождения, панспермии, биохимической эволюции.
52. Гипотеза абиогенеза. Этапы химической и биологической эволюции. Сходство и различие во взглядах А.И. Опарина и Дж. Холдейна.
53. Экспериментальные доказательства и нерешенные проблемы концепции абиогенеза.
54. Развитие жизни в докембрии. Основные эволюционные события катархея, архея и протерозоя.
55. Основные пути эволюции растений
56. Основные пути эволюции животного мира.
57. Ароморфозы в эволюции позвоночных животных.
58. Историческое развитие жизни в палеозойскую эру.
59. Историческое развитие жизни в мезозойскую эру.
60. Историческое развитие жизни в кайнозойскую эру.

## 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для	<b>Пороговый уровень (удовлетворительно)</b> Знает: сущность эволюционной идеи, основные вехи формирования эволюционной теории, основные положения дарвинизма, некоторые	Практические задания, творческие задания (эссе), интерактивные формы (послеигровое обсуждение)	Практикумы: - имеется вывод или заключение - вывод обоснован, содержит рекомендации Эссе:

	<p>проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)</p>	<p>альтернативные теории эволюции  Умеет: демонстрировать базовые представления о механизмах и формах эволюции  <b>Базовый уровень (хорошо)</b>  Знает: основные закономерности эволюции, историю становления эволюционной идеи, факторы микроэволюции и направления макроэволюции  Умеет: применять базовые представления о механизмах и формах эволюции на практике  <b>Повышенный уровень (отлично)</b>  Знает: механизмы макро- и микроэволюции согласно современному уровню развития науки, основные этапы эволюции Биосферы  Умеет: критически анализировать представления о механизмах и формах эволюции</p>	<p>Тестовые задания, вопросы для контрольных работ, вопросы для устных ответов на семинарах, вопросы для подготовки к экзамену, презентации</p>	<p>- оригинальность, наличие собственной точки зрения,  - логичность и последовательность изложения,  - обоснованность тезисов  Интерактивные формы:  - активная позиция  - участие в дискуссии, принятии решений  Тест:  - количество правильных ответов более 61%  Устный ответ:  - демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике  Презентации, доклады:  - материал актуальный, хорошо структурирован, не содержит биологических ошибок, отражает современный уровень знаний и</p>
--	---	---	---	--

				позицию докладчика
--	--	--	--	--------------------

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература:**

Тейлор, Д. Биология: в 3 т. (комплект) / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под редакцией Р. Сопера. — 7-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 1463 с. — ISBN 978-5-9963-2668-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70789> (дата обращения: 12.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.2 Дополнительная литература:**

Карпенко, Р. В. Эволюционное учение : учебно-методическое пособие / Р. В. Карпенко. — Волгоград : Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2020. — 115 с. — ISBN 978-5-9935-0420-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99140.html> (дата обращения: 12.05.2020)

Коровин, В. В. Введение в общую биологию. Теоретические вопросы и проблемы : учебное пособие / В. В. Коровин, В. А. Брынцев, М. Г. Романовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 536 с. — ISBN 978-5-8114-2398-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101830> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Северцов А. С. Теория эволюции : учеб. для студ. вузов / А. С. Северцов. - Москва : Владос, 2005. - 380 с.

Тыщенко В. П. Введение в теорию эволюции : курс лекций : учебное пособие для вузов / В. П. Тыщенко ; ред. Ю. И. Полянский. - 2-е изд. - Москва : КомКнига, 2010. - 242 с.

Яблоков А. В. Эволюционное учение : учеб. для биол. спец. вузов / А. В. Яблоков. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : Высшая школа, 2004. - 310 с.

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/unilib>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Официальный сайт издательства: «Наука» [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.naukaran.ru>, свободный (дата обращения 02.05.2020)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

При выполнении практических работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office. Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ.

#### **– Лицензионное ПО:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

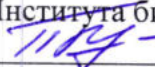
#### **– Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Дисциплина обеспечена компьютерными презентациями и раздаточными материалами, составленными автором. Для проведения лекционных и практических занятий требуется учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, проектором и проекционным экраном.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Салтанова Т.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: теория вероятностей и математическая статистика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Салтанова Т.В., 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:

### 1. Пояснительная записка

Предметом теории вероятностей является изучение вероятностных закономерностей массовых однородных случайных событий. Целью изучения дисциплины является обучение студентов основным разделам теории вероятностей: случайные события и случайные величины, обработке данных методами математической статистики.

#### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы (выбирается в соответствии с действующим стандартом)

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули). Обязательная часть. Для изучения дисциплины обучающийся должен в полном объеме освоить курс «Математический анализ». Необходимы знания разделов курса «Математический анализ» таких как: Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной, дифференциальное исчисление функции нескольких переменных.

#### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
- Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.
- Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований - ОПК-3.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1 заполняется в соответствии с учебным планом ОП (при этом количество столбцов «Часов в семестре» равно количеству семестров, в которых ведется дисциплина (модуль)).

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4
<b>Общий объем 4зач. ед. час.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
	<b>180</b>	<b>180</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		
Лекции	34	34
Практические занятия	50	50
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	-	-
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** При работе в семестре студенты набирают баллы 0-100 за выполнение контрольных и самостоятельных работ. Если студент набрал менее 61 балла или желает улучшить свой результат, то приходит на экзамен. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий.

Каждый семестровый курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Для экзамена предлагается следующая шкала:

- «отлично» 91-100 баллов;
- «хорошо» 76-90 баллов;
- «удовлетворительно» 61-75 баллов;
- «неудовлетворительно» менее 61 балла.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические	



					<b>кие занятия по подгруппа м</b>	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
2.	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
3.	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
4.	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
5.	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
6.	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
7.	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
8.	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
9.	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
10	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
11	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
12	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
13	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
14	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
15	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
16	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
17	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
18	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
19	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
20	Теория вероятностей	2	2	0	0	0

21	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
22	Теория вероятностей	2	2	0	0	0
23	Теория вероятностей	2	0	2	0	0
24	Математическая статистика	2	2	0	0	0
25	Математическая статистика	2	0	2	0	0
26	Математическая статистика	2	2	0	0	0
27	Математическая статистика	2	0	2	0	0
28	Математическая статистика	2	0	2	0	0
29	Математическая статистика	2	2	0	0	0
30	Математическая статистика	4	0	2	0	0
31	Математическая статистика	2	0	2	0	0
32	Математическая статистика	4	2	0	0	0
33	Математическая статистика	4	0	2	0	0
34	Математическая статистика	4	2	0	0	0
35	Математическая статистика	2	0	2	0	0
36	Математическая статистика	3	2	0	0	0
37	Математическая статистика	3	0	2	0	0
38	Математическая статистика	3	0	2	0	0
39	Математическая статистика	3	2	0	0	0
40	Математическая статистика	2	0	2	0	0
41	Математическая статистика	2	0	2	0	0
42	Математическая статистика	2	0	2	0	0
43	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0	0
44	Экзамен по дисциплине "Теория вероятностей и математическая	0	0	0	0	0

	статистика"					
45	Итого (часов)	180	34	50	0	0

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

### 1. "Теория вероятностей"

Основные понятия теории вероятностей. Испытания и события. Виды случайных событий. Классическое определение вероятности. Относительная частота. Классическое и статистическое определения вероятностей. Формула комбинаторики для решения задач. Геометрическая вероятность.

### 2. "Теория вероятностей"

Классическое определение вероятности. Относительная частота. Геометрическая вероятность.

### 3. "Теория вероятностей"

Теоремы сложения вероятностей для совместных и несовместных событий. Условная вероятность. Теоремы умножения для зависимых и независимых событий.

### 4. "Теория вероятностей"

Теоремы сложения вероятностей для совместных и несовместных событий. Условная вероятность. Теоремы умножения для зависимых и независимых событий.

### 5. "Теория вероятностей"

Формула полной вероятности. Формула Байеса.

### 6. "Теория вероятностей"

Формула полной вероятности. Формула Байеса.

### 7. "Теория вероятностей"

Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа. Вероятность отклонения относительной частоты от постоянной вероятности в независимых испытаниях.

### 8. "Теория вероятностей"

Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа. Вероятность отклонения относительной частоты от постоянной вероятности в независимых испытаниях.

### 9. "Теория вероятностей"

Контрольная работа по теме "Случайные события"

### 10. "Теория вероятностей"

Дискретная случайная величина. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение. Гипергеометрическое распределение.

### 11. "Теория вероятностей"

Дискретная случайная величина. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Геометрическое распределение. Гипергеометрическое распределение.

### 12. "Теория вероятностей"

Числовые характеристики дискретной случайной величины. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Вероятностный смысл математического ожидания. Свойства математического ожидания. Дисперсия дискретной случайной величины. Свойства дисперсии. Среднее квадратическое отклонение.

### 13. "Теория вероятностей"

Числовые характеристики дискретной случайной величины. Математическое ожидание дискретной случайной величины, дисперсия дискретной случайной величины. Среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины.

### 14. "Теория вероятностей"

Непрерывная случайная величина. Основные понятия. Способы задания. Числовые характеристики непрерывной случайной величины. Функция распределения и плотность распределения непрерывной случайной величины. Свойства функции распределения, график функции распределения. Свойства плотности распределения. Вероятностный смысл плотности распределения.

### 15. "Теория вероятностей"

Непрерывная случайная величина. Числовые характеристики непрерывной случайной величины. Функция распределения и плотность распределения непрерывной случайной величины. Свойства функции распределения, график функции распределения. Свойства плотности распределения. Вероятностный смысл плотности распределения.

### 16. "Теория вероятностей"

Нормальное распределение. Нормальная кривая. Влияние параметров нормального распределения на форму кривой. Вероятность попадания в заданный интервал нормальной случайной величины. Правило трёх сигм. Формулировка центральной предельной теоремы. Показательное распределение. Вероятность попадания в заданный интервал показательного распределения, числовые характеристики показательного распределения. Функция надёжности. Показательный закон надёжности. Равномерное распределение.

17. **"Теория вероятностей"**

Нормальное распределение. Показательное распределение. Равномерное распределение.

18. **"Теория вероятностей"**

Решение задач по теме "Случайные величины"

19. **"Теория вероятностей"**

Контрольная работа по теме "Случайная величина"

20. **"Теория вероятностей"**

Системы двух случайных величин. Понятие о системе нескольких случайных величин. Закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины.

21. **"Теория вероятностей"**

Системы двух случайных величин. Понятие о системе нескольких случайных величин. Закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины. Функция распределения двумерной случайной величины.

22. **"Теория вероятностей"**

Вероятность попадания точки в полуполосу, в прямоугольник. Свойства двумерной плотности вероятности. Условные законы распределения составляющих системы дискретных случайных величин. Условные числовые характеристики.

23. **"Теория вероятностей"**

Вероятность попадания точки в полуполосу, в прямоугольник. Свойства двумерной плотности вероятности. Условные законы распределения составляющих системы дискретных случайных величин. Условные числовые характеристики.

24. **"Математическая статистика"**

Выборочный метод. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот. Полигон и гистограмма относительных частот.

25. **"Математическая статистика"**

Выборочный метод. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма частот, относительных частот.

26. **"Математическая статистика"**

Статистические оценки параметров распределения Точечные оценки. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Интервальные оценки. Методы расчета сводных характеристик выборки Метод произведений вычисления выборочных средней и дисперсии. Метод сумм вычисления выборочных средней и дисперсии. Асимметрия и эксцесс распределения

27. **"Математическая статистика"**

Статистические оценки параметров распределения Точечные оценки. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Интервальные оценки. ТЗ. Методы расчета сводных характеристик выборки Метод произведений вычисления выборочных средней и дисперсии. Метод сумм вычисления выборочных средней и дисперсии. Асимметрия и эксцесс распределения.

28. **"Математическая статистика"**

Проверка статистических гипотез. Критерии Пирсона, Романовского, Колмогорова, Ястремского. Приближённые критерии.

29. **"Математическая статистика"**

Проверка статистических гипотез. Критерии Пирсона, Романовского, Колмогорова, Ястремского. Приближённые критерии.

30. **"Математическая статистика"**

Решение комплексной задачи на определение статистических характеристик выборки. Проверка статистических гипотез по различным критериям.

31. **"Математическая статистика"**

Контрольная работа по теме "Выборочные характеристики. Проверка статистических гипотез".

32. **"Математическая статистика"**

Элементы теории корреляции. Линейная корреляция.

33. **"Математическая статистика"**  
Элементы теории корреляции. Линейная корреляция.
  34. **"Математическая статистика"**  
Элементы теории корреляции. Криволинейная корреляция.
  35. **"Математическая статистика"**  
Элементы теории корреляции. Криволинейная корреляция. Ранговая корреляция.
  36. **"Математическая статистика"**  
Определение силы криволинейной связи. Проверка адекватности модели.
  37. **"Математическая статистика"**  
Построение модельного уравнения нелинейной регрессии.
  38. **"Математическая статистика"**  
Построение модельного уравнения нелинейной регрессии.
  39. **"Математическая статистика"**  
Множественная линейная корреляция
  40. **"Математическая статистика"**  
Множественная линейная корреляция
  41. **"Математическая статистика"**  
Множественная линейная корреляция
  42. **"Математическая статистика"**  
Контрольная работа по теме "Множественная линейная корреляция"
  43. **"Консультация перед экзаменом"**
  44. **"Экзамен по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика""**
- 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся**

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	4 семестр	
	Теория вероятностей и математическая статистика	
1	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Теория вероятностей	Проработка лекций
3	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Теория вероятностей	Проработка лекций
5	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Теория вероятностей	Проработка лекций
7	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Теория вероятностей	Проработка лекций
9	Теория вероятностей	Проработка лекций
10	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Теория вероятностей	Проработка лекций
12	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Теория вероятностей	Проработка лекций
14	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Теория вероятностей	Проработка лекций

16	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Теория вероятностей	Проработка лекций
18	Теория вероятностей	Проработка лекций
19	Теория вероятностей	Проработка лекций
20	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Теория вероятностей	Проработка лекций
22	Теория вероятностей	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Теория вероятностей	Проработка лекций
24	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Математическая статистика	Проработка лекций
26	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Математическая статистика	Проработка лекций
28	Математическая статистика	Проработка лекций
29	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Математическая статистика	Проработка лекций
31	Математическая статистика	Проработка лекций
32	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
33	Математическая статистика	Проработка лекций
34	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Математическая статистика	Проработка лекций
36	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
37	Математическая статистика	Проработка лекций
38	Математическая статистика	Проработка лекций
39	Математическая статистика	Чтение обязательной и дополнительной литературы
40	Математическая статистика	Проработка лекций
41	Математическая статистика	Проработка лекций
42	Математическая статистика	Проработка лекций
43	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
44	Экзамен по дисциплине "Теория вероятностей и математическая статистика"	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Вопросы к экзамену

1. Формула классической вероятности.
2. Теоремы сложения вероятностей для совместных и несовместных событий. Теоремы умножения вероятностей для зависимых и независимых событий.

3. Формула полной вероятности и формула Байеса.
4. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теоремы Лапласа.
5. Дискретная случайная величина. Закон распределения дискретной случайной величины.
6. Числовые характеристики дискретной случайной величины.
7. Биномиальное распределение. 12. Распределение Пуассона.
8. Геометрическое распределение. 14. Гипергеометрическое распределение.
9. Функция распределения дискретной случайной величины и её свойства.
10. Непрерывная случайная величина. Функция распределения и плотность распределения непрерывной случайной величины.
11. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
12. Нормальное распределение.
13. Показательное распределение. Равномерное распределение.
14. Статистическое распределение выборки.
15. Эмпирическая функция распределения.
16. Полигон и гистограмма.
17. Точечные оценки.
18. Метод наибольшего правдоподобия.
19. Интервальные оценки.
20. Метод произведений вычисления выборочных средней и дисперсии.
21. Метод сумм вычисления выборочных средней и дисперсии.
22. Линейная корреляция.
23. Криволинейная корреляция.
24. Ранговая корреляция.

Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### **Контрольная работа по теме "Случайные события"**

1. На предприятии из 14 автомобилей 4 неисправных. Какова вероятность того, что среди пяти случайным образом выбранных для осмотра автомобилей окажется два неисправных?
2. Четыре орудия делают по одному выстрелу по мишени. Вероятности их попадания равны, соответственно, 0,85; 0,8; 0,7; 0,5. Найти вероятность того, что: а) все орудия поразят мишень; б) ни одно орудие не поразит мишень; в) ровно одно орудие поразит мишень; г) ровно два орудия поразят мишень.
3. Летчик катапультируется в местности, 60% которой занимают леса. Вероятность благополучного приземления в лесу равна 0,3, а в безлесной местности – 0,9. а) Какова вероятность благополучного приземления летчика? б) Летчик приземлился благополучно. Какова вероятность того, что он приземлился в лесу?
4. Монета подброшена 10 раз. Найти вероятность того, что герб выпадет: а) 4 раза; б) от 4 до 6 раз.
5. На факультете 20% студентов – из сельской местности. Какова вероятность того, что на курсе из 84 человек городских жителей будет: а) 55 человек; б) 70 человек; в) от 50 до 70 человек?

#### **Контрольная работа по теме "Случайные величины"**

1. Устройство состоит из трех независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в течение некоторого промежутка времени равна 0,3. Случайная величина  $X$  – число не отказавших элементов за данный промежуток времени. 1) Найти закон распределения дискретной случайной величины  $X$  2) Найти функцию распределения дискретной случайной величины  $X$  и построить ее график. 3) Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $X$ .

2. Непрерывная случайная величина  $X$  задана плотностью вероятностей

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 2, \\ \frac{3}{35}x^2, & -2 < x \leq 3, \\ 0, & x > 3 \end{cases}$$

Найти: а) математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $X$ ; б)  $P(-1 < X < 2)$ . Построить график  $f(x)$ .

3. Случайная величина  $X$  задана плотностью вероятностей  $f(x) = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{32}}$ . Определить вид распределения. Построить график плотности вероятностей. Найти  $M(8X - 1)$  и  $D(0.5X)$ . Найти вероятность попадания значений случайной величины  $X$  в интервал  $(-11; 11)$ .

4. Непрерывная случайная величина  $X$  задана плотностью вероятностей

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1, \\ C\sqrt{x}, & 1 < x \leq 4, \\ 0, & x > 4 \end{cases}$$

Найти: а) постоянный параметр  $C$ ; б) математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $X$ . Построить график  $f(x)$ .

### Контрольная работа 1 по теме "Математическая статистика"

На основе совокупности данных опыта выполнить следующее:

1. Построить ряды распределения (интервальный и дискретный вариационные ряды). Изобразить их графики.

2. Построить график накопительных частот — кумуляту.

3. Составить эмпирическую функцию распределения и изобразить ее графически.

4. Вычислить моду, медиану, выборочную среднюю, выборочную дисперсию, выборочное среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, асимметрию, эксцесс.

5. Построить доверительные интервалы для истинного значения измеряемой величины и среднего квадратического отклонения генеральной совокупности.

6. Раскрыть смысловую сторону каждой характеристики. Методические указания по выполнению работы.

61,2 61,4 60,2 61,2 61,3 60,4 61,4 60,8 61,2 60,6 61,6 60,2 61,3 60,3 60,7 60,9 61,2 60,5 61,0 61,4  
61,1 60,9 61,5 61,4 60,6 61,2 60,1 61,3 61,1 61,3 60,3 61,3 60,6 61,7 60,6 61,2 60,8 61,3 61,0 61,2 60,5  
61,4 60,7 61,3 60,9 61,2 61,1 61,3 60,9 61,4 60,7 61,2 60,3 61,1 61,0 61,5 61,3 61,9 61,4 61,3 61,6  
61,0 61,7 61,1 60,9 61,5 61,6 61,4 61,5 61,2 61,6 61,3 61,8 61,1 61,7 60,9 62,2 61,1 62,1 61,0 61,5  
61,7 62,3 62,3 61,7 62,9 62,5 62,8 62,6 61,5 62,1 62,6 61,6 62,5 62,4 62,3 62,1 62,3 62,2 62,1.

### Контрольная работа 2 по теме "Математическая статистика"

1. Построить эмпирическую (полигон) и теоретическую (нормальную) кривую распределения.

2. Проверить согласованность эмпирического распределения с теоретическим нормальным, применяя три критерия:

а. критерий Пирсона;

б. один из критериев: Колмогорова, Романовского, Ястремского;

с. приближенный критерий.

61,2 61,4 60,2 61,2 61,3 60,4 61,4 60,8 61,2 60,6 61,6 60,2 61,3 60,3 60,7 60,9 61,2 60,5 61,0 61,4  
61,1 60,9 61,5 61,4 60,6 61,2 60,1 61,3 61,1 61,3 60,3 61,3 60,6 61,7 60,6 61,2 60,8 61,3 61,0 61,2 60,5  
61,4 60,7 61,3 60,9 61,2 61,1 61,3 60,9 61,4 60,7 61,2 60,3 61,1 61,0 61,5 61,3 61,9 61,4 61,3 61,6  
61,0 61,7 61,1 60,9 61,5 61,6 61,4 61,5 61,2 61,6 61,3 61,8 61,1 61,7 60,9 62,2 61,1 62,1 61,0 61,5  
61,7 62,3 62,3 61,7 62,9 62,5 62,8 62,6 61,5 62,1 62,6 61,6 62,5 62,4 62,3 62,1 62,3 62,2 62,1.

### Контрольная работа 3 по теме "Математическая статистика"

На основании опытных данных требуется:

1. Построить корреляционное поле. По характеру расположения точек в корреляционном поле выбрать общий вид регрессии.

2. Вычислить числовые характеристики  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $S_x$ ,  $S_y$ ,  $r$ ,  $\sigma_r$ .

3. Определить значимость коэффициента корреляции  $r$  и найти для него доверительный интервал с надежностью  $\gamma = 0.95$ .



4. Написать эмпирические уравнения линий регрессий  $y$  на  $x$  и  $x$  на  $y$ .
5. Вычислить коэффициент детерминации  $R^2$  и объяснить его смысловое значение.
6. Проверить адекватность уравнения регрессии  $y$  на  $x$ .
7. Провести оценку величины погрешности уравнения регрессии  $y$  на  $x$  и его коэффициентов.
8. Построить уравнение регрессии  $y$  на  $x$  в первоначальной системе координат.

$X$	24,3	24,9	28,1	30,5	31,5	39,3	40,2	43,5	45,9	45,4
$Y$	8,2	8,6	8,7	8,9	9,1	10,6	11,3	11,8	12,9	13,1

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	- Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результата решённых задач.	Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение не 61% от каждой работы в семестре.
2	- Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований - ОПК-3.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результата решённых задач.	Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение не 61% от каждой работы в семестре.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

*При формировании перечня основной и дополнительной литературы используются информационные ресурсы Библиотечно-музейного комплекса ТюмГУ, размещенные на сайте БМК в разделе «Электронные ресурсы».*

### **1.1 Основная литература:**

1. Климов, Г. П. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Г. П. Климов. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. — 368 с. — ISBN 978-5-211-05846-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13115.html> (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Гмурман, Владимир Ефимович Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. - 11-е изд., перераб. Москва : Высшее образование, 2009. - 404 с.

### **1.2 Дополнительная литература: (до 10 источников)**

1. Павлов, С. В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / С.В. Павлов. - М.: ИЦ РИОР: ИНФРА-М, 2019. - 186 с.: - (Карманное учебное пособие). - ISBN 978-5-369-00679-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/990420> (дата обращения: 25.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **1.1 Интернет-ресурсы: (при необходимости)**

1. [www.exponent.ru](http://www.exponent.ru)

## **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:** lbz.ru

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams

**Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием;

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

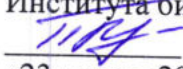
**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ФИЗИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Шабиев Ф. К. **Физика**. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

В данной дисциплине рассматриваются основные понятия и законы протекания механических, атомно-молекулярных, электромагнитных и других процессов, относящихся к физической форме движения материи. Эти процессы в той или иной мере проявляют себя в функционировании живых систем, в их взаимодействии с окружающей средой. Поэтому содержание физики должно логически увязываться с дисциплинами биологического цикла и использоваться для анализа и объяснений природы биологических свойств и явлений на молекулярном и клеточном уровнях организации живых систем. Принципиальная применимость и достаточность фундаментальных законов физики и химии для этого были признаны еще на ранней стадии развития биологии.

**Цель дисциплины:** дать студентам последовательную систему физических знаний, необходимых для становления их естественно-научного образования, формирования в сознании физической картины окружающего мира, применения физических понятий и законов к решению конкретных физических и биологических задач.

**Задачи дисциплины:** углубление, расширение и систематизация школьных представлений о физических понятиях, явлениях, законах, моделях и методах исследования вещества в различных агрегатных состояниях; знакомство с основами современных физических теорий и границами их применимости; оценка возможностей применения физических методов исследования в профессиональной деятельности.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для должного освоения дисциплины необходимы: знания математики, физики, химии в объеме программы средней школы; знания основ высшей математики (элементов векторной алгебры, основ дифференциального и интегрального исчисления), изучаемых студентами в предшествующие семестры; умения и навыки использования указанных знаний в различных геометрических, тригонометрических и алгебраических операциях с целью выявления физических закономерностей; готовность углублять, расширять, совершенствовать имеющие знания и навыки, а также приобретать новые не только в аудиторном учебном процессе, но и в систематической творческой самостоятельной работе.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциям:

Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2

**Знать:** основные понятия, определения, модели и законы физики; основные физические явления, условия и закономерности их протекания; суть, экспериментальные основы и границы применимости классических и современных физических теорий; принципиальную возможность и достаточность законов физики для описания природы биологических объектов и явлений на низшей стадии развития.

**Уметь:** использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания и прогнозирования физических и биологических аспектов функционирования живых систем; пользоваться простейшими электроизмерительными приборами, источниками питания, а также наиболее распространенной спектральной, электронной и другой современной аппаратурой; пользоваться современными информационными технологиями, методами математической обработки результатов измерений.

**Владеть:** методами и навыками измерения физических величин в лабораторных исследованиях; навыками оценки погрешностей прямых и косвенных измерений, навыками построения таблиц и графиков полученных экспериментальных зависимостей, анализа и критического осмысления результатов исследований.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	<p><b>Знать:</b> основные понятия, определения, модели и законы физики; основные физические явления, условия и закономерности их протекания; суть, экспериментальные основы и границы применимости классических и современных физических теорий; принципиальную возможность и достаточность законов физики для описания природы биологических объектов и явлений на низшей стадии развития.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания и прогнозирования физических и биологических аспектов функционирования живых систем; пользоваться простейшими электроизмерительными приборами, источниками питания, а также наиболее распространенной спектральной, электронной и другой современной аппаратурой; пользоваться современными информационными технологиями, методами математической обработки результатов измерений.</p>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			4
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

### 3. Система оценивания.

К экзамену допускаются студенты, набравшие за семестр 60 баллов. Экзамен проходит в традиционной форме, по билетам. В билете – 3 вопроса (два теоретических и один практический - задача). Для получения оценки «удовлетворительно» студентом должны быть: решена задача и даны ответы на вопросы билета в общем раскрывающие тему и не содержащие грубых ошибок. Ответ студента должен показывать, что он знает и понимает смысл и суть описываемой темы. Для получения оценки «хорошо» студент должен: решить задачу, ответить на вопросы билета, достаточно хорошо раскрыв тему, и не допустив при этом грубых ошибок. Ответы студента должны показывать, что он знает и понимает смысл и суть описываемой темы и ее взаимосвязь с другими разделами дисциплины и может привести пример по описываемой теме. В ответах допускаются небольшие недочеты. Для получения оценки «отлично» студент должен: решить задачу, полностью ответить на вопросы билета. Ответы должны быть подробными, в полной мере раскрывать тему, содержать схемы, рисунки и пояснения. Ответы студента должны показывать, что он знает и понимает смысл и суть описываемой темы и ее взаимосвязь с другими разделами дисциплины и может привести пример по описываемой теме.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 4 семестре	34	0	34	68
	Физика	34	0	34	68
1	Предмет физики. Связь физики с другими науками и техникой. Кинематика поступательного движения точки.	2	0	0	2
2	Методы измерения физических величин и математической обработки результатов измерений	0	0	4	4
3	Законы динамики. Закон сохранения импульса.	2	0	0	2
4	Энергия и работа. Закон сохранения энергии в механике.	2	0	0	2
5	Определение ускорения свободного падения с помощью машины атвуда	0	0	4	4



6	Динамика твердого тела. Законы изменения и сохранения момента импульса и их следствия.	2	0	0	2
7	Механика жидкости и газа. Закон Бернулли. Вязкость. Течение вязкой среды.	2	0	0	2
8	Изучение вращательного движения твердого тела	0	0	4	4
9	Закон равнораспределения энергии по степеням свободы движения молекул. Законы распределения молекул по скоростям и потенциальным энергиям.	2	0	0	2
10	Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики.	2	0	0	2
11	Изучение затухающих колебаний физического маятника	0	0	4	4
12	Силы взаимодействия между молекулами. Свойства жидких и твердых тел.	2	0	0	2
13	Взаимодействие зарядов. Напряженность электрического поля	2	0	0	2
14	Законы течения жидкости по горизонтальной трубке переменного сечения.	0	0	4	4
15	Потенциал электрического поля и его связь с напряженностью.	2	0	0	2
16	Проводники в электрическом поле. Энергия поля.	2	0	0	2
17	Изучение явлений переноса в воздухе	0	0	4	4
18	Диэлектрики в электрическом поле.	2	0	0	2
19	Законы постоянного тока.	2	0	0	2
20	Изучение поверхностных свойств жидкости.	0	0	4	4
21	Магнитное поле в вакууме	2	0	0	2
22	Действие магнитного поля на проводник с током, на движущий заряд.	2	0	0	2
23	Изучение изопроцессов в воздухе.	0	0	4	4
24	Магнитное поле в веществе.	2	0	0	2
25	Основные положения электромагнитной теории Максвелла.	2	0	0	2
26	Изучение теплопроводности воздуха.	0	0	2	2
27	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
28	экзамен	0	0	0	0
	Итого (часов)	34	0	34	68

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **1. "Предмет физики. Связь физики с другими науками и техникой. Кинематика поступательного движения точки."**

Материя и различные формы ее движения. Процессы, относящиеся к физической форме движения материи. Их проявление в более сложных формах движения материи, изучаемых в других естественных науках. Связь физики с химией, биологией, астрономией; их взаимопроникновение и взаиморазвитие. Физика как основа технических наук: электротехники, радиотехники, космической и лазерной техники и др.

Относительность механического движения. Система отсчета. Характеристики движения точки: траектория, перемещение, путь, скорость, ускорение.

### **2. "Методы измерения физических величин и математической обработки результатов измерений"**

В работе определяется плотность цилиндрического тела. Производятся прямые измерения диаметра, высоты и массы цилиндра. Оцениваются погрешности прямых и косвенных измерений.

### **3. "Законы динамики. Закон сохранения импульса."**

Первый и второй законы динамики. Инерциальные системы отсчета. Уравнение механического движения. Инертная и гравитационная массы. Законы изменения и сохранения импульса. Реактивное движение и его применение в технике.

### **4. "Энергия и работа. Закон сохранения энергии в механике."**

Энергия как универсальная мера всех форм движения материи. Кинетическая и потенциальная энергии, полная механическая энергия. Работа потенциальных сил, связь силы с потенциальной энергией системы. Градиент потенциальной энергии. Законы изменения и сохранения полной механической энергии. Условие устойчивого равновесия механической системы.

### **5. "Определение ускорения свободного падения с помощью машины атвуда"**

Изучение равнопеременного движения с помощью машины атвуда. Экспериментальное подтверждение основного закона динамики поступательного движения.

### **6. "Динамика твердого тела. Законы изменения и сохранения момента импульса и их следствия."**

Твердое тело, как система материальных точек. Центр масс твердого тела. Радиус-вектор, координаты, скорость и ускорение центра масс твердого тела.

Основной закон динамики вращательного движения твердого тела. Момент инерции различных тел правильной формы: диска, цилиндра, шара и др.

Момент импульса. Уравнение моментов. Направление вектора момента импульса тела. Импульс момента внешних сил и его связь с изменением момента импульса. Понятие о гироскопическом эффекте. Закон сохранения момента импульса.

### **7. "Механика жидкости и газа. Закон Бернулли. Вязкость. Течение вязкой среды."**

Стационарный поток среды. Линии и трубки тока. Линии вектора скорости в стационарном потоке-траектории движения частиц. Теорема о неразрывности потока и ее следствие. Работа сил давления в потоке и ее связь с изменением энергии текущей среды. Закон Бернулли и его следствия. Зависимость статического давления от радиуса трубки.

Вязкие силы. Закон вязкого трения Ньютона. Объемный расход текущей среды. Формула Пуазейля и ее следствия.

Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса, его влияние на характер течения. Подъемная сила крыла.

#### **8. "Изучение вращательного движения твердого тела"**

Экспериментальное изучение вращательного движения твердого тела с помощью маятника Обербека.

#### **9. "Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы движения молекул. Законы распределения молекул по скоростям и потенциальным энергиям."**

Связь кинетической энергии поступательного движения молекул газа с температурой. Вращательные, колебательные и другие степени свободы молекул и атомов. Закон равномерного распределения кинетической энергии по степеням свободы движения молекул и условия его выполнимости.

Равновероятность всех направлений в движениях молекул газа в условиях теплового равновесия. Различие долей быстрых и медленных молекул в газах при различных температурах. Закон распределения Максвелла. Физический смысл функции распределения, ее зависимость от температуры. Наивероятная скорость молекул.

Закон распределения частиц в потенциальном поле сил. Закон Больцмана и его проявление в природе: зависимость давления атмосферного воздуха от высоты; экспоненциальный (Больцмановский) закон распределения молекул по вращательным и колебательным уровням энергии при тепловом равновесии.

#### **10. "Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики."**

Термодинамическая система. Параметры состояния. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики. Следствия из закона: зависимость теплоемкости газа от условий нагревания; зависимость работы и изменения внутренней энергии от вида процесса и др. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты, показатель адиабаты.

Равновесные состояния и процессы. Обратимые процессы. Циклические процессы. КПД цикла. Цикл Карно. Зависимость КПД от температур нагревателя и холодильника. Различные формулировки второго закона, их эквивалентность. Энтропия, ее связь с термодинамической вероятностью.

#### **11. "Изучение затухающих колебаний физического маятника"**

Изучение затухающих колебаний и определение основных параметров затухающих колебаний

#### **12. "Силы взаимодействия между молекулами. Свойства жидких и твердых тел."**

Изотермы реальных газов-следствие проявлений сил притяжения и отталкивания между молекулами при их приближении. Учет этих сил в уравнении состояния. Условия существования вещества в газообразном, жидком и твердом состояниях. Кривые равновесия фаз. Тройная точка.

Ближний и дальний порядок в расположении молекул в различных состояниях. Объемные и поверхностные свойства жидкости. Капиллярные явления. Строение и характер молекулярного движения твердых тел. Анизотропия кристаллов.

### **13. "Взаимодействие зарядов. Напряженность электрического поля"**

Закон Кулона. Напряженность поля зарядов-силовая характеристика поля. Линии вектора напряженности. Поток линий напряженности. Теорема Гаусса. Поле заряженной нити, плоскости.

### **14. "Законы течения жидкости по горизонтальной трубке переменного сечения."**

Измеряется объемный расход жидкости (воды) и сравнивается с теоретически рассчитанным.

Трубка переменного сечения, манометрические трубки, мерный стакан, секундомер, сосуд с водой.

### **15. "Потенциал электрического поля и его связь с напряженностью."**

Работа электрического поля по перемещению заряда. Ее независимость от формы пути. Потенциальность сил электрического поля. Потенциал-энергетическая характеристика поля. Градиент потенциала, его связь с напряженностью. Эквипотенциальные линии поля, их перпендикулярность линиям вектора напряженности.

### **16. "Проводники в электрическом поле. Энергия поля."**

Свободные заряды проводников. Распределение зарядов по поверхности проводников при равновесии. Зависимость потенциала проводника от его заряда. Емкость проводника. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.

### **17. "Изучение явлений переноса в воздухе"**

Явления и коэффициенты переноса. Измеряется время натекания заданного объема воздуха через капиллярную трубку при определенной разности давлений на ее концах. Пользуясь формулой Пуазейля, находится вязкость воздуха.

Лабораторная установка с микроманометром, колбой с водой, краном. Мерный стакан, секундомер.

### **18. "Диэлектрики в электрическом поле."**

Отсутствие свободных зарядов в диэлектриках. Диполь в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации, его зависимость от напряженности внешнего поля и свойств диэлектрика. Связь поляризации с поверхностной плотностью поляризационных зарядов. Диэлектрические проницаемость и восприимчивость, их зависимость от температуры.

### **19. "Законы постоянного тока."**

Законы Ома и Ленца-Джоуля в дифференциальной форме. Их соответствие выводам классической электронной теории проводимости металлов. Зависимость проводимости от

температуры. Закон Ома для полной цепи. Электродвижущая сила источников тока. Правила Кирхгофа и их применение.

#### **20. "Изучение поверхностных свойств жидкости."**

Поверхностные свойства жидкости. Методом отрыва капля определяется поверхностное натяжение воды. Измеряется объем нескольких десятков капель воды. Штатив, сосуд с водой с капилляром для образования каплей.

#### **21. "Магнитное поле в вакууме"**

Взаимодействие токов. Индукция магнитного поля. Закон взаимодействия элементов тока. Магнитное поле элемента тока. Вектор индукции магнитного поля элемента тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Вихревой характер магнитного поля. Поле прямого и кругового токов. Теория о циркуляции и ее применение.

#### **22. "Действие магнитного поля на проводник с током, на движущий заряд."**

Закон Ампера. Сила Лоренца. Модуль и направление силы, действующей на проводник с током в однородном магнитном поле, техническое применение этой силы. Движение заряженных частиц в магнитном поле, характеристики действующей на частицы силы и параметров траектории их движения. Ускорители заряженных частиц.

#### **23. "Изучение изопроцессов в воздухе."**

Изучение различных изопроцессов. Определение показателя адиабаты для воздуха.

#### **24. " Магнитное поле в веществе."**

Вектор намагничивания. Влияние среды на магнитное поле тока. Возникновение собственного магнитного поля среды – намагничивание. Вектор намагничивания. Его зависимость от намагничивающего поля тока и магнитных свойств самой среды. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Природа пара-, диа- и ферромагнетизма. Намагниченность парамагнетиков – следствие ориентации магнитных моментов атомов. Зависимость магнитной проницаемости парамагнетиков от температуры. Влияние намагничивающего поля на орбитальное движение электронов в атоме. Диамагнитный эффект. Основные свойства ферромагнетиков. Нелинейная зависимость намагниченности от напряженности внешнего поля. Остаточная намагниченность. Температура Кюри. Доменная структура ферромагнетиков.

#### **25. "Основные положения электромагнитной теории Максвелла. "**

Основные опытные факты, иллюстрирующие взаимозависимость и взаимопревращаемость переменных электрического и магнитного полей. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и их физический смысл.

#### **26. "Изучение теплопроводности воздуха."**

Изучение явлений теплопереноса. Определение коэффициента теплопроводности воздуха.

#### **27. "Консультация перед экзаменом"**

## 28. "экзамен"

Вопросы к экзамену:

1. Предмет физики. Связь физики с другими науками и техникой. Относительность механического движения. Перемещение, путь, скорость и ускорение.
2. Нормальное, касательное и полное ускорения. Угловые скорость и ускорение. Связь их с линейными характеристиками движения.
3. Уравнение движения. Законы динамики. Закон сохранения импульса.
4. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. Сила инерции. Типы сил. Фундаментальные взаимодействия в природе.
5. Энергия. Работа. Закон сохранения энергии в механике. Потенциальные силы и поля. Связь силы с потенциальной энергией. Градиент потенциальной энергии.
6. Границы применимости классической механики. Зависимость массы от скорости. Масса и энергия покоя.
7. Центр масс твердого тела. Координаты и скорость центра масс.
8. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции.
9. Уравнение моментов. Законы изменения и сохранения момента импульса. Понятие о гироскопическом эффекте.
10. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращательного движения тела.
11. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Энергия упруго деформированного тела.
12. Стационарный поток. Линии и трубки тока. Закон неразрывности потока. Закон Бернулли. Вязкость. Течение вязкой среды. Закон Пуазейля.
13. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Подъемная сила крыла.
14. Молекулярно-кинетический и термодинамический методы исследования молекулярной физики.
15. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории и его следствия. Связь средней кинетической энергии молекул с температурой. Законы идеальных газов.
16. Закон равнораспределения кинетической энергии молекул по ее степеням свободы и границы его применимости.
17. Закон распределения молекул по скоростям. Физический смысл функции распределения Максвелла. Наивероятная скорость.
18. Закон распределения молекул по потенциальным энергиям. Закон Больцмана.
19. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от параметров состояния газа.
20. Внутреннее трение. Закон вязкого трения Ньютона. Градиент переносимой величины.
21. Диффузия. Закон Фика. Зависимость коэффициента диффузии от параметров газа.
22. Кинематические характеристики молекулярного движения: длина, время свободного пробега и число столкновений молекул.
23. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
24. Работа идеального газа при различных процессах. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты.
25. Молярная и удельная теплоемкости газа, их связь и зависимость от температуры.
26. Циклические процессы. КПД цикла. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
27. Вероятностный смысл второго закона термодинамики. Энтропия.
28. Изотермы реальных газов. Силы взаимодействия между молекулами вещества.
29. Условия существования вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях. Ближний и дальний порядок в расположении частиц.
30. Поверхностные свойства жидкости. Капиллярные явления.
31. Удельные теплоты переходов, их зависимости от температуры.

32. Кривые равновесия фаз состояния. Тройная точка.
33. Строение и характер молекулярного движения в твердых телах. Анизотропия кристаллов.
34. Взаимодействие зарядов. Напряженность электрического поля. Линии напряженности. Поток линий. Теорема Гаусса и ее применение.
35. Работа сил электрического поля по перемещению заряда. Потенциал и его связь с напряженностью. Проводники в электрическом поле. Потенциал заряженного проводника.
36. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника. Энергия поля.
37. Диэлектрики. Диполь в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
38. Вектор поляризации. Диэлектрические проницаемость и восприимчивость.
39. Законы постоянного тока. Основы и границы применимости электронной теории проводимости.
40. Закон Ома для полной цепи. ЭДС источника. Правила Кирхгофа и их применение.
41. Взаимодействие токов. Магнитное поле элемента тока. Закон Био-СавараЛапласа. Вихревой характер магнитного поля.
42. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции по замкнутому контуру и ее приложение.
43. Действие магнитного поля на проводник с током, на движущий заряд. Сила Лоренца. Ускорители заряженных частиц. Магнитный момент тока. Действие магнитного поля на рамку с током.
44. Влияние среды на магнитное поле тока. Вектор намагничивания. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость.
45. Намагниченность парамагнетиков и диамагнетиков.
46. Свойства ферромагнетиков и их объяснение. Магнитный гистерезис.
47. Основной закон электромагнитной индукции. Закон Ленца.
48. Взаимоиндукция и самоиндукция. Индуктивность проводника. Энергия магнитного поля тока. Индуктивность соленоида. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
49. Основные положения электромагнитной теории Максвелла и ее опытное обоснование. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
50. Волновое уравнение для переменных электрического и магнитного полей. Скорость распространения волнового поля.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	4 семестр	
	Физика	
1	Предмет физики. Связь физики с другими науками и техникой. Кинематика поступательного движения точки.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Методы измерения физических величин и математической обработки результатов измерений	Проработка лекций
3	Законы динамики. Закон сохранения импульса.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Энергия и работа. Закон сохранения энергии в механике.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Определение ускорения свободного падения с помощью машины атвуда	Проработка лекций
6	Динамика твердого тела. Законы изменения и сохранения момента импульса и их следствия.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Механика жидкости и газа. Закон Бернулли. Вязкость. Течение вязкой среды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Изучение вращательного движения твердого тела	Проработка лекций
9	Закон равнораспределения энергии по степеням свободы движения молекул. Законы распределения молекул по скоростям и потенциальным энергиям.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Изучение затухающих колебаний физического маятника	Проработка лекций
12	Силы взаимодействия между молекулами. Свойства жидких и твердых тел.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Взаимодействие зарядов. Напряженность электрического поля	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Законы течения жидкости по горизонтальной трубке переменного сечения.	Проработка лекций
15	Потенциал электрического поля и его связь с напряженностью.	Чтение обязательной и дополнительной литературы



16	Проводники в электрическом поле. Энергия поля.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Изучение явлений переноса в воздухе	Проработка лекций
18	Диэлектрики в электрическом поле.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Законы постоянного тока.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Изучение поверхностных свойств жидкости.	Проработка лекций
21	Магнитное поле в вакууме	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Действие магнитного поля на проводник с током, на движущий заряд.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Изучение изопроцессов в воздухе.	Проработка лекций
24	Магнитное поле в веществе.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Основные положения электромагнитной теории Максвелла.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Изучение теплопроводности воздуха.	Проработка лекций
27	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
28	экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

1. При каком движении пройденный путь равен перемещению?
2. Что характеризует нормальное ускорение и куда оно направлено?
3. Изобразить на рисунке вектор углового ускорения точки, движущейся замедленно по окружности.
4. Что называют импульсом силы и что им определяется?
5. Тело массой 2 кг в начале свободного падения имеет энергию 400 Дж. Найти скорость в конце падения.
6. Потенциальная энергия тела линейно растет с увеличением расстояния  $X$ . Изобразить график зависимости силы от  $X$ .
7. Полый и сплошной цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, катятся с одинаковой скоростью к горке. Какой закатится выше?
8. Изобразить на рисунке вектор момента силы, открывающей дверь в лабораторию физического практикума.
9. Указать направление градиента скорости движения крови в аорте, используя усредненные данные крови, поперечные размеры аорты, скорости течения крови, оценить разность давлений (в мм рт.ст.) между центрами аорты и ее стенками.
10. Найти угловую скорость суточного вращения Земли.
11. Определить момент инерции шара массой 1 кг и радиусом 1 м относительно оси, касательной его поверхности.
12. Найти релятивистскую массу электрона, движущегося вокруг ядра атома водорода, если радиус орбиты электрона принять равным 0,05 нм.
13. Определить среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы воды при температуре 300К.
14. Во сколько раз и как изменится наивероятная скорость движения молекул, если температуру увеличить в 4 раза?
15. Что характеризует и в каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?
16. Какая молярная теплоемкость больше: изобарная гелия или изохорная паров воды?
17. Написать и пояснить первое начало термодинамики для адиабатного сжатия газа. Изобразить на графике в координатах  $P, V$  этот процесс.
18. Изобразить цикл Карно в координатах  $T, S$ .

#### Вопросы к экзамену:

1. Предмет физики. Связь физики с другими науками и техникой. Относительность механического движения. Перемещение, путь, скорость и ускорение.
2. Нормальное, касательное и полное ускорения. Угловые скорость и ускорение. Связь их с линейными характеристиками движения.
3. Уравнение движения. Законы динамики. Закон сохранения импульса.
4. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. Сила инерции. Типы сил. Фундаментальные взаимодействия в природе.
5. Энергия. Работа. Закон сохранения энергии в механике. Потенциальные силы и поля. Связь силы с потенциальной энергией. Градиент потенциальной энергии.
6. Границы применимости классической механики. Зависимость массы от скорости. Масса и энергия покоя.

7. Центр масс твердого тела. Координаты и скорость центра масс.
8. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции.
9. Уравнение моментов. Законы изменения и сохранения момента импульса. Понятие о гироскопическом эффекте.
10. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращательного движения тела.
11. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Энергия упруго деформированного тела.
12. Стационарный поток. Линии и трубки тока. Закон неразрывности потока. Закон Бернулли. Вязкость. Течение вязкой среды. Закон Пуазейля.
13. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Подъемная сила крыла.
14. Молекулярно-кинетический и термодинамический методы исследования молекулярной физики.
15. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории и его следствия. Связь средней кинетической энергии молекул с температурой. Законы идеальных газов.
16. Закон равнораспределения кинетической энергии молекул по ее степеням свободы и границы его применимости.
17. Закон распределения молекул по скоростям. Физический смысл функции распределения Максвелла. Наивероятная скорость.
18. Закон распределения молекул по потенциальным энергиям. Закон Больцмана.
19. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от параметров состояния газа.
20. Внутреннее трение. Закон вязкого трения Ньютона. Градиент переносимой величины.
21. Диффузия. Закон Фика. Зависимость коэффициента диффузии от параметров газа.
22. Кинематические характеристики молекулярного движения: длина, время свободного пробега и число столкновений молекул.
23. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первый закон термодинамики.
24. Работа идеального газа при различных процессах. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты.
25. Молярная и удельная теплоемкости газа, их связь и зависимость от температуры.
26. Циклические процессы. КПД цикла. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
27. Вероятностный смысл второго закона термодинамики. Энтропия.
28. Изотермы реальных газов. Силы взаимодействия между молекулами вещества.
29. Условия существования вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях. Ближний и дальний порядок в расположении частиц.
30. Поверхностные свойства жидкости. Капиллярные явления.
31. Удельные теплоты переходов, их зависимости от температуры.
32. Кривые равновесия фаз состояния. Тройная точка.
33. Строение и характер молекулярного движения в твердых телах. Анизотропия кристаллов.
34. Взаимодействие зарядов. Напряженность электрического поля. Линии напряженности. Поток линий. Теорема Гаусса и ее применение.
35. Работа сил электрического поля по перемещению заряда. Потенциал и его связь с напряженностью. 44. Проводники в электрическом поле. Потенциал заряженного проводника.
36. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника. Энергия поля.
37. Диэлектрики. Диполь в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
38. Вектор поляризации. Диэлектрические проницаемость и восприимчивость.
39. Законы постоянного тока. Основы и границы применимости электронной теории проводимости.
40. Закон Ома для полной цепи. ЭДС источника. Правила Кирхгофа и их применение.

41. Взаимодействие токов. Магнитное поле элемента тока. Закон Био-СавараЛапласа. Вихревой характер магнитного поля.
42. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции по замкнутому контуру и ее приложение.
43. Действие магнитного поля на проводник с током, на движущий заряд. Сила Лоренца. Ускорители заряженных частиц. Магнитный момент тока. Действие магнитного поля на рамку с током.
44. Влияние среды на магнитное поле тока. Вектор намагничивания. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость.
45. Намагниченность парамагнетиков и диамагнетиков.
46. Свойства ферромагнетиков и их объяснение. Магнитный гистерезис.
47. Основной закон электромагнитной индукции. Закон Ленца.
48. Взаимоиндукция и самоиндукция. Индуктивность проводника. Энергия магнитного поля тока. Индуктивность соленоида. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
49. Основные положения электромагнитной теории Максвелла и ее опытное обоснование. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
50. Волновое уравнение для переменных электрического и магнитного полей. Скорость распространения волнового поля.

## 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	<p><b>Знать:</b> основные понятия, определения, модели и законы физики; основные физические явления, условия и закономерности их протекания; суть, экспериментальные основы и границы применимости классических и современных физических теорий; принципиальную возможность и достаточность законов физики для описания природы биологических объектов и явлений на низшей стадии развития.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания и прогнозирования физических и биологических аспектов функционирования живых систем; пользоваться простейшими электроизмерительными приборами, источниками</p>	Контрольные работы, экзамен	<p>Удовлетворительно: Знает: основные понятия, определения, модели и законы физики. Умеет: использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания физических законов. Владеет: методами и навыками измерения физических величин в лабораторных исследованиях. Хорошо. Знает: основные понятия, определения, модели и законы физики; основные физические</p>

		<p>питания, а также наиболее распространенной спектральной, электронной и другой современной аппаратурой; пользоваться современными информационными технологиями, методами математической обработки результатов измерений.</p>	<p>явления, условия и закономерности их протекания. Умеет: использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания и прогнозирования физических законов. Владеет: методами и навыками измерения физических величин в лабораторных исследованиях навыками оценки погрешностей прямых и косвенных измерений. Отлично. Знает: основные понятия, определения, модели и законы физики; основные физические явления, условия и закономерности их протекания; границы применимости физических законов. Умеет: использовать полученные знания разделов физики для выявления, описания и прогнозирования физических и биологических аспектов функционирования живых систем. Владеет: методами и навыками измерения физических</p>
--	--	--	---

				величин в лабораторных исследованиях навыками оценки погрешностей прямых и косвенных измерений, навыками построения таблиц и графиков полученных экспериментальных зависимостей
--	--	--	--	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Кочеев, А. А. Физика 2. Модули: молекулярная физика, термодинамика, электричество и магнетизм: учебное пособие / А. А. Кочеев. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-4437-0799-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/93483.html> (дата обращения: 15.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Конкин, Б. Б. Физика. Часть I. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / Б. Б. Конкин, В. П. Сафронов, Я. Б. Константинова. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2011. — 61 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61320.html> (дата обращения: 23.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

#### Дополнительная литература:

1. Эпендиев, М. Б. Теоретические основы физики / М. Б. Эпендиев. — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. — 500 с. — ISBN 978-5-4344-0634-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92092.html> (дата обращения: 23.04.2020). - Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Каряка, В. И. Основные законы физики и их изучение в лабораторных работах. Механика и молекулярная физика: учебное пособие / В. И. Каряка, И. В. Кваша, Л. В. Коновальцева. — Москва: Российский университет дружбы народов, 2017. — 252 с. — ISBN 978-5-209-07863-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91035.html> (дата обращения: 23.04.2020). - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 7.3 Интернет-ресурсы:

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru)
3. [www.en.edu.ru](http://www.en.edu.ru)
4. <https://znanium.com/>

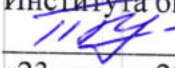
**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

стандартное ПО для доступа к интернет-ресурсам

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для проведения учебных занятий и организации самостоятельной работы студентов в Институте биологии имеются: лекционные аудитории, снабженные мультимедийной техникой и проекционной аппаратурой; читальный зал и библиотека с достаточным количеством экземпляров основной учебной и дополнительной литературы. В каждом цикле лабораторных работ используются как стандартные (промышленного образца) приборы и установки, так и детали, оборудование, измерительные устройства, изготовленные в мастерских университета. Из стандартного оборудования имеются: источники постоянного и переменного электрического тока; генераторы электрических колебаний звуковой частоты; электронные осциллографы; призмный спектрометр для изучения спектров атомов УМ-1; лазерная установка для изучения поляризованного света фирмы «Владис»; установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10; осветители для работ по изучению интерференции и дифракции света; ламповый вольтметр и другие приборы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная



Белозерова А.А. Физиология растений. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физиология растений [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Целью данного курса является раскрытие специфики функциональной активности растения, изучение основных закономерностей жизнедеятельности растительных организмов (водного режима, фотосинтеза, дыхания, механизмов питания, движения растений, роста, развития и др.), а также познание теоретических основ получения высокой продуктивности растений.

Задачи курса:

- 1) дать студентам современное представление о природе ведущих физиологических процессов растений, механизмах их регуляции и закономерностях взаимодействия с внешней средой;
- 2) сформировать знания о сущности физиологических процессов в растениях на всех структурных уровнях организации;
- 3) дать представления об используемых в физиологии растений экспериментальных методах исследования;
- 4) дать навыки в использовании полученных знаний в практическом земледелии и возможности управления продуктивностью.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору. Курс «Физиология растений» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении ботаники, клеточной биологии, общей и неорганической химии, органической и аналитической химии. Знания, умения и навыки, полученные при изучении физиологии растений, будут использованы при освоении различных дисциплин: «Физика», «Биохимия», «Биотехнология».

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
-Способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории – ПК-2	Знает особенности растительной клетки, физико-химические процессы осмоса и диффузии, функции воды и водный режим растений; ход и локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, механизмы их регуляции, методы их изучения; зависимость направленности физиологических процессов от внутренних и внешних условий среды; принципы формирования устойчивости растений к стрессовым факторам, влияющим на продуктивность растений, знает современные физико-химические методы исследований, позволившие вскрыть механизмы обмена веществ, лежащие в основе физиологических процессов растений, характер ответных реакций на воздействие внутренних и внешних факторов
	Умеет применять теоретические базовые знания для осмысливания приемов стимулирования жизнедеятельности растения с наибольшей эффективностью, проводить комплексные физиологические и биологические исследования,

	используя изученные по ходу дисциплины методы, умеет самостоятельно применять изученные методы при исследовании особенностей физиологии растительного организма; проводить лабораторные эксперименты с растительными объектами, рассчитывать показатели, характеризующие особенности протекания основных физиологически процессов в растениях, обсуждать полученные результаты и оформлять их в виде таблиц, графиков, рисунков, делать выводы.
--	---

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		3
<b>Общая зач. ед.</b>	4	4
<b>трудоемкость час</b>	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

## 3. Система оценивания

### 3.1. Описание системы оценивания, применяемой при проведении текущего контроля, и ее учета при промежуточной аттестации

По дисциплине «Физиология растений» в конце 3 семестра предусмотрен экзамен. По ходу обучения студенты имеют возможность выполнить ряд заданий и получить за них баллы. Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр в ходе текущего контроля составляет 100 баллов. Если студент набирает от 61 до 75 баллов, то он получает оценку «удовлетворительно», от 76 до 90 баллов – «хорошо», от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студенты, набравшие от 35 до 60 баллов, допускаются к сдаче экзамена. Экзамен предусматривают ответ на вопросы, изложенные в билете. Вопросы экзамену изложены в п.6.1. По итогам экзамена выставляется оценка по шкале порядка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**4. Содержание дисциплины**  
**4.1. Тематический план дисциплины**

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Физиология и функции растительной клетки	16	4		4	
2.	Физиология водного режима растений	16	4		4	
3.	Фотосинтез	24	6		8	
4.	Дыхание растений	22	4		8	
5.	Минеральное питание	22	6		6	
6.	Обмен веществ и транспорт веществ в растении	12	2			
7.	Рост и развитие растений	14	4			
8.	Периодические явления в жизни растений. Устойчивость к неблагоприятным условиям среды	18	4		4	
	Консультация перед экзаменом	2				2
	<b>Итого (часов)</b>	<b>144</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>2</b>

**4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

**Тема 1. Введение. Физиология и функции растительной клетки.**

Лекционное занятие №1

Физиология растений – наука о функциях растительного организма. Ее роль, задачи, предмет и методы, связь с другими дисциплинами. Объект физиологии – эукариотный организм, осуществляющий фототрофный образ жизни. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический и биомный) – необходимое условие прогресса физиологии растений. Краткая история развития науки. Вклад российских ученых. Физиология растений – теоретическая основа рационального земледелия и новых отраслей биотехнологии. Физиологические основы продуктивности растений. Ведущие направления и специфика физиологических исследований. Успехи, достижения и

научно-практические перспективы исследований. Основные проблемы физиологии на современном этапе.

Современные методы изучения клетки. Клетка как элементарная структура многоклеточного организма зеленого растения. Отличия растительной клетки от животной. Растительная клетка как результат двойного симбиоза. Мембранные и немембранные структуры. Строение и функции отдельных органелл и структур клетки (клеточная стенка, плазматическая мембрана, цитоплазма, вакуоль, ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, пероксисомы, лизосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, цитоскелет и др.). Мембранный принцип организации. Структура и свойства биологических мембран. Жидкостно-мозаичная модель. Регуляторная роль и другие функции мембран. Компартиментация и интеграция клеточного обмена. Физико-химическое состояние протоплазмы и ее основные свойства (проницаемость, вязкость, эластичность, движение, ИЭТ, гН, дисперсность и др.).

#### Лекционное занятие №2

Растительная клетка как осмотическая система. Явления диффузии и осмоса. Понятие о химическом потенциале. Водный потенциал (сосущая сила) и его составляющие: осмотический потенциал, осмотическое давление, потенциал давления (тургорное давление), отрицательный потенциал давления (циторриза). Матричный потенциал (потенциал набухания). Гравитационный потенциал. Роль тургора, тургесцентность клетки. Взаимоотношение между этими показателями. Поглощение воды и проницаемость клетки. Аквапорины как водоспецифичные белки.

#### Лабораторное занятие №1 "Физиология растительной клетки"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Получение искусственной клеточки «Траубе».
- 2) Явление плазмолиза и деплазмолиза.
- 3) Наблюдение колпачкового плазмолиза.
- 4) Изменение проницаемости цитоплазмы при повреждении.
- 5) Определение потенциального осмотического давления.

### **Тема 2. Физиология водного режима растений**

#### Лекционное занятие №1

Значение воды в растениях. Особенности структуры молекул воды, ее уникальные и аномальные свойства. Водный режим, водный обмен, этапы водного обмена. Водный баланс. Состояние и формы воды в клетке. Корневая система как орган поглощения воды. Корневое давление, плач и гуттация растений. Механизм передвижения воды по клеткам.

Виды транспирации (устычная, кутикулярная), ее значение, изменение в онтогенезе. Лист как орган транспирации, единицы измерения. Устьица, строение у однодольных и двудольных растений. Механизмы устьичных движений, гидроактивные и гидропассивные движения. Роль АБК, калия, H<sup>+</sup>-помпы, работы ферментов, АТФ и экологических факторов (свет, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, температура) в движении устьиц. Роль краевой диффузии. Закон Стефана. Методы устьичного контроля. Внеустычная регулировка транспирации.

#### Лекционное занятие №2

Передвижение воды по растениям, дальний транспорт, односторонний ток. Верхний и нижний концевые двигатели водного тока. Теория сцепления, роль когезии и адгезии. Значение градиента водного потенциала в системе: почва – растение – атмосфера. Скорость водного тока в растении. Общий путь водного тока в растении. Апопластический и симпластический транспорт.

Дневной и остаточный водный дефицит. Остаточное содержание воды (ОСВ). Влияние недостатка и избытка воды на растения. Структурные и физиолого-биохимические изменения при водном стрессе. Особенности водного режима различных групп: гидрофиты, мезофиты, ксерофиты. Типы ксерофитов, эфемеры и суккуленты. Ксероморфная структура растений как адаптация к недостатку влаги. Засухоустойчивость и жаростойкость. Критические периоды. Физиологические основы орошаемых культур. Почва как многофазное тело, ее структура. Состояние воды в почве. Доступность ее растениям. Мертвый запас влаги в почве. Коэффициент завядания. Формы почвенной воды и ее подвижность. Легко-, средне- и труднодоступная вода в почве.

#### Лабораторное занятие №1 "Водный режим растений"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Определение водного потенциала рефрактометрическим методом.
- 2) Определение водного потенциала методом Шардакова.
- 3) Влияние внешних условий на процесс гуттации.
- 4) Сравнение транспирации хлоркобальтовым методом.
- 5) Определение относительной транспирации и интенсивности транспирации весовым методом (с помощью прибора Веска).
- 6) Определение интенсивности транспирации при помощи торзионных весов.

### Тема 3. Фотосинтез

#### Лекционное занятие №1

Сущность фотосинтеза. Общие представления. Уравнение фотосинтеза. Фотосинтез как глобальный процесс. Его значение для развития жизни на Земле. Исторические этапы изучения фотосинтеза.

Хлоропласты. Автономность пластид и теория симбиогенеза. Состав, строение, организация структуры, физиологическая роль. Пигменты хлоропластов, химическая структура, спектральные свойства, состояние в хлоропласте, их участие в фотосинтезе. Фотосинтетические пигменты. Представители группы хлорофиллов. Условия образования хлорофилла. Каротиноиды, их физиологическая роль. Фикобилинопротеиды – пигменты цианей и красных водорослей. Лист как орган фотосинтеза.

Методы изучения фотосинтеза. Роль меченых атомов (стабильные и радиоактивные изотопы) и других методов в познании фотосинтеза. Качественный и количественный учет фотосинтеза. Единицы измерения фотосинтеза.

#### Лекционное занятие №2

Основные этапы фотосинтеза по современным представлениям. Энергетика фотосинтеза. Что привело к пониманию наличия световых и темновых стадий (циклов превращения углерода) в процессе фотосинтеза?

Скорости световой и темновой фаз фотосинтеза и зависимость их от температуры. Физическое разделение фаз фотосинтеза в экспериментах. Происхождение кислорода фотосинтеза. Способность хлоропластов к фотолизу воды. Реакция Хилла как световая реакция, проведенная *in vitro*.

Первичные световые фотофизические и фотохимические процессы. Строение молекул и электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетные S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> и T-триплетное). Пути их дезактивации. Флуоресценция и фосфоресценция.

Реакционные центры (P700 и P680) как димеры и пигменты антенного комплекса. Светособирающие комплексы (ССК). Преобразование энергии в реакционном центре (РЦ). Разделение зарядов - основная функция РЦ. Миграция энергии (флуоресцентный механизм, индуктивный резонанс и полупроводниковый механизм экситона) и транспорт электронов по переносчикам. Квантовый выход фотосинтеза. Эффект Эмерсона – как эффект

неаддитивности действия разных по длине потоков красного света, доказывающий наличие двух фотосистем. Две фотосистемы (ФС1 и ФС2).

Расположение переносчиков электронов и компонентов электронтранспортной цепи (ЭТЦ) фотосинтеза. Роль градиента электрохимического потенциала.

Фотофосфорилирование циклическое и нециклическое, связь его с массовым током электронов. Система пластохинон - пластохинол и ее роль в создании градиента электрохимического потенциала  $\Delta\mu\text{H}^+$  во внутритилакоидном пространстве (люмен) для образования АТФ. Z-схема фотосинтеза. Работа АТФ-синтетазы в процессе образования фотосинтетической АТФ и пути ее использования.

### Лабораторное занятие №1 "Фотосинтез"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Извлечение пигментов.
- 2) Получение вытяжки каротина.
- 3) Флуоресценция хлорофилла.
- 4) Изучение спектров поглощения вытяжки пигментов.
- 5) Разделение пигментов по Краусу.
- 6) Омыление хлорофилла и отделение каротина.
- 7) Получение феофитина и восстановление металлорганической связи.
- 8) Быстрый способ разделения пигментов.
- 12) Образование крахмала на свету.
- 13) Необходимость  $\text{CO}_2$  для образования крахмала.
- 14) Значение хлорофилла для образования крахмала.
- 15) Образование низкомолекулярных (редуцирующих) углеводов в зеленых листьях на свету.

### Лекционное занятие №3

C3-путь фотосинтеза. Фазы карбоксилирования, восстановления, регенерации акцептора и образование конечных продуктов как основные фазы цикла Кальвина. Цикл Хэтча – Слэка (C4-путь). Кооперация между двумя типами хлоропластов. Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-растения) и предварительная фиксация  $\text{CO}_2$ . Сходство и различия всех путей темновой фиксации  $\text{CO}_2$ . Различие, физиолого-биохимические особенности и общие свойства C3, C4 и САМ-растений. Экологические преимущества C4-растений. РДФ-карбоксилаза (Рубиско) и ФЕП-карбоксилаза как ключевые ферменты первичной фиксации  $\text{CO}_2$  различных типов растений. Продукты фотосинтеза и их превращения. Циклический характер превращения углерода при фотосинтезе.

Экология фотосинтеза. Лист как орган фотосинтеза. Роль внешних и внутренних факторов. Дневной ход фотосинтеза. Суточные, сезонные ритмы. Компенсационная точка (пункт) фотосинтеза. Разнообразие продуктов фотосинтеза. Зависимость от условий.

Теория комплементарной хроматической адаптации и фотосинтез морских водорослей.

Фотосинтез и урожай. КПД зеленого растения. Урожай биологический и хозяйственный. Коэффициент хозяйственный. Пути повышения продуктивности растений.

Фотодыхание и метаболизм гликолата. Роль фотодыхания и связь с продукционным процессом.

Эволюция способов автотрофного питания (усвоения углерода). Гетеротрофия и автотрофия, первичность гетеротрофии. Гетеротрофный синтез как возможный путь формирования автотрофности. Хеморедукция, фоторедукция, фотосинтез и хемосинтез как основные этапы эволюции углеродного питания. Круговорот углерода на Земле.

### Лабораторное занятие №2 "Фотосинтез"

Вопросы к коллоквиуму:

Общие представления о фотосинтезе. Суть фотосинтеза. Уравнение фотосинтеза, что оно отражает и его компоненты. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена. Редокс-энергия фотосинтеза, энергия электрохимического потенциала и энергия фосфатных связей, используемая в конструктивном обмене. Сопрягающие мембраны – основной компонент трансформации энергии.

Основные исторические этапы развития учения о фотосинтезе. Фотосинтез как глобальный процесс. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере. Космическая роль зеленых растений.

Структурная организация фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропласта как эффективной ловушки солнечной энергии. Мембранный (ламеллярный) принцип организации, строение и электронно-микроскопическая структура: двойная мембрана, матрикс, граны, тилакоиды. Три континуума хлоропластов. Люмен – внутренняя полость тилакоида - основной протонный резервуар для создания градиента ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) в световых реакциях фотосинтеза. Типы пластид. Эволюция пластид, автономия хлоропластов и теория симбиогенеза. Онтогенез хлоропластов.

Состав пигментов фотосинтезирующих организмов. Методы выделения и разделения пигментов. Работы М. Цвета, адсорбционная хроматография. Хлорофиллы (a, b и др.): химическая структура, физические, оптические (спектральные) свойства и физиологическая роль. Хлорофилл-белково-липоидные комплексы хлоропласта и значение связи.

Химия биосинтеза хлорофилла, основные этапы, внешние и внутренние условия образования в растении.

Каротиноиды. Химические свойства, спектры поглощения. Функции в фотосинтезе. Фикобилинопротеиды. Распространение, химическое строение. Спектральные свойства. Физиологические функции.

Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов и фотосинтезирующих организмов. Фотосинтез морских водорослей и теория хроматической адаптации.

Качественные и количественные методы обнаружения и учета фотосинтеза. Единицы измерения фотосинтеза.

Основные этапы фотосинтеза по современным представлениям. Какие факты привели к пониманию фотосинтеза как сложного процесса, состоящего из световой и «темновой» фаз. Работы Блекмана. Фотохимические и энзиматические реакции. Скорости фаз фотосинтеза и зависимость их от температуры. Ассимиляционное число. Опыты с прерывистым освещением – как доказательство наличия двух фаз фотосинтеза. Совпадение спектров поглощения хлорофилла и спектра действия фотосинтеза – доказательство решающей роли участия зеленого пигмента (хлорофилла «a») в фотосинтетическом процессе.

Физическое разделение световой и «темновой» фаз фотосинтеза в эксперименте. Реакция Р. Хилла (фотолиз воды) как реакция, впервые проведенная *in vitro*, не связанная с фиксацией  $\text{CO}_2$  (именно световая реакция фотосинтеза). Происхождение кислорода фотосинтеза. Фотохимическая активность изолированных хлоропластов.

Природа световых реакций фотосинтеза. Участие хлорофилла в первичных процессах фотовозбуждения и электронно-возбужденные состояния (синглетные  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  и триплетное -  $T$ ). Пути дезактивации энергии возбужденных состояний (высвобождение тепла, флюоресценция, фосфоресценция) и сопряженность с последующими стадиями фотосинтеза. Обязательная необходимость сбора энергии квантов и механизм миграции энергии (индуктивный резонанс) в антенных светособирающих комплексах (ССК) к реакционным центрам (РЦ). Реакционные центры – пигменты P700 и P683 как димеры. Преобразование энергии в РЦ и первичное разделение зарядов (экситонный механизм). Окислительно-восстановительные превращения РЦ. Редокс-энергия.

Квантовый выход и 1-й и 2-й эффекты Эмерсона (красного падения и неаддитивного действия двух световых потоков). Представление о двух фотосистемах ФС I и ФС II и двух типах реакционных центрах (РЦ). Электрон-транспортная цепь (ЭТЦ) фотосинтеза. Основные



функциональные компоненты переноса электрона при взаимодействии ФСІ и ФСІІ. Акцепторные и донорные стороны РЦ (Р700 и Р683) и значение величины окислительно-восстановительного потенциала в иерархии расположения переносчиков ЭТЦ фотосинтеза. Циклические и нециклические потоки электронов.

Система фотоокисления воды и выделения O<sub>2</sub>. Z-схема фотосинтеза. Создание градиента ΔμН<sup>+</sup> на границе матрикс-люмен тилакоида и образование АТФ. Фотофосфорилирование (ФФ): циклическое и нециклическое. Как происходит фоторазложение воды при работе ЭТЦ фотосинтеза.

Исторические представления о темновых реакциях. Циклы превращения углерода при фотосинтезе (темновые реакции). Методы изучения фиксации CO<sub>2</sub> и метаболизма продуктов фотосинтеза. Работы М. Кальвина. Роль метода меченых атомов и двухмерной хроматографии. Основные реакции цикла Кальвина, их химизм. С3-путь (восстановительный пентозофосфатный цикл (ВПФ-цикл)). Природа первичного акцептора CO<sub>2</sub>. Ключевой фермент С3-цикла – РУБИСКО (рибулёзобифосфаткарбоксилазаоксигеназа), его основные функции. Использование продуктов световой фазы в основных стадиях цикла Кальвина. Химические продукты их последовательные превращения. Стадия карбоксилирования, восстановления и регенерации акцептора. Первичный синтез глюкозы, фруктозы, сахарозы, крахмала. Конечный и циклический характер превращения углерода при фотосинтезе.

Цикл Хетча-Слэка-Карпилова. Кооперативный фотосинтез.

САМ-тип метаболизма или метаболизм углерода по типу толстянковых. Экологическое значение путей фиксации CO<sub>2</sub>. Особенности растений с С3-, С4- и САМ-путями фотосинтеза, их сходство, различие, значение и распространение в природе. Наличие цикла Кальвина – обязательный общий этап для различных растений. Потоки метаболитов в хлоропласт и из него.

Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних условий и состояния организма. Влияние количества (интенсивности) и качества света (спектрального состава), температуры, концентрации CO<sub>2</sub>, водоснабжения, условий минерального питания. Суточный и дневной ход фотосинтеза. Кривые фотосинтеза в зависимости от факторов. Компенсационный пункт фотосинтеза.

Фотодыхание, химизм, локализация в клеточных структурах, физиологическая роль.

Фотосинтез и урожай. Продуктивность фотосинтеза. Урожай биологический и урожай хозяйственный, коэффициент хозяйственный. Пути повышения продуктивности растений.

Эволюция углеродного питания. Гетеротрофность и автотрофия. Этапы эволюции становления автотрофии – хеморедукция, фоторедукция, фотосинтез. Хемосинтез – боковая ветвь автотрофии, получившая развитие после появления биогенного кислорода. Круговорот углерода на Земле.

#### **Тема 4. Дыхание растений**

##### Лекционное занятие №1

Сущность дыхания, уравнение дыхания. Основные эффекты дыхания. Значение дыхания. Определение дыхания. Особенности дыхания растений. История развития учения о дыхании растений. Окисление как потеря электрона. Сущность биологического окисления. Химизм дыхания. Активация кислорода воздуха и водорода субстрата. Теория дыхания по Баху-Палладино. Генетическая связь брожения и дыхания. Работы Костычева С.П.

Дыхательный коэффициент (ДК), зависимость его величины от условий и субстрата окисления. Гликолиз. Место протекания, ферменты гликолиза. Значение гликолиза. Основные и вспомогательные ферменты дыхания. Анаэробные превращения продуктов гликолиза.

##### Лекционное занятие №2

Аэробная фаза дыхания (цикл Кребса). Электронтранспортная цепь дыхания (ЭТЦ). Окислительно-восстановительный потенциал. Запасание энергии при дыхании. Окислительное фосфорилирование: субстратное и коферментное. Сопряжение транспорта

электронов с фосфорилированием, свободное окисление. Разобщители сопряжения дыхания и фосфорилирования, коэффициент фосфорилирования. Сопрягающие мембраны. Две основные формы энергии, накапливаемой и используемой в клетке:  $\Delta\mu\text{H}^+$  (градиент элетрохимического потенциала) и АТФ. Роль протонной помпы и ионных насосов в синтезе и ресинтезе АТФ.

Митохондрии – как энергетическая станция клетки. Их структура и локализация функциональных единиц. Механизмы образования АТФ: 1) теория химического сопряжения; 2) конформационная; 3) хемоосмотическая теория (Митчелла). Ротационная теория Бойера.

Альтернативные пути дыхания – как способ адаптации растений к неблагоприятным факторам среды. Разнообразие путей переноса электронов через терминальные оксидазы (альтернативная цианидустойчивая, аскорбат-, полифенол-, флавин- и др. оксидазы). Пентозофосфатный и глиоксилатный циклы, этапы и химизм их протекания. Физиолого-биохимическая роль. Экология дыхания, дыхание в онтогенезе. Взаимосвязь дыхания с фотосинтезом, другими физиологическими процессами и обменом веществ в целом.

### Лабораторное занятие №1 "Дыхание растений"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Определение интенсивности дыхания прорастающих семян.
- 2) Определение дыхательного коэффициента.
- 3) Окислительные ферменты дыхания.
- 4) Обнаружение редуцирующих ферментов при дыхании семян.
- 5) Обнаружение дегидрогеназ при спиртовом брожении.
- 6) Метод определения активности дегидраз с помощью вакуум-инfiltrации (по Пыльневу).
- 7) Определение активности каталазы в растительных объектах.

### Лабораторное занятие №2 "Дыхание растений"

Вопросы к коллоквиуму:

Суть дыхания. Определение, суммарное уравнение дыхания. Развитие учения о дыхании. Дыхание и горение. Дыхание как биологическое окисление. Значение дыхания. Две формы энергии, запасаемые при дыхании – АТФ и  $\Delta\mu\text{H}^+$ . Роль промежуточных продуктов дыхания в специфике метаболизма различных растений. Особенности дыхания у растений. Необходимость альтернативных путей в связи с прикрепленным образом жизни. Типы окислительно-восстановительных реакций при дыхании. Перекисная теория А. Баха, ее экспериментальное подтверждение, и теория дыхания В. Палладина о дегидрогеназах – переносчиках водорода, как основа современных представлений о механизмах активации кислорода воздуха и водорода дыхательного субстрата.

Три этапа основного пути дыхания организмов: а) гликолиз, б) цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса – ЦТК), в) окислительное фосфорилирование (ОФ) в электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) дыхания. Гликолиз, место прохождения, основные этапы. Анаэробные превращения конечного продукта гликолиза – пировиноградной кислоты (ПВК). Брожение и дыхание. Генетическая связь между этими процессами. Работы С. Костычева.

Структура митохондрий растений. Аэробная стадия дыхания (цикл Кребса). Последовательность окисления и восстановления органических кислот. Электрон-транспортная цепь митохондрий, ее расположение и основные компоненты. Путь электрона и водорода субстрата в ЭТЦ. Значение окислительно-восстановительного потенциала в расположении переносчиков. Альтернативные пути переноса электронов на кислород в ЭТЦ митохондрий и немитохондриальные пути терминального окисления у растений. Ферменты дыхания основные (оксидоредуктазы) и вспомогательные. Четыре мультиэнзимных

комплекса митохондрии по Грину. Альтернативные пути – глиоксилатный цикл, неоглюкогенез и пентозофосфатный цикл.

Окислительное фосфорилирование. Виды окислительного фосфорилирования – коферментное (в дыхательной цепи) и субстратное. Роль сопрягающих мембран. Сопряжение переноса электронов и фосфорилирования. Свободное окисление. Роль протонофоров. Коэффициент фосфорилирования P/O и его величина (В. Скулачев). Механизм окислительного фосфорилирования. Теория химического сопряжения, конформационная теория и хемиосмотическая теория (А. Ленинджер, Э. Рекер, П. Митчелл, П. Бойер).

Дыхание как центральное звено обмена. Связь дыхания с фотосинтезом и другими функциями клетки. Общая схема взаимосвязи дыхания с метаболизмом. Дыхание роста и дыхание поддержания.

Дыхательный коэффициент. Количественные показатели газообмена и расходование субстрата. Основные легко обнаруживаемые эффекты дыхания. Интенсивность дыхания и методы ее определения. Единицы измерения. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов. Изменение дыхания в онтогенезе.

## **Тема 5. Минеральное питание**

### **Лекционное занятие №1**

Корневая система как высокоспециализированный орган поглощения, передвижения синтеза и переработки веществ. Взаимовлияние подвой-привой как отражение роли функции корня в жизнедеятельности растений. Типы корневых систем, их распределение в почве и основные характеристики корневой системы: объем, общая поверхность корня, активная и неактивная поглощающая поверхность корня. Свободное пространство (СП) и кажущееся свободное пространство (КСП).

Краткая история развития учения о минеральном питании. Роль органических и минеральных удобрений в питании растений. Общая и конкретная (субстратная) физиологическая функция элементов минерального питания. Состав золы растения. Зольные элементы и элементы органогены как необходимые элементы минерального питания. Макро-, микро-, ультрамикроэлементы. Закон возврата, правило незаменимости элементов. Закон минимума Либиха. Методы изучения минерального питания. Водные и субстратные культуры. Гидропоника. Аэропоника. Почвенные и песчаные культуры. Стерильные культуры и возможность усвоения растениями органических соединений. Лабораторный вегетационный и полевой методы исследований. Ведущая роль полевых опытов.

### **Лекционное занятие №2**

Почва как источник минеральных элементов. Почвенно-поглощающий комплекс. Поступление минеральных элементов в растения. Пассивный (диффузия, облегченная диффузия) и активный транспорт. Функция переносчиков и транспортных АТФаз. Ионные насосы. Первичный и вторичный активный транспорт. Унипорт, котранспорт: симпорт и антипорт. Электрогенный и электронейтральный транспорт. Особая роль водородной помпы для растений. Экзо-, эндоцитоз. Роль почвенного раствора, окружающего корневую систему в питании растений. Его кислотность, уравновешенность, буферность. Явление антагонизма и синергизма ионов.

Механизмы поглощения минеральных элементов. Влияние внешних и внутренних факторов на поглощение веществ. Явление реутилизации и подвижность минеральных элементов в растениях.

### **Лекционное занятие №3**

Азотное питание. Усвоение связанного азота. Использование аммонийных и нитратных форм. Физиологически кислые и щелочные соли. Восстановление нитратов. Пути устранения избыточного накопления нитратов в растениях. Аминирование, амидирование и реакция

переаминирования. Ферментные системы связывания аммиака. Роль переаминирования органических кислот и амидов. Глутаминоксиглутаратаминотрансфераза (ГОГАТ) и глутаминсинтетаза (ГС) – основные ферменты первичной ассимиляции аммиака.

Свободноживущие, симбиотрофные и ассоциативные азотфиксаторы. Распространение азотфиксирующих организмов. Возможность фиксации различными группами не бобовых растений. Механизм азотфиксации. Нитрогеназа – как мультиферментный комплекс. Ее чувствительность к кислороду. Растения с уклоняющимся типом азотного питания (насекомоядность, паразитизм и полупаразитизм, микотрофность).

Перспективы изучения процесса азотфиксации. Бактериальные удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин, силикатные бактерии и формирование автохтонной микрофлоры (компостирование). Роль цианей в фиксации азота. Папоротник азолла. Основные формы используемых в практике растениеводства удобрений. Диагностика потребности в элементах питания растений.

### Лабораторное занятие №1 "Минеральное питание растений"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Подача амидов и аминокислот с пасокой.
- 2) Поступление минеральных веществ в растения.
- 3) Открытие нитратов в тканях растений.

### Лабораторное занятие №2 "Минеральное питание растений"

Вопросы к коллоквиуму:

История развития учения о минеральном питании растений. Корневая система как орган поглощения воды и минеральных элементов, место высокоспециализированного синтеза и специфической переработки веществ. Функции корневой системы в жизнедеятельности растений. Характеристики корневой системы, ее распределение в почве. Определение объема корней, общей адсорбирующей, активно поглощающей и нерабочей поверхности корневой системы.

Методы изучения минерального питания. Система взаимодействия «корень – почва». Рост корней как основа поглощения минеральных элементов. Взаимосвязь поглощения корня с другими функциями (дыханием, фотосинтезом, биосинтезом, ростом и другими процессами).

Постановка вегетационных опытов. Водные, гравийные (гидропонные), аэропонные, песчаные, почвенные и другие культуры растений. Основные рецепты питательных смесей. Значение их для изучения минерального питания растений. Ведущая роль полевого опыта.

Состав золы растений. Элементы органогены. Минеральное питание как проявление истинной автотрофности зеленых растений. Правило незаменимости элементов, закон возврата и закон ограничивающих факторов Ю. Либиха. Необходимые и «полезные» элементы минерального питания. Макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Общая роль элементов минерального питания в жизнедеятельности клетки и растения. Значение отдельных элементов минерального питания (P, S, Ca, K, Mg, Fe и др.). Форма поступления в растение, пути включения в обмен, биохимическая и физиологическая роль. Внекорневое питание растений.

Поступление минеральных элементов. Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции. Роль одноименной обменной адсорбции. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Поступление в свободное пространство. Апопластический и симпластический пути. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторично-активный). Движущие силы и формы потребляемой энергии: АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы, портерные системы (котранспорт- симпорт, антипорт, унипорт, электрогенный транспорт). Ведущая роль H-АТФаз в поглощении веществ растениями. Усвоение труднорастворимых соединений на примере фосфоритной муки. Корневые выделения растений. Контактное поглощение. Явление пиноцитоза.

Значение свойств раствора, окружающего корневую систему. Явление антагонизма, синергизм и аддитивность ионов минерального питания. Уравновешенность раствора различных почв, его кислотность и буферность. Физиологически кислые, физиологически щелочные и нейтральные соли.

Роль микроорганизмов в питании. Возможность усвоения растениями органических соединений. Опыты со стерильными культурами.

Микотрофный способ питания и растения с уклоняющимся типом питания (насекомоядные растения, паразиты и полупаразиты).

Основные удобрения. Физиологические основы их применения. Диагностика потребности растений в элементах минерального питания. Бактериальные удобрения. Роль их в минерализации органических соединений почвы.

Азотное питание растений. Азот и его значение в жизни растений. Отличия в питании азотистыми соединениями растений и животных. Проблемы в использовании азота растениями.

Усвоение связанного азота. Минеральные формы азота, используемые растениями. Возможность усвоения аммонийных форм удобрений (Д. Прянишников). Использование нитратов. Восстановление (редукция) нитратов. Ферментные системы и этапы редукции (нитрат- и нитритредуктаза). Биохимические пути связывания аммиака. Амминирование. Амидирование. Роль и значение амидов в метаболизме. Синтез аминокислот, реакции переаминирования. Первичный и вторичный синтез белка. Аммиак – альфа и омега азотного обмена (Д. Прянишников). Запасные и транспортные формы азотистых соединений. Решение проблемы избыточного накопления нитратов растениями.

Усвоение молекулярного азота. Свободноживущие, симбиотрофные и ассоциативные азотфиксаторы. Клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*. Молекулярный механизм азотфиксации. Нитрогеназа как мультиферментный комплекс, ее чувствительность к кислороду. Роль леглобина в работе фермента. Круговорот азота в природе.

## **Тема 6. Обмен веществ и транспорт веществ в растении**

### Лекционное занятие №1

Определение обмена веществ. Взаимодействие растения со средой как результат эволюционного процесса. Ана-, ката- и метаболические процессы в растениях. Биологические катализаторы – ферменты. Механизм действия. Энергия активации. Типы ферментов. Современная классификация. Использование ферментов в практике народного хозяйства.

Обмен белков, углеводов, жиров, органических кислот в растениях. Вещества вторичного происхождения. Общая схема метаболизма веществ.

Проблема транспорта веществ по растению. Аттрагирующие центры. Ростовые, метаболитные и депонирующие акцепторы. Дальний, ближний и внутриклеточный транспорт органических соединений. Роль акцепторно-донорных отношений в транспорте веществ. Загрузка и разгрузка ассимилятов при флоэмном и ксилемном транспорте. Система – «источник – запрос». Флоэмный и ксилемный транспорт. Теория Мюнха. Модель массового тока под давлением. Формы и состав транспортируемых веществ в сосудах. Решающая роль энергетических затрат в транспорте веществ. Работы А.Л. Курсанова.

## **Тема 7. Рост и развитие растений**

### Лекционное занятие №1

Рост и развитие растений – нетождественные интегральные процессы. Влияние внешних и внутренних факторов на рост. Фазы роста. Большая кривая роста. Типы роста у растений. Ростовые корреляции. Апоикальное доминирование. Физиологически активные вещества. Биологические ритмы.

Гормоны растений (фитогормоны). Характеристика и особенность действия гормональных веществ: дистантность, очень низкая концентрация и морфогенетический эффект. Ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен, абсцизовая кислота, брассины и

другие. Ингибиторы роста и ретарданты. Физиологическая роль и механизмы их действия. Применение синтетических растактивирующих веществ в практике растениеводства. Гербициды.

Культура изолированных органов, тканей и клеток растений. Работы Р.Г. Бутенко. Тотипотентность клеток. Безвирусные растения. Перспектива метода культуры ткани. Изолированные протопласты и сохранение генофонда.

## **Тема 7. Рост и развитие растений**

Лекционное занятие №2

Онтогенез растений. Моно- и поликарпики. Этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, зрелость, размножение, старость) по М.Х. Чайлахяну, фазы развития (фенофазы) и этапы органогенеза по Ф.М. Куперман. Гормональная бикомпонентная (М.Х. Чайлахян) теория развития растений.

Влияние внешних условий на развитие. Яровизация (температурный фактор) и фотопериодизм как реакция растений на длину дня. Роль фитохрома. Короткодневные, длиннодневные и нейтральные растения.

Движение растений. Способы движения растений. Тропизмы, настии, таксисы, нутации. Механизмы движения растений. Теория Холодного-Вента. Современное представление о механизме двигательных процессов растений.

## **Тема 8. Периодические явления в жизни растений. Устойчивость к неблагоприятным условиям среды**

Лекционное занятие №1

Покой. Типы покоя (органический, вынужденный, глубокий). Управление покоем. Его адаптивная функция.

Устойчивость растений. Биологическая и агрономическая устойчивость. Механизмы защиты и устойчивость растений к неблагоприятным факторам. Физиология стресса. Засухоустойчивость, жаростойкость, солеустойчивость, устойчивость растений к инфекционным заболеваниям и т.п.. Надежность организма и реакция растения на стресс на клеточном, организменном и популяционном уровне. Комплементарная (сопряженная) устойчивость. Растение - единый организм.

Лабораторное занятие №1 "Устойчивость растений"

Выполнение лабораторных работ:

- 1) Криопротекторное действие углеводов на цитоплазму.
- 2) Накопление сахаров в растениях при понижении температуры окружающей среды.
- 3) Защитное действие сахара на белки протоплазмы при отрицательных температурах.
- 4) Определение температурного порога коагуляции цитоплазмы (по П.А. Генкелю).

## **Тема 8. Периодические явления в жизни растений. Устойчивость к неблагоприятным условиям среды**

Лекционное занятие №2

Покой. Типы покоя (органический, вынужденный, глубокий). Управление покоем. Его адаптивная функция.

Устойчивость растений. Биологическая и агрономическая устойчивость. Механизмы защиты и устойчивость растений к неблагоприятным факторам. Физиология стресса. Устойчивость растений к инфекционным заболеваниям. Надежность организма и реакция растения на стресс на клеточном, организменном и популяционном уровне. Комплементарная (сопряженная) устойчивость. Растение - единый организм.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Введение. Физиология и функции растительной клетки.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ. Составление глоссария. Подготовка к тестированию.
2	Физиология водного режима растений	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ. Составление глоссария. Подготовка к тестированию.
3	Фотосинтез	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к тестированию.
4	Дыхание растений	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к тестированию.
5	Минеральное питание	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к тестированию.
6	Обмен веществ и транспорт веществ в растении	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
7	Рост и развитие растений	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
8	Периодические явления в жизни растений. Устойчивость к неблагоприятным условиям среды	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций. Оформление лабораторных работ.

При подготовке к занятиям студенты прорабатывают основную и дополнительную литературу, заполняют таблицу «Физиологическая роль макро- и микроэлементов». По темам «Физиология растительной клетки», «Водный режим растений» предусмотрено составление

гlossария. По темам «Водный режим растений», «Фотосинтез», «Дыхание», «Минеральное питание» предусмотрено тестирование.

Лабораторные работы студенты проводят с использованием практикума по физиологии растений в трех частях (авторы П.А. Иконников, А.А. Белозерова, 2009-2010), оформляют в тетрадях, указывая тему занятия, название работы, цель работы, ход выполнения, материалы и оборудование, заполняют необходимые таблицы, делают графики или рисунки, пишут выводы. Затем студенты защищают работы в форме собеседования с преподавателем.

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

В конце 5 семестра по данной дисциплине предусмотрен экзамен. Билет состоит из двух теоретических вопросов и одного вопроса по лабораторным работам.

Возможно получение экзаменационной оценки по результатам деятельности обучающихся за два семестра, исходя из следующей шкалы перевода баллов в оценку:

61-75 баллов - "удовлетворительно";

76-90 баллов - "хорошо";

91-100 баллов - "отлично".

Вопросы к экзамену:

Теоретическая часть

1. Развитие физиологии растений как науки. Ее роль, задачи и методы.
2. Использование метода меченных атомов в физиологии растений. Стабильные и радиоактивные изотопы.
3. Современное представление о строении растительной клетки. Функции и физиологическая роль ее структур. Компартментация и интеграция клеточного обмена.
4. Свойства протоплазмы растительной клетки. Физико-химическое состояние. Роль лабильных точек скрепления в поддержании структур клетки.
5. Осмос. Осмотическое давление, тургор, отрицательный тургор. Сосущая сила клетки. (Осмотический потенциал. Потенциал давления. Водный потенциал. Матричный потенциал).
6. Понятие водного потенциала. Водный потенциал клетки.
7. Значение воды в жизни растений. Вода в почве. Формы почвенной воды. Доступность ее растениям. Коэффициент завядания.
8. Лист как орган транспирации. Единицы измерения транспирации. Связь транспирации с другими процессами.
9. Корневое давление. Плач и гуттация растений. Нижний концевой двигатель водного тока.
10. Испарение воды листьями растений. Зависимость от условий. Количественный и качественный учет испарения.
11. Механизмы устьичных движений. Типы движений устьиц. Методы устьичного контроля.
12. Передвижение воды по растению. Теория сцепления. Роль осмотических сил, градиента водного потенциала.
13. Физиологические основы засухоустойчивости. Мероприятия по борьбе с засухой. Физиология орошаемых культур.
14. Основные исторические этапы изучения фотосинтеза. Методы количественного и качественного учета фотосинтеза.
15. Лист как орган фотосинтеза. Важнейшие этапы фотосинтеза по современным представлениям.



16. Хлоропласты. Состав, строение, физиологическая роль.
17. Пигменты хлоропластов. Оптические, химические свойства. Физиологическая роль.
18. Образование хлорофилла. Биосинтез хлорофилла; условия образования; стадии образования.
19. Фотосинтез как сочетание световых и темновых реакций. Световые реакции фотосинтеза. Нециклический транспорт электронов, Z-схема фотосинтеза.
20. Две пигментные системы фотосинтеза. Эффект Эмерсона.
21. Реакционные центры фотосистем (ФС1 и ФС2). Миграция энергии к реакционному центру в ССК фотосинтеза.
22. Реакция фотолиза воды и происхождение O<sub>2</sub> фотосинтеза. Фотохимическая активность хлоропластов.
23. Фотофосфорилирование. Циклический транспорт электронов при фотосинтезе.
24. Темновые реакции: цикл Кальвина, путь Хетча-Слека, метаболизм по типу толстянковых (САМ растения).
25. РДФ- и ФЭП карбоксилазы как ключевые ферменты растений с C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub> путем фотосинтеза.
26. Фотодыхание.
27. Влияние внешних и внутренних условий на фотосинтез, дневной ход фотосинтеза.
28. Передвижение веществ в растении. Внутри-, внеклеточный и флоэмный транспорт. Теория массового тока под давлением (Мюнха). Роль донорно-акцепторных связей (система источник-запрос).
29. Дыхание растений. Роль дыхания. Связь его с фотосинтезом и с обменом веществ в целом.
30. Дыхание растений. Дыхательный коэффициент. Влияние условий на дыхание.
31. Дыхание растений по Баху и Палладину. Практическое подтверждение теории. Современное состояние теории дыхания.
32. Современное представление о процессе дыхания. Аэробная фаза (цикл Кребса).
33. Анаэробная фаза дыхания. Гликолиз. Анаэробные превращения продуктов гликолиза. Генетическая связь брожения и дыхания.
34. Ферменты дыхания. Путь электрона и протона дыхательного субстрата. ЭТЦ дыхания. Запасание энергии при дыхании.
35. Механизмы фосфорилирования. Теория Митчелла. Коэффициент фосфорилирования.
36. Альтернативные пути дыхания растений.
37. Современное представление о роли корневой системы. Ее распределение в почве и некоторые характеристики.
38. Общая физиологическая роль элементов минерального питания. Методы изучения минерального питания.
39. Физиологическая роль отдельных элементов минерального питания. Диагностика потребности растений в элементах питания.
40. Микроэлементы, их значение. Внекорневое питание.
41. Антагонизм ионов. Уравновешенные растворы. Реутилизация элементов минерального питания.
42. Поступление минеральных элементов в растение. Обменная адсорбция. Пассивный и активный транспорт.
43. Характеристика питательных смесей. Водные культуры, гидропоника, аэропоника. Роль метода стерильных культур растений.
44. Усвоение связанных форм азота растениями. Связывание аммиака. Роль амидов. ГС-ГОГАТ система. Пути снижения нитратов в органах растений.
45. Усвоение молекулярного азота. Нитрогеназа как мультиферментный комплекс. Механизм фиксации азота. Круговорот азота в природе.

46. Минеральные, органические и бактериальные удобрения.
47. Понятие роста и развития растений. Влияние внешних и внутренних условий на рост растений.
48. Гормоны растений: ауксины и цитокинины.
49. Гиббереллины, этилен как гормоны роста.
50. Абсцизовая кислота - гормон стресса у растений.
51. Ростовые корреляции. Апикальное доминирование.
52. Применение регуляторов роста в практике сельскохозяйственного производства.
53. Культура изолированных клеток, тканей и органов. Работы Р.Г. Бутенко.
54. Движения растений. Тропизмы, настии, таксисы. Физиологические механизмы движений.
55. Периодические явления в жизни растений. Покой, виды покоя, значение покоя. Управление покоем.
56. Фотопериодизм. Короткодневные, длиннодневные и нейтральные растения. Роль фитохрома.
57. Адаптация растений. Понятие о стрессе.
58. Солеустойчивость растений. Физиологический механизм устойчивости.
59. Засухоустойчивость и жаростойкость растений. Гидрофиты. Мезофиты. Ксерофиты. Типы ксерофитов.
60. Зимостойкость. Холодостойкость и морозоустойчивость.

#### Практическая часть

- 1) Получение искусственной клеточки «Траубе».
- 2) Явление плазмолиза и деплазмолиза.
- 3) Наблюдение колпачкового плазмолиза.
- 4) Изменение проницаемости цитоплазмы при повреждении.
- 5) Определение потенциального осмотического давления.
- 6) Определение водного потенциала методом Шардакова.
- 7) Влияние внешних условий на процесс гуттации.
- 8) Сравнение транспирации хлоркобальтовым методом.
- 9) Определение интенсивности транспирации при помощи торзионных весов.
- 10) Извлечение пигментов.
- 11) Изучение спектров поглощения вытяжки пигментов.
- 12) Получение вытяжки каротина.
- 13) Флуоресценция хлорофилла.
- 14) Разделение пигментов по Краусу.
- 15) Омыление хлорофилла и отделение каротина.
- 16) Получение феофитина и восстановление металлорганической связи.
- 17) Быстрый способ разделения пигментов.
- 18) Зависимость ассимиляции углерода от интенсивности света.
- 19) Образование крахмала на свету.
- 20) Определение интенсивности дыхания прорастающих семян.
- 21) Определение дыхательного коэффициента.
- 22) Окислительные ферменты дыхания.
- 23) Обнаружение редуцирующих ферментов при дыхании семян.
- 24) Обнаружение дегидрогеназ при спиртовом брожении.
- 25) Определение активности каталазы в растительных объектах.
- 26) Подача амидов и аминокислот с пасокой.
- 27) Открытие нитратов в тканях растений.
- 28) Криопротекторное действие углеводов на цитоплазму.
- 29) Накопление сахаров в растениях при понижении температуры окружающей среды.
- 30) Определение жаростойкости растений (по Ф.Ф. Мацкову)

## 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-Способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории – ПК-2	Знает особенности растительной клетки, физико-химические процессы осмоса и диффузии, функции воды и водный режим растений; ход и локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, механизмы их регуляции, методы их изучения; зависимость направленности физиологических процессов от внутренних и внешних условий среды; принципы формирования устойчивости растений к стрессовым факторам, влияющим на продуктивность растений. Знает современные физико-химические методы исследований, позволившие вскрыть механизмы обмена веществ, лежащие в основе физиологических процессов	ответы на занятиях, защита лабораторных работ, тесты	<p><b>пороговый (удовл.)</b> <b>61-75 баллов</b></p> <p><b>Знает:</b> биологические и биохимические основы функционирования живых организмов, подходы к физиологическому экспериментированию, классические методы культивирования и изучения основных физиологических процессов растений.</p> <p><b>Умеет:</b> объяснить протекание простейших реакций растительного организма в ответ на влияние факторов среды, правильно подбирать оборудование для постановки эксперимента, делать основные заключения и выводы по результатам эксперимента</p> <p><b>Владеет:</b> приемами проведения физиологических экспериментов на основе методических рекомендаций, базовыми методиками определения плазмолиза, проницаемости клетки, осмотических процессов клетки, выделения пигментов, изучения оптических свойств пигментов, определения интенсивности дыхания, дыхательного коэффициента.</p> <p><b>базовый (хор.)</b> <b>76-90 баллов</b></p>

		<p>растений, характер ответных реакций на воздействие внутренних и внешних факторов.</p> <p>Умеет применять теоретические базовые знания для осмысливания приемов стимулирования жизнедеятельности и растения с наибольшей эффективностью, проводить комплексные физиологические и биологические исследования, используя изученные по ходу дисциплины методы.</p> <p>Умеет самостоятельно применять изученные методы при исследовании особенностей физиологии растительного организма; проводить лабораторные эксперименты с растительными объектами, рассчитывать показатели, характеризующие особенности протекания основных физиологических процессов в растениях, обсуждать</p>		<p><b>Знает:</b> структуру и функции органелл, знает регуляторные процессы, протекающие в организме, понимает принципы клеточной организации биосистем, современные физико-химические методы исследований, позволившие вскрыть механизмы обмена веществ, лежащие в основе фотосинтеза, дыхания, питания растений, транспорта веществ, роста и развития растений и характер ответных реакций на воздействие внутренних и внешних факторов.</p> <p><b>Умеет:</b> применять теоретические базовые знания для осмысливания приемов стимулирования жизнедеятельности растения с наибольшей эффективностью, выбирать наиболее оптимальные подходы к постановке лабораторного эксперимента, используя современные методики глубоко проникать в природу изучаемых процессов и явлений, внешне кажущихся простыми</p> <p><b>Владеет:</b> базовыми представлениями о биологическом разнообразии растительного мира, степени устойчивости растений к факторам среды, методиками определения водного потенциала клетки, использует рефрактометрический метод, проводит</p>
--	--	---	--	--

		<p>полученные результаты и оформлять их в виде таблиц, графиков, рисунков, делать выводы.</p>		<p>хроматографический анализ пигментов, разделение пигментов по Краусу, определение ферментов дыхания, определяет пути и интенсивность поглощения элементов минерального питания молодыми растениями. Может самостоятельно поставить несложные эксперименты.</p> <p><b>повышенный (отл.) 91-100 баллов</b></p> <p><b>Знает:</b> подходы к глубокому пониманию и творческому использованию базовых знаний для решения прикладных проблем физиологии растений, на основе самостоятельного анализа и оценки функционального состояния изучаемых организмов способен составлять аналитические отчеты и вырабатывать новые знания по нерешенным проблемам, возможности интегративного подхода, основанного на сочетании методов классической физиологии, физиологической и молекулярной генетики, молекулярной биологии и других наук, позволяющих понять закономерности реализации онтогенеза растения и его относительную устойчивость к факторам среды.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить комплексные физиологические и биологические</p>
--	--	---	--	--

				<p>исследования, используя знания сопредельных дисциплин, используя сравнительную методику заранее предвидеть ход и результаты экспериментирования и обобщая полученные показатели и результаты обосновывать наиболее эффективные пути исследования.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками анализа информации из литературных источников, Интернет-ресурсов, экспериментальных данных, самостоятельно составляет отчеты о проделанной работе, методиками изучения химических свойств пигментов, определения нитратов в органах и тканях растений, применяет фитогормоны в экспериментальном регулировании роста и развития растений, владеет способностью к самостоятельной работе по обсуждению и оформлению полученных результатов.</p>
--	--	--	--	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Веретенников, А. В. Физиология растений : учебник / А. В. Веретенников ; под редакцией О. М. Корчагин. — Москва : Академический Проект, 2010. — 480 с. — ISBN 5-8291-0755-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60364.html> (дата обращения: 02.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Андреев, В. П. Лекции по физиологии растений : учебное пособие / В. П. Андреев. — Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2012. — 300 с. — ISBN 978-5-8064-1666-8. — Текст : электронный // Электронно-

- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20552.html> (дата обращения: 02.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Панкратова, Е. М. Практикум по физиологии растений с основами биологической химии : учебное пособие / Е. М. Панкратова. — Санкт-Петербург : Квадро, 2017. — 176 с. — ISBN 978-5-906371-83-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65606.html> (дата обращения: 02.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Кабашникова, Л. Ф. Фотосинтетический аппарат и стресс у растений / Л. Ф. Кабашникова. — Минск : Белорусская наука, 2014. — 272 с. — ISBN 978-985-08-1778-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/29569.html> (дата обращения: 02.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

1. Физиология растений : учебное пособие для студентов педагогических университетов [Электронный ресурс] / авт.-сост. А. В. Соколова. — Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. — 170с. Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=23511833> (дата доступа 08.04.2020)

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- <https://library.utmn.ru/> (сайт БМК ТюмГУ, раздел «Электронная библиотека»)
- <https://new.znanium.com/>
- <https://e.lanbook.com/>
- <http://www.iprbookshop.ru/>
- <https://biblio-online.ru/>
- <http://www.elibrary.ru/>

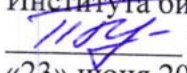
### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

- Лицензионное ПО:
- Microsoft Word, PowerPoint,
- платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

При чтении данного курса используются мультимедийные презентации и табличный материал. Чтение лекций проводится в лекционных аудиториях, оборудованные проектором, экраном и компьютером, лабораторные занятия проходят в лаборатории № 301 Института биологии. Для выполнения лабораторных работ используются наборы материалов и оборудования (микроскопы, предметные и покровные стекла, наборы препаровальных инструментов, осветительные лампы, спиртовки, электроплитки, весы, химическая посуда, прибор для изучения интенсивности дыхания, прибор для определения дыхательного коэффициента и т.п., химические реактивы, живой растительный материал, семена) в соответствии с практикумом по физиологии растений (Иконников П.А., Белозерова А.А. Физиология растений: Учебно-методический комплекс. Практикум для студентов специальностей 020201.65 «Биология», 020803.65 «Биоэкология» и направления 020200.62 «Биология». В 3-х частях. Тюмень, Изд-во ТюмГУ, 2009-2010). Для проведения консультации и экзамена используются аудитории вместимостью на 30 человек в Институте биологии (ауд. №303, 304 или 305).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнологии  
форма обучения очная



Турбасова Н. В. Физиология человека и животных. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.  
Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Физиология человека и животных [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

**Цели дисциплины:** в процессе освоения курса «Физиология человека и животных» у студентов должна сформироваться система представлений о жизнедеятельности целостного организма и отдельных его частей: клеток, тканей, органов, об образовании функциональных систем и их реализации во взаимосвязи с постоянно изменяющейся природной, социальной и внутренней средой. Программа предполагает изучение механизмов осуществления функций живого организма, их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи.

Основной задачей преподавания дисциплины является формирование у студентов системного подхода, который предполагает исследование организма и всех его элементов как систем, восприятие объекта исследования как целого и понимание механизмов, обеспечивающих целостность организма и его приспособительные реакции.

**Задачи дисциплины:** описать строение и функции основных систем органов животных и человека; изложить принципы восприятия, передачи и переработки информации в организме и регуляции жизненных функций и системы обеспечения гомеостаза; обсудить сравнительный аспект становления функций, охарактеризовать особенности молекулярных механизмов физиологических процессов; представить основы этологии; познакомить студентов с методами экспериментальной работы.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физиология человека и животных» входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору. Дисциплина осваивается в 3 семестре.

**Содержание дисциплины:** Строение и функции основных систем органов животных и человека; описание принципов восприятия, передачи и переработки информации в организме, регуляции жизненных функций и системы обеспечения гомеостаза; основы формирования иммунитета; молекулярные механизмы физиологических процессов, принципы действия ферментов, гормонов, биологически активных веществ; основы этологии; методы экспериментальной работы; практикумы.

Содержание данной дисциплины необходимо для освоения следующих дисциплин – клеточная биология, иммунология, эмбриология, экология и рациональное природопользование, теории эволюции.

Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по физиологии, заложенных в курсе биологии полной общеобразовательной школы.

Для успешного освоения данной дисциплины предшествующее изучение других модулей не требуется.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО 3++	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-2 - Способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории	Знает: на минимальном уровне принципы структурной и функциональной организации биологических объектов.
	Знает: Минимальный + знает признаки, обеспечивающие взаимодействие органов и систем организма с внешней средой.
	Знает: Базовый + основы регуляции физиологических функций на разных уровнях структурной организации; закономерности адаптации организма к естественным и экстремальным факторам среды.
	Умеет: приобретать новые знания, используя информационные технологии; осуществлять эксперименты в рамках лабораторного практикума.
	Умеет: Минимальный + оценивать функциональное состояние различных систем организма; определять причины физиологических сдвигов основных параметров деятельности организма при различных воздействиях факторов внешней среды.
	Умеет: Базовый + анализировать научную литературу и с помощью полученных знаний оценивать и прогнозировать влияние факторов внешней и внутренней среды на организм.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			3
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1. Форма промежуточной аттестации – экзамен (3 семестр).** Согласно модульно-рейтинговой системе оценивания знаний, все формы аудиторной и самостоятельной работы, выполняемые студентом в течение семестра, оцениваются в 100 баллов.

Преподавателем осуществляется в течение семестра текущий контроль за учебной деятельностью студента посредством выставления баллов, которые носят комплексный характер и учитывают достижения студентов: знания, умения, навыки, сформированность компетенций.

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,

от 76 до 90 баллов – «хорошо»,

от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Виды аудиторной работы (академические часы)				Иные виды контактной работы
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Лекционное занятие 1. Предмет физиологии. Организм и его основные физиологические функции. Учение П.К. Анохина о функциональных системах.	4	2	0	0	0
2	Лабораторное занятие 1. Иллюстрация роли ионов в формировании потенциала покоя. Теоретическое вычисление	4	0	0	2	0

	мембранного потенциала.					
3	Лекционное занятие 2. Физиология возбудимых тканей.	4	2	0	0	0
4	Лабораторное занятие 2. Исследование безусловных рефлексов человека. Исследование сухожильных рефлексов человека.	4	0	0	2	0
5	Лекционное занятие 3. Общая физиология мышечной системы.	4	2	0	0	0
6	Лабораторное занятие 3. Учебная исследовательская работа (УИРС). Структурные и функциональные особенности нейронов. Виды межнейронных соединений.	4	0	0	2	0
7	Лекционное занятие 4. Общие принципы деятельности центральной нервной системы.	4	2	0	0	0
8	Лабораторное занятие 4. Изучение принципов электроэнцефалографии и. Регистрация спонтанной биоэлектрической активности коры головного мозга.	4	0	0	2	0
9	Лекционное занятие 5. Частная физиология нервной системы.	4	2	0	0	0
10	Лабораторное занятие 5. Подсчет эритроцитов крови. Определение содержания гемоглобина в крови. Вычисление цветового показателя крови.	4	0	0	2	0
11	Лекционное занятие 6. Физиология вегетативной нервной системы.	4	2	0	0	0
12	Лабораторное занятие 6. Определение	4	0	0	2	0

	количества лейкоцитов в крови. Определение гематокритной величины. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)					
13	Лекционное занятие 7. Физиология вегетативных систем организма. Кровь и лимфа.	4	2	0	0	0
14	Лабораторное занятие 7. Определение группы крови. Определение резус-фактора. Определение времени свертывания крови.	4	0	0	2	0
15	Лекционное занятие 8. Физиология вегетативных систем организма. Кровообращение.	4	2	0	0	0
16	Лабораторное занятие 8. Определение осмотической стойкости эритроцитов.	4	0	0	2	0
17	Лекционное занятие 9. Физиология вегетативных систем организма. Физиология дыхания.	4	2	0	0	0
18	Лабораторное занятие 9. Электрокардиография. Изучение влияния физической нагрузки на динамику электрокардиографических показателей у человека.	4	0	0	2	0
19	Лекционное занятие 10. Физиология вегетативных систем организма. Физиология пищеварения.	4	2	0	0	0
20	Лабораторное занятие 10. Спирометрия. Определение минутного объема дыхания. Функциональные пробы с задержкой	6	0	0	2	0

	дыхания.					
21	Лекционное занятие 11. Физиология желез внутренней секреции. Гормональная регуляция функций организма.	4	2	0	0	0
22	Лабораторное занятие 11. Измерение артериального давления у человека по методу Короткова. Определение частоты сердечных сокращений.	4	0	0	2	0
23	Лекционное занятие 12. Физиология обмена веществ и энергии.	4	2	0	0	0
24	Лабораторное занятие 12. Переваривание крахмала ферментами слюны.	4	0	0	2	0
25	Лекционное занятие 13. Терморегуляция.	4	2	0	0	0
26	Лабораторное занятие 13. Исследование ферментативных свойств желудочного сока. Исследование ферментативной активности сока поджелудочной железы.	4	0	0	2	0
27	Лекционное занятие 14. Выделение. Выделительная система.	4	2	0	0	0
28	Лабораторное занятие 14. Желчь и ее роль в процессе пищеварения.	4	0	0	2	0
29	Лекционное занятие 15. Физиология сенсорных систем.	4	2	0	0	0
30	Лабораторное занятие 15. Расчет основного обмена по таблицам Гарриса-Бенедикта. Расчет энергетического баланса организма (общего и основного обмена). Составление пищевых рационов.	6	0	0	2	0
31	Лекционное занятие 16.	4	2	0	0	0

	Частная физиология анализаторов.					
32	Лабораторное занятие 16. Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по анализу индекса массы тела (расчеты максимально допустимой массы тела человека). Определение биологического возраста.	6	0	0	2	0
33	Лекционное занятие 17. Физиология высшей нервной деятельности.	4	2	0	0	0
34	Лабораторное занятие 17. Определение поля зрения. Периметрия. Демонстрация слепого пятна. Наблюдение Мариотта.	4	0	0	2	0
35	Консультация перед экзаменом	2	0	0	0	2
36	Промежуточная аттестация 1	0	0	0	0	0
	Итого (часов)	144	34	0	34	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Лекционное занятие 1. Предмет физиологии. Организм и его основные физиологические функции. Учение П.К. Анохина о функциональных системах."

**Лекционное занятие 1.** Предмет физиологии в системе биологических дисциплин. Объект и методы исследований в физиологии. Экспериментальный метод, его значение. История физиологии. Основные этапы развития. Развитие электрофизиологии (эксперименты Гальвани и Вольты), ее развитие в XIX в. Развитие физиологии в России. Роль И.М. Сеченова, Ф.В. Овсянникова, А.О. Ковалевского в становлении экспериментальной физиологии. Значение работ И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, Н.А. Миславского и А.Ф. Самойлова. Основные достижения современной физиологии.

##### 2. "Лабораторное занятие 1. Иллюстрация роли ионов в формировании потенциала покоя. Теоретическое вычисление мембранного потенциала."

**Лабораторное занятие 1.** Для иллюстрации непосредственной причины существования потенциала покоя (разной концентрации анионов и катионов внутри и вне клетки) разработан модельный опыт с растворами  $\text{CuSO}_4$  различной концентрации (В.М. Смирнов).



**Для работы необходимы:** милливольтметр; раствор CuSO<sub>4</sub> (1% и 2%); дистиллированная и водопроводная вода; устройство, обеспечивающее создание в его камерах растворов с разной концентрацией анионов и катионов.

### 3. "Лекционное занятие 2. Физиология возбудимых тканей."

**Лекционное занятие 2.** Типы возбудимых клеток. Современные представления о структуре и свойствах мембраны возбудимых клеток. Потенциал покоя или мембранный потенциал и метод его регистрации. Природа потенциала покоя, соотношение концентраций основных потенциал-образующих ионов внутри клетки и в межклеточной жидкости. Соотношение проницаемостей мембраны для этих ионов, роль "натриевого насоса" в генезе и поддержании потенциала покоя. Потенциал действия и ионный механизм его возникновения, ионные каналы, зависимость натриевой и калиевой проницаемости мембраны от уровня мембранного потенциала, закон "все или ничего". Механизм раздражения клетки электрическим током. Полярный закон раздражения. Зависимость пороговой силы раздражения от его длительности. Критический уровень деполяризации. Локальный ответ. Изменение критического уровня деполяризации при действии на клетку постоянного тока. Явление аккомодации. Изменение возбудимости при возбуждении, фазы абсолютной и относительной рефрактерности, фаза повышенной возбудимости. Механизм проведения возбуждения. Зависимость скорости проведения возбуждения от диаметра нервного волокна и сопротивления мембраны. Миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна. Роль перехватов Ранвье. Аксонный транспорт.

### 4. "Лабораторное занятие 2. Исследование безусловных рефлексов человека. Исследование сухожильных рефлексов человека."

**Лабораторное занятие 2. Цель.** Проанализировать морфофункциональные особенности соматических и вегетативных рефлекторных реакций.

**Задача 1.** Изучить состав рефлекторных дуг соматических рефлексов.

**Задача 2.** Пользуясь учебной литературой, провести сравнительный покомпонентный анализ схем, описывающих соматическую и вегетативную рефлекторную деятельность (исследовать морфофункциональные особенности компонентов соматических и вегетативных рефлекторных дуг, определить функциональную роль их афферентных, центральных и эфферентных отделов).

*Сухожильные рефлексы* представляют большой интерес для клиники в качестве теста на функциональное состояние организма в целом и локомоторного аппарата в частности.

Большое значение в клинической практике имеет исследование ряда нормальных безусловных сегментарных рефлексов человека. Их выраженность и симметричность позволяют врачу не только делать выводы о состоянии структур, непосредственно принимающих участие в реализации рефлекторной дуги, но и выявлять наличие или отсутствие модулирующего влияния со стороны супрасегментарных структур.

Наблюдение нормальных рефлексов рекомендуется проводить на нескольких испытуемых, поскольку в этом случае будет заметна разница выраженности индивидуальных рефлекторных реакции. Каждый из рефлексов экспериментатор вызывает с обеих сторон и отмечает его выраженность и симметричность.

### **5. "Лекционное занятие 3. Общая физиология мышечной системы. "**

**Лекционное занятие 3.** Поперечно-полосатая мышца. Основные функции, строение. Свойства, положенные в основу классификации фазных (быстрых, медленных) и тонических мышечных волокон. Структурная единица мышечного волокна - саркомер. Характеристики и функции основных и сократительных белков. Теория скольжения. Электромеханическое сопряжение. Сарко-тубулярная система. Место хранения и роль кальция в сокращении. Мембранный потенциал и сокращение. Механизм мышечного расслабления. Механические свойства мышц. Изометрическое и изотоническое сокращение. Одиночное сокращение, тетанус. Сила изометрического сокращения и длина мышцы. Энергетическое обеспечение мышечного сокращения, теплопродукция, работа. Нервный контроль мышечного сокращения. Понятие о нейромоторной единице. Классификация моторных единиц. Нервно-мышечный синапс, особенности его морфологической структуры. Миниатюрный потенциал концевой пластинки, его генерация. Потенциал действия мышечного волокна. Особенность нервно-мышечной организации низших позвоночных и беспозвоночных. Гладкие мышцы. Основные морфологические и функциональные особенности. Роль межклеточных контактов в организации функциональных единиц. Особенности электромеханического сопряжения. Роль наружного кальция в генерации потенциала действия мышечной клетки. Иннервация гладких мышц. Природа спонтанной активности гладких мышц. Факторы, контролирующие двигательную активность гладкой мускулатуры.

### **6. "Лабораторное занятие 3. Учебная исследовательская работа (УИРС). Структурные и функциональные особенности нейронов. Виды межнейронных соединений. "**

Лабораторное занятие 3. **Цель.** Изучить структурно-функциональные особенности клеточных элементов центральной нервной системы.

**Задачи.** Используя учебную, научную, справочную литературу и иллюстрированные атласы (см. список рекомендованной литературы), описать особенности структурных элементов нейронов и клеток нейроглии.

### **7. "Лекционное занятие 4. Общие принципы деятельности центральной нервной системы."**

**Лекционное занятие 4.** Общая физиология нервной системы: основные структурно-функциональные элементы нейрона, тело нейрона, дендриты, аксон. Типы нейронов. Механизмы связи между нейронами. Электрический и химический способ взаимодействия. Химический синапс. Процесс выделения медиатора. Медиаторы нервных клеток: ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин, ГАМК, глутамат, глицин и др. Ионная природа возбуждающего постсинаптического потенциала. Роль следовых процессов. Торможение: пресинаптическое и постсинаптическое торможение, функциональная роль этих видов торможения. Ионная природа тормозного постсинаптического потенциала. Взаимодействие нейронов в нервных центрах. Дивергенция и конвергенция нервных импульсов. Временная и пространственная суммация. Принцип общего конечного пути Шеррингтона. Явления облегчения, окклюзии, последействия и трансформации ритма возбуждения в нервных центрах. Взаимодействие между процессами возбуждения и торможения. Понятие о рефлексе и рефлекторной дуге. Моно- и полисинаптические рефлексы. Рецептивное поле рефлекса. Время рефлекса.

## **8. "Лабораторное занятие 4. Изучение принципов электроэнцефалографии. Регистрация спонтанной биоэлектрической активности коры головного мозга."**

Лабораторное занятие 4. *Электроэнцефалография (ЭЭГ)* – метод исследования биоэлектрической активности головного мозга, возникающей в процессе его деятельности.

Для получения полноценной картины биоэлектрической активности головного мозга требуется тщательная установка накожных или игольчатых электродов. При этом следует соблюдать строгую симметричность относительно сагиттальной линии, стараться располагать электроды на одинаковом расстоянии друг от друга, чтобы они находились над всеми основными отделами конвексимальной поверхности мозга: лобными, центральными, теменными, затылочными, височными.

## **9. "Лекционное занятие 5. Частная физиология нервной системы."**

**Лекционное занятие 5.** Спинной мозг. Общая схема строения. Функции передних и задних корешков спинного мозга. Закон Белла-Мажанди. Моносинаптические и полисинаптические рефлекторные дуги. Проводящая функция спинного мозга: комиссуральные, межсегментные и спинно-церебральные проводящие пути. Рефлекторная функция спинного мозга: миостатические, сгибательные, разгибательные и ритмические рефлексы спинного мозга. Морфофункциональная организация мозгового ствола. Продолговатый мозг, его сенсорные, рефлекторные и проводниковые функции. Автоматические центры продолговатого мозга и моста. Проводниковые функции среднего мозга. Роль красного ядра и черной субстанции в регуляции тонуса скелетной мускулатуры. Ориентировочные рефлексы четверохолмия. Восходящие и нисходящие влияния ретикулярной формации. Вегетативные функции ретикулярной формации. Мозжечок. Морфофункциональная организация связи. Функции мозжечка. Симптоматика мозжечковой патологии. Промежуточный мозг. Интегрирующая роль ядер таламуса. Гипоталамус, его морфофункциональная организация. Роль гипоталамуса в регуляции вегетативных функций и поведенческих реакций. Базальные ядра. Функциональное значение бледного шара, полосатого тела и ограда. Морфофункциональные структуры лимбической системы. Специфические особенности строения лимбической системы. Роль гиппокампа и миндалевидного тела в обеспечении процессов памяти и эмоционального поведения.

## **10. "Лабораторное занятие 5. Подсчет эритроцитов крови. Определение содержания гемоглобина в крови. Вычисление цветового показателя крови."**

Лабораторное занятие 5. **Принцип метода определения количества эритроцитов в крови.** Подсчет эритроцитов под микроскопом в определенном количестве квадратов счетной сетки и пересчет на 1 мкл крови, исходя из объема квадратов и разведения крови.

**Принцип метода определения концентрации гемоглобина по Сали.** При смешивании крови с соляной кислотой гемоглобин превращается в солянокислый гематин. При этом красноватый цвет жидкости переходит в коричневый (бурый). Раствор постепенно разводят водой до цвета стандарта, соответствующего известной концентрации гемоглобина (16,67 г%).

При некоторых заболеваниях крови человека нарушается соотношение между содержанием гемоглобина и количеством эритроцитов, насыщенность эритроцитов гемоглобином изменяется. Для того чтобы судить, нормально ли насыщен гемоглобином

каждый эритроцит, используют условную величину - цветной показатель крови. Абсолютное содержание гемоглобина в одном эритроците отражает показатель ССГЭ. Цветной показатель и ССГЭ вычисляют по следующим формулам:

Цвпок =  $\frac{\text{содержание гемоглобина в грамм / литр}}{2 \times \text{две первые цифры числа эритроцитов}}$  или

Цвпок =  $\frac{3 \times \text{содержание гемоглобина в грамм-процентах}}{\text{две первые цифры числа эритроцитов}}$  ;

ССГЭ =  $\frac{\text{содержание гемоглобина в грамм-процентах} \times 10 \text{ (пг)}}{\text{число эритроцитов в миллионах (в 1 мкл)}}$

Для расчета величины цветного показателя крови и ССГЭ необходимо использовать цифры, полученные в предшествующих работах: процентное содержание гемоглобина в крови и количество эритроцитов в 1 мкл крови.

#### 11. "Лекционное занятие 6. Физиология вегетативной нервной системы."

**Лекционное занятие 6.** Вегетативная нервная система, ее роль в поддержании гомеостаза. Пре- и постганглионарные нейроны. Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы: Ядра парасимпатической системы, интрамуральные ганглии, афференты. Симпатический отдел вегетативной нервной системы: преганглионарные нейроны, паравертебральные ганглии симпатических стволов и превертебральные ганглии. Передача возбуждения в вегетативных ганглиях. Медиаторы вегетативной нервной системы и их рецепторы. Примеры влияния вегетативной нервной системы на эффекторные органы. Роль продолговатого мозга в регуляции вегетативных функций. Дыхательный и сосудодвигательный центры. Интегративные функции гипоталамуса как высшего центра вегетативных регуляций. Основы физиологии коры больших полушарий. Электрофизиологическая активность головного мозга. Электроэнцефалограмма. Сон и бодрствование, роль восходящей активирующей ретикулярной системы. Распределение функций между двумя полушариями. Обучение и память.

#### 12. "Лабораторное занятие 6. Определение количества лейкоцитов в крови. Определение гематокритной величины. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)"

Лабораторное занятие 6. Лейкоциты - клетки крови, отличающиеся характерной структурой, сложным внутриклеточным метаболизмом и наличием ядра.

Лейкоциты - высокоспециализированные клетки, обладающие различными защитными функциями. Благодаря фагоцитарной активности, участию в клеточном и гуморальном иммунитете, обмене гистамина, гепарина, реализуются антимикробные, антиоксидантные, антителообразующие и другие важнейшие компоненты иммунологических реакций. **Принцип метода.** Подсчет лейкоцитов под микроскопом в определенном количестве квадратов счетной сетки и пересчет на 1 мкл крови, исходя из объема квадратов и разведения крови.

Если свежевыпущенную и предохраненную от свертывания кровь оставить в сосуде на некоторое время, то уже через несколько минут можно заметить образование наверху

полоски прозрачной жидкости. Это происходит благодаря оседанию эритроцитов, в результате чего кровь разделяется на две фракции: плазму и форменные элементы крови. Оседание эритроцитов происходит потому, что их удельный вес больше, чем удельный вес плазмы. **Принцип метода.** При стоянии стабилизированной крови эритроциты оседают с различной скоростью в зависимости от изменения химических и физических свойств крови. Скорость оседания выражается в миллиметрах за 1 час.

Гематокритная величина, или показатель гематокрита, дает представление о соотношении между объемами плазмы и форменных элементов крови (главным образом эритроцитов), полученном после центрифугирования крови. Гематокритной величиной принято выражать объем эритроцитов в % по отношению к объему плазмы в %. **Принцип метода.** Центрифугирование крови определенное время при постоянном числе оборотов центрифуги (8 000 об/мин) с последующим определением результата по специальной шкале.

### 13. "Лекционное занятие 7. Физиология вегетативных систем организма. Кровь и лимфа."

**Лекционное занятие 7.** Основные функции крови. Количество и состав крови. Объем циркулирующей крови и его изменение. Кровопотеря и ее последствия. Физико-химические свойства крови. Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление. Буферные свойства крови. Кровезаменители. Плазма и сыворотка крови. Белки и липопротеины плазмы. Форменные элементы крови и их функции. Понятие об эритроците. Кровотворение и его регуляция. Гомеостаз и свертывание крови. Сосудисто-тромбоцитарное звено гомеостаза и его регуляция. Свертывание крови и его роль в гомеостазе. Белки свертывания крови и ингибиторы этого процесса. Гепарин. Фибринолиз. Нейрогуморальная регуляция жидкого состояния крови и ее свертывания. Противосвертывающая система. Защитная функция крови и лимфатической системы. Современные представления о клеточном и гуморальном иммунитете. Группы крови. Резус-фактор. Агглютинация эритроцитов. Методы и практическое значение переливания крови.

### 14. "Лабораторное занятие 7. Определение группы крови. Определение резус-фактора. Определение времени свертывания крови. "

Лабораторное занятие 7. Видовые различия крови распространяются как на форменные элементы, так и на химический состав плазмы. Введение крови животного одного вида в кровяное русло животного другого вида приводит к нарушению физиологических функций организма и образованию антител (антитоксинов, преципитинов, цитолизиннов, бактериолизиннов, гемолизиннов и др.). Наиболее важной группой антител являются агглютинины, которые вырабатываются на введение в кровь чужеродных кровяных элементов - агглютиногенов. Агглютинины вызывают склеивание эритроцитов чужой крови (реакция гемоагглютинации), а преципитины их осаждают (реакция преципитации). **Принцип метода.** Группы крови определяют по свойствам эритроцитов к агглютинации, которые устанавливаются с помощью цоликлональных сывороток, содержащих известные агглютинины.

В эритроцитах 85% людей помимо агглютиногенов А и В содержится особый антиген - резус-фактор, открытый в 1940 году Карлом Ландштейнером и Робертом Винтером. Такая кровь называется резус-положительной. У 15% людей нет резус-фактора (резус-отрицательная кровь) и сыворотка крови не содержит соответствующих резус-фактору готовых агглютининов. **Принцип метода.** Определение резус-принадлежности крови основано на реакции агглютинации, которая происходит между эритроцитами, содержащими резус-антигены, и антителами к резус-фактору цоликлональной сыворотки.

Кровь, выпущенная из кровеносного русла, обладает способностью свертываться. Свертывание крови - это биологический ферментативный процесс, играющий защитную роль и направленный на сохранение жизни организма. При нарушении целостности кровеносного сосуда образуется сгусток - тромб, который закупоривает сосуд, прекращая кровотечение и не допуская значительной потери крови. **Принцип метода.** Основан на определении времени образования сгустка крови.

## 15. "Лекционное занятие 8. Физиология вегетативных систем организма. Кровообращение."

**Лекционное занятие 8.** Основные этапы развития сердечно-сосудистой системы в процессе эволюции. Замкнутость сердечно-сосудистой системы у высших организмов. Большой и малый круги кровообращения. Сердце, представление об эволюции его структуры и функции. Сердце млекопитающих животных и человека, его строение. Функциональная роль предсердий и желудочков. Динамика сердечного цикла: основные фазы, давление в полостях сердца и аорте, клапанный аппарат, тоны сердца. Понятие о систолическом и минутном объемах. Общие свойства сердечной мышцы. Автоматия сердца и его природа. Проведение возбуждения в сердце. Сердце как функциональный синцитий. Проводящая система сердца. Синусный узел и его значение. Атриовентрикулярный узел и его функции. Пучок Гиса. Волокна Пуркинье. Градиент автоматии. Представление об истинном и латентном водителе ритма. Строение сердечной мышцы. Сократимость. Рефракторный период и его особенности. Соотношение длительности процесса возбуждения и сокращения. Потенциалы действия различных отделов сердца и проводящей системы. Электрокардиограмма и ее компоненты. Электрокардиографический метод и его роль в изучении физиологии сердца и в медицине. Коронарные сосуды и особенности кровоснабжения сердечной мышцы. Регуляция деятельности сердца: миогенная, нейрогенная и гуморальная. Авторегуляторные механизмы сердца. Иннервация сердца: роль симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в регуляции сердца. Центральные аппараты, участвующие в регуляции сердца. Рефлекторные механизмы регуляции. Рефлексогенные зоны сердца и сосудов. Эмоциональное состояние и работа сердца. Сердечная недостаточность. Особенности строения различных частей сосудистого русла. Функциональные типы сосудов: артерии, артериолы, капилляры, венулы, вены. Кровоток и методы его исследования. Кровяное давление в различных частях сосудистого русла. Градиент давления. Скорость кровотока. Факторы, определяющие скорость кровотока. Сопротивление сосудов. Закон Пуазейля. Миогенная, нейрогенная и гуморальная регуляция тонуса сосудов. Потокзависимая вазодилатация артерий. Механизмы активной и реактивной гиперемии. Авторегуляция кровотока и ее выраженность в разных сосудистых бассейнах. Разнообразие строения капилляров. Фильтрационно-реабсорбционное равновесие. Емкостные сосуды. Факторы, способствующие движению крови по венам. Роль венозного возврата в регуляции сердечного выброса. Артериальное давление и его регуляция. Нейрогенные, быстрые механизмы регуляции давления крови. Рефлекторные дуги барорефлекса и хеморефлекса. Буферная роль барорефлекса. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и ее роль в регуляции кровяного давления. Роль почечно-функционального механизма в длительной регуляции артериального давления. Основы патогенеза артериальной гипертензии. Перераспределение кровотока при функциональных нагрузках. Лимфатическая система и ее роль в организме.

## 16. "Лабораторное занятие 8. Определение осмотической стойкости эритроцитов."

Лабораторное занятие 8. Концентрация электролитов в плазме человека составляет около 0,9%. Эритроциты обладают избирательно проницаемой мембраной, ко-торая пропускает воду, сахар, анионы и малопроницаема для катионов. Осмотическое давление (P) внутри эритроцитов обусловлено электроли-тами, главным образом NaCl. P плазмы и P эритроцитов взаимно урав-новешены, их величина поддерживается постоянной и равняется 7,8 атм. **Принцип метода.** Визуальное определение уровня минимальной осмотической резистентности, т.е. первых, едва уловимых следов гемо-лиза эритроцитов, по легкому порозовению или по легкой желтизне раствора, и уровня максимальной осмотической резистентности или пол-ного гемолиза эритроцитов по интенсивно красной окраске, прозрачно-сти раствора и отсутствию осадка в нем.

#### **17. "Лекционное занятие 9. Физиология вегетативных систем организма. Физиология дыхания."**

**Лекционное занятие 9.** Эволюция типов дыхания. Легочное дыхание. Аппарат вентиляции легких. Воздухоносные пути и альвеолы. Механизм дыхательных движений. Внутриплевральное давление и его значение для дыхания и кровообращения. Значение сурфактанта в функции легких. Понятие о легочных объемах. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Особенности легочного кровообращения. Перенос газов кровью. Основной принцип процессов обмена газов в легких и тканях. Парциальное давление O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в альвеолярном воздухе, венозной и артериальной крови и тканевой жидкости. Механизм переноса кровью O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> и роль эритроцитов в его осуществлении. Гемоглобин. Механизм присоединения O<sub>2</sub> к гемоглобину. Кривая диссоциации оксигемоглобина. Перенос кислорода кровью у низших позвоночных и беспозвоночных. Механизм переноса CO<sub>2</sub>, карбоангидраза и ее роль в переносе CO<sub>2</sub>. Бульбарный центр дыхания. Современные представления о механизме возникновения первичной ритмики дыхательного центра. Пневмотаксический центр и его роль в смене дыхательных фаз. Рецепторы органов дыхания, их роль в создании оптимального режима дыхания. Периферические и центральные хеморецепторы, их роль в создании адекватного уровня легочной вентиляции.

#### **18. "Лабораторное занятие 9. Электрокардиография. Изучение влияния физической нагрузки на динамику электрокардиографических показателей у человека."**

Лабораторное занятие 9. Электрокардиография - метод регистрации электрических явлений, возникающих в сердце во время сердечного цикла. Электрический потенциал, генерируемый сердечной мышцей, можно зарегистрировать на поверхности тела. Запись электрической активности сердечной мышцы называется электрокардиограммой (ЭКГ). ЭКГ отражает возникновение и распространение возбуждения по сердцу. Электрокардиограмма (ЭКГ) обычно состоит из трех направленных вверх положительных зубцов *P*, *R* и *T* и двух направленных вниз отрицательных зубцов *Q* и *S*.

#### **19. "Лекционное занятие 10. Физиология вегетативных систем организма. Физиология пищеварения."**

**Лекционное занятие 10.** Характеристика системы пищеварения. Методы изучения. Оперативно-хирургический метод И.П. Павлова. Пищеварительные ферменты. Строение стенки пищеварительного тракта. Иннервация желудочно-кишечного тракта. Секреторная функция пищеварительного тракта. Слюнные железы. Состав слюны. Регуляция слюноотделения. Желудочный сок, его состав и ферментативное действие. Механизм выделения желудочного сока: сложнорефлекторная и гуморальная фазы. Роль гастрина. Методы изучения желудочной секреции: опыт мнимого кормления, изолированный

желудочек. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Поджелудочная железа и ее ферменты. Регуляция их выделения. Секретин и холецистокинин. Печень. Роль желчи в пищеварении. Пищеварение в кишечнике. Ферменты кишечных желез. Полостное и пристеночное пищеварение. Моторная функция пищеварительного тракта. Основные типы движения. Механизм глотания. Двигательная деятельность желудка, ее регуляция; возбуждающие и тормозные нервные и гуморальные влияния. Особенности моторной деятельности в разных отделах кишечника. Регуляция моторной функции кишечника. Роль илеоцекального сфинктера. Процесс всасывания в пищеварительном тракте. Строение и функции ворсинки. Всасывание воды, солей, продуктов переваривания белков, углеводов, жиров. Роль пристеночного пищеварения. Роль бактерий в кишечном пищеварении.

## **20. "Лабораторное занятие 10. Спирометрия. Определение минутного объема дыхания. Функциональные пробы с задержкой дыхания."**

Лабораторное занятие 10. Спирометрия - метод определения жизненной емкости легких и составляющих ее объемов воздуха. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - это наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после максимального вдоха. Функциональное состояние легких зависит от возраста, роста, пола, физического развития и ряда, других факторов. Для оценки функции дыхания у данного лица, измеренные у него легочные объемы следует сравнивать с должными величинами.

Вентиляция легких определяется объемом воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого в единицу времени. Обычно измеряют минутный объем дыхания (МОД). Его величина при спокойном дыхании 6-9 л. Вентиляция легких зависит от глубины и частоты дыхания, которая в состоянии покоя составляет 16 в 1 мин (от 12 до 18). Минутный объем дыхания равен:

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД},$$

где ДО - дыхательный объем; ЧД - частота дыхания.

Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально. Оно зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения. Поэтому длительность произвольной максимальной задержки дыхания может использоваться в качестве функциональной пробы.

Следует иметь в виду, что к пробам допускаются люди, не имеющие патологии сердца и высшей нервной деятельности (эпилепсия).

## **21. "Лекционное занятие 11. Физиология желез внутренней секреции. Гормональная регуляция функций организма."**

**Лекционное занятие 11.** Эндокринная система и ее регуляторные физиологические функции. Понятия "внутренняя секреция" и "гормон". Основные свойства гормона. Архитектоника и функции эндокринной системы позвоночных и беспозвоночных. Эволюция эндокринной системы. Главные эндокринные железы позвоночных и секретируемые ими гормоны: гонады и половые гормоны; кора надпочечников и кортикостероиды (глюко- и минералокортикоиды); щитовидная железа и тиреоидные гормоны (трийодтиронин и тироксин); околощитовидные железы и паратгормон, ультимабронхиальные клетки и кальцитонин; островковый аппарат поджелудочной железы и его гормоны (инсулин, глюкагон, секретин, соматостатин); энтеринная система; тимус и его гормоны (тимозины, тимопоэтины и др.); гипофиз и гормоны передней, средней и задней долей (ЛГ, ФСГ, АКТГ, липотропин, ТТГ, СТГ, пролактин, МСГ, вазопрессин и окситоцин); релизинг-факторы гипоталамуса (либерины и статины); эпифиз и мелатонин; эндокринная функция печени и



почек; эндокринные функции плаценты. Некоторые эндокринные железы и гормоны беспозвоночных. Формы взаимодействия нервной и эндокринной систем. Химическая структура гормонов и ее связь с функцией. Физиологическая организация эндокринных функций: биосинтез и секреция гормонов, их регуляция, механизмы прямой и обратной связи, транспорт гормонов, пути их действия на клетки. Механизмы взаимодействия гормонов с клетками-мишенями. Типы гормональных рецепторов. Специфичность и множественность гормональных эффектов, мультигормональные ансамбли. Роль эндокринной системы в регуляции процессов роста, развития, размножения, разных форм адаптации, поведения. Патология эндокринной системы. Гормоны в медицине и животноводстве.

## **22. "Лабораторное занятие 11. Измерение артериального давления у человека по методу Короткова. Определение частоты сердечных сокращений."**

Лабораторное занятие 11. Уровень артериального давления определяется рядом факторов, среди которых работа сердца и тонус сосудов являются основными. Артериальное давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы оно повышается (систолическое, или максимальное, давление), в период диастолы - снижается (диастолическое, или минимальное, давление). Разность между величиной систолического и диастолического давления составляет пульсовое давление. В клинике широкое распространение получил метод определения артериального давления с помощью мембранного или электронного тонометра.

У каждого испытуемого из группы практически здоровых людей определяют значение частоты сердечных сокращений в одних и тех же условиях. Для этого испытуемому предлагают сесть на стул и воздержаться от активных физических движений в течение приблизительно 1 мин. После этого экспериментатор находит пульс на лучевой артерии испытуемого и подсчитывает количество сердечных сокращений в течение 1 мин. Исследование проводят на группе, состоящей не менее чем из 12 человек (практически здоровых студентов). Результаты записывают в таблицу.

## **23. "Лекционное занятие 12. Физиология обмена веществ и энергии."**

**Лекционное занятие 12.** Обмен веществ и энергии как обязательное условие жизни. Этапы обмена веществ. Физиологические подходы к изучению обмена веществ и энергии. Типы обмена: азотистый, углеводный, липидный, биоэнергетический. Обмен воды, натрия и калия, кальция и фосфора. Основной обмен. Значение изучения процессов обмена веществ и энергии для возрастной физиологии, физиологии труда и спорта. Составление норм питания.

## **24. "Лабораторное занятие 12. Переваривание крахмала ферментами слюны."**

Лабораторное занятие 12. Пищеварение осуществляется при помощи ферментов – биологических катализаторов, входящих в состав пищеварительных соков. Ферменты отличаются высокой специфичностью. Поступающая в организм пища уже в полости рта подвергается химическим изменениям. В ротовую полость открываются протоки трех пар больших слюнных желез - *околоушных*, *подчелюстных* и *подъязычных*. Кроме того, слюна выделяется массой мелких железок, рассеянных по слизистой ротовой полости. Основными ферментами слюны являются альфа-амилаза и мальтаза. Оптимум их действия находится в пределах нейтральной или слабощелочной реакции среды при нормальной температуре тела (при 37 °С). Альфа-амилаза расщепляет полисахариды (крахмал, гликоген) до мальтозы (дисахарида). Мальтаза действует на мальтозу и расщепляет ее до глюкозы.

## 25. "Лекционное занятие 13. Терморегуляция."

**Лекционное занятие 13.** Понятие о гомойотермии и пойкилотермии. Изотермия. Механизм химической и физической терморегуляции. Центральные механизмы терморегуляции. Тепловые и холодовые терморцепторы, их характеристика. Гипо- и гипертермия. Значение изучения терморегуляции для экологической физиологии и практической медицины.

## 26. "Лабораторное занятие 13. Исследование ферментативных свойств желудочного сока. Исследование ферментативной активности сока поджелудочной железы."

Лабораторное занятие 13. Основные функции желудка - *депонирование пищи, ее механо-механическая и химическая обработка, эвакуация в кишечник*. Желудку присущи также защитная, инкреторная, всасывательная и экскреторная функции. Главные клетки желудка вырабатывают ферменты, входящие в состав желудочного сока, обкладочные синтезируют соляную кислоту, добавочные выделяют слизь. В железах пилорической части желудка обкладочных клеток нет. Суммарный секрет желудка называется *желудочным соком*.

За сутки у человека выделяется 2-2,5 л желудочного сока pH 1,5-1,8. Главным неорганическим компонентом желудочного сока является соляная кислота. Чистый желудочный сок представляет собой бесцветную, прозрачную жидкость кислой реакции (pH 0,8-1,0) благодаря содержанию в нем соляной кислоты (0,2-0,5%), которую секретируют обкладочные клетки.

Пища, побывавшая в желудке и подвергшаяся действию желудочного сока, небольшими порциями переходит в двенадцатиперстную кишку. Здесь происходит дальнейшая химическая обработка пищи под влиянием сока панкреатической железы, а также желчи и кишечного сока.

Комплекс протеолитических ферментов поджелудочного сока состоит из *трипсина* (трипсиногена), катализирующего расщепление белков на более короткие полипептиды, *химотрипсина* (химотрипсиногена), расщепляющего белки до аминокислот, *карбоксипептидазы*, расщепляющей пептиды до аминокислот, и *нуклеазы*, превращающей нуклеиновые кислоты в нуклеотиды. Таким образом, панкреатический сок осуществляет глубокое расщепление белков вплоть до конечных продуктов - аминокислот. Оптимальной средой, при которой трипсин оказывает свое влияние на белки, является щелочная (pH 8,0-8,7), однако он действует и в нейтральной или слабокислой среде.

Жировой фермент панкреатического сока - *липаза*, является основным ферментом кишечного тракта, участвующим в переваривании жиров. Lipаза расщепляет молекулы нейтрального жира на глицерин и соответствующие жирные кислоты, которые, взаимодействуя со щелочами, образуют мыла. Lipаза выделяется секреторными клетками панкреатической железы также в неактивном состоянии и активируется солями желчных кислот.

Амилолитические ферменты панкреатического сока - *амилазы*, катализируют гидролиз крахмала, гликогена и родственных им полисахаридов, переводя их через ряд декстринов в дисахара, а затем в моносахара.

## 27. "Лекционное занятие 14. Выделение. Выделительная система."

**Лекционное занятие 14.** Сравнительно-физиологический обзор выделительных систем. Почки, их строение и выделительная функция. Нейроны, тельца Шумлянского и их структура. Почечные канальцы. Специфика кровоснабжения почек. Приносящие и

выносящие сосуды и их связь с тельцами Шумлянского. Клубочковая фильтрация. Состав первичной мочи. Реабсорбция. Механизмы реабсорбции глюкозы, аминокислот и других соединений. Транспорт натрия в канальцевом аппарате нефрона. Осмотическое давление тканевой жидкости в разных частях почки. Противоточная система и принцип ее работы. Концентрирование мочи. Гормональная регуляция почечной функции и водно-солевого равновесия. Ренин-ангиотензиновая система. Альдостерон. Антидиуретический гормон. Функция мочевого пузыря и мочевыделения. Олигурия и анурия. Механизмы мочеиспускания. Дополнительные органы выделения. Потовые железы, состав пота. Экскреторная функция печени и легких.

## 28. "Лабораторное занятие 14. Желчь и ее роль в процессе пищеварения."

Лабораторное занятие 14. В двенадцатиперстную кишку кроме панкреатического сока поступает *желчь*, участвующая в процессе пищеварения. Вырабатывается желчь клетками печеночной паренхимы, (гепатоцитами). Выработка желчи происходит непрерывно. Желчь является экскретом, в составе которого из организма выводятся через кишечник некоторые продукты обмена веществ, прежде всего, продукты распада, гемоглобина в виде желчных пигментов (билирубина и биливердина), яды, лекарственные вещества, поступающие в организм, и др. Вместе с тем желчь играет роль пищеварительного сока, который наряду с другими пищеварительными соками поступает в кишечник в период пищеварения.

Печеночная желчь содержит около 98% воды, 0,8% желчных кислот и их солей, 0,2% желчных пигментов, 0,7% неорганических солей (Na, K, Ca, Mg и др.) и 0,6% холестерина. Из ферментов в желчи обнаружены фосфатазы, из гормонов - тироксин. Стимулятор выведения желчи в двенадцатиперстную кишку - гормон холецистокинин (панкреозимин).

За сутки у человека отделяется 500-1500 мл желчи, одной из функций которой является эмульгирование жиров, делая водорастворимыми жирные кислоты. Участие желчи в процессе пищеварения осуществляется благодаря содержанию в ней желчных кислот (гликохолевой и таурохолевой).

## 29. "Лекционное занятие 15. Физиология сенсорных систем."

**Лекционное занятие 15.** Понятие о рецепторах, органах чувств, анализаторах. Сенсорные системы. Классификация рецепторов. Возбудимость рецепторов. Адекватный и неадекватный раздражители. Механизм возбуждения рецепторов; рецепторный и генераторный потенциалы, импульсная активность. Соответствие между силой раздражения, величиной генераторного потенциала и частотой афферентных импульсов. Закон Вебера-Фехнера. Понятие об абсолютном и разностном порогах. Адаптация рецепторов. Кодирование сенсорной информации. Процессы регуляции "сенсорного входа". Кожные рецепторы: тактильные, температурные, болевые. Мышечно-суставная рецепция (проприорецепция). Вкусовые и обонятельные рецепторы. Физиология вкусовой и обонятельной рецепции. Сравнительно-физиологические данные. Строение и функция вестибулярного аппарата, отолитовых органов и полукружных каналов. Орган слуха, его строение и функция. Механизмы восприятия высоты и силы звука. Зрительная система. Преломление света в оптических средах глаза. Построение изображения на сетчатке. Аккомодация. Теория цветоощущения. Острота зрения. Бинокулярное зрение. Электроретинограмма. Фоторецептор и преобразование световой энергии. Родопсин. Элементы сетчатки. Обработка информации нервными элементами сетчатки. Пути соматосенсорных, слуховых, обонятельных и зрительных сигналов к коре. Коровое представительство рецепторных систем. Понятие об анализаторе. Принцип анализа афферентных сигналов к коре на примере зрительного анализатора.

### 30. "Лабораторное занятие 15. Расчет основного обмена по таблицам Гарриса-Бенедикта. Расчет энергетического баланса организма (общего и основного обмена). Составление пищевых рационов. "

Лабораторное занятие 15. Величину основного обмена определяют *методами прямой и непрямой калориметрии*, рассчитывают по уравнениям с учетом пола, возраста и веса.

Таблицы Гарриса-Бенедикта для расчета основного обмена составлены на основании математического анализа многочисленных измерений основного обмена веществ здоровых людей при помощи специальных аппаратов. При составлении таблиц учтены все факторы, влияющие на основной обмен (пол, возраст, вес, рост), поэтому вычисленные по таблицам и определяемые по приборам показатели основного обмена у здоровых людей очень близки по своему значению (в норме разница не должна превышать 10%).

Специальные таблицы дают возможность по полу, росту, возрасту и массе испытуемого определить среднестатистический уровень основного обмена человека с указанными физическими данными. При сопоставлении этих среднестатистических величин с результатами, полученными при исследовании рабочего обмена с помощью приборов, можно вычислить затраты энергии для выполнения той или иной нагрузки.

В организме все процессы обмена веществ сопровождаются превращением химической энергии пищевых веществ (белков, жиров и углеводов) в другие виды энергии - тепловую, механическую, электрическую, лучистую, используемые организмом в процессе жизнедеятельности.

Энергетические затраты, идущие на поддержание жизни организма при наибольшем покое, называются *основным обменом*, а энергетические затраты при его жизнедеятельности (передвижение в пространстве, выполнение работы и т. д.) - *общим обменом*.

Суточный пищевой рацион каждого человека должен содержать белки, жиры и углеводы, включающие потенциальную химическую энергию, равную энергии общего обмена.

Для детей до 3 лет необходимо в сутки 3,5 г белков на 1 кг веса, для детей от 3 до 15 лет - 2,5 г, от 15 до 17 лет - 2,0 г и для взрослых - 1,5 г.

При этом из общего количества белков около 50% (но не менее 30%) должно быть животного происхождения.

Наилучшим соотношением белков, жиров и углеводов является 1:1:4, т.е. белков и жиров должно быть приблизительно одинаковое количество, а углеводов в 4 раза больше. Однако жиры и углеводы можно частично заменять друг другом.

Энергия, освобождаемая в организме при утилизации (сгорании) 1 г белков и углеводов, равна 4,1 ккал, а при утилизации 1 г жиров - 9,3 ккал.

Зная вес и возраст человека, легко рассчитать количество белков, а следовательно, жиров и углеводов. Умножив полученные данные на соответствующие коэффициенты, можно получить количество энергии, которое эти питательные вещества могут дать организму. Сравнив это количество с общим обменом данного человека, можно внести соответствующие коррективы в энергетический баланс, изменив количество жиров и углеводов так, чтобы общее количество энергии, заключенной в питательных веществах, равнялось энергии общего обмена.

В дальнейшем нетрудно составить набор продуктов, содержащий нужное количество белков, жиров и углеводов, пользуясь специальными таблицами, в которых указано содержание этих питательных веществ в 100 г продукта. Набор продуктов надо делать как можно более разнообразным с включением в него овощей и фруктов, чтобы в нем оказалось достаточное количество витаминов и минеральных солей.

Говоря об обмене веществ, имеют в виду белковый, углеводный и липидный обмены.

Исходным материалом для обновления и создания живой ткани и источником энергии является пища. В пище содержатся вещества, снабжающие организм энергией, необходимой для обеспечения его ежедневных метаболических потребностей (жиры и углеводы), и

строительным материалом (белки), а также минеральные соли, витамины. В том случае, когда организм в течение длительного времени получает недостаточное количество пищи (недоедание) или получает в избытке пищевые продукты, богатые энергией (переедание), следует говорить о неправильном питании. Так, вследствие переедания отмечаются ожирение, нарушение коронарного кровообращения и уменьшение продолжительности жизни. Следовательно, чтобы пищевой рацион был адекватным и стабилизирующим, указанные компоненты должны находиться в нем в правильных соотношениях. Оптимальный пищевой рацион заметно варьирует у разных индивидуумов в зависимости от пола, возраста, активности, размеров тела и температуры окружающей среды.

Поэтому питание должно быть рациональным: соответствовать потребностям человека в пластических веществах и энергии, минеральных солях, микроэлементах, биологически активных веществах, витаминах и воде, обеспечивать нормальную жизнедеятельность организма, хорошее самочувствие, высокую работоспособность, высокую сопротивляемость инфекциям, правильный рост и развитие у детей. У взрослого человека потребность в энергии зависит главным образом от рода трудовой деятельности.

Пищевой рацион - это набор продуктов, содержащих пищевые вещества в количестве достаточном для удовлетворения потребности организма в пластическом и энергетическом материале, а для детей обеспечивающем также их рост и развитие.

Пищевой рацион составляют с учетом калорийности рациона суточному расходу энергии, а также оптимальному для лиц данного вида труда количеству белков, жиров и углеводов.

### **31. "Лекционное занятие 16. Частная физиология анализаторов."**

**Лекционное занятие 16.** Физиология вкусовой и обонятельной рецепции. Сравнительно-физиологические данные. Строение и функция вестибулярного аппарата, отолитовых органов и полукружных каналов. Орган слуха, его строение и функция. Механизмы восприятия высоты и силы звука. Зрительная система. Преломление света в оптических средах глаза. Построение изображения на сетчатке. Аккомодация. Теория цветоощущения. Острота зрения. Бинокулярное зрение. Электроретинограмма. Фоторецептор и преобразование световой энергии. Родопсин. Элементы сетчатки. Обработка информации нервными элементами сетчатки. Пути соматосенсорных, слуховых, обонятельных и зрительных сигналов к коре. Кортикосома представительства рецепторных систем. Понятие об анализаторе. Принцип анализа афферентных сигналов к коре на примере зрительного анализатора.

### **32. "Лабораторное занятие 16. Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по анализу индекса массы тела (расчеты максимально допустимой массы тела человека). Определение биологического возраста."**

Лабораторное занятие 16. *Избыточная масса тела* - один из факторов риска для здоровья. Интенсивность этого фактора возрастает от 4% при удовлетворительной адаптации до 52% при неудовлетворительной адаптации. Избыточная масса обычно является следствием ожирения.

Под *ожирением* следует понимать хроническое заболевание обмена веществ, проявляющееся избыточным развитием жировой ткани, прогрессирующее при естественном течении, имеющее определенный круг осложнений и обладающее высокой вероятностью рецидива после окончания курса лечения.

Изменения в регуляции метаболизма и в самом метаболизме, закономерно возникающие при ожирении, ведут к развитию артериальной гипертензии, дислипидемии, атеросклероза, ишемической болезни сердца (ИБС), инсулиннезависимому сахарному диабету и другим неинфекционным заболеваниям. Следовательно, большая группа болезней

причинно связана с избыточной массой вследствие ожирения. Этот факт обосновывает меры целенаправленной профилактики и лечения данного вида заболеваний.

Наиболее часто применяемым диагностическим критерием ожирения является избыток общей массы тела по отношению к норме, установленной статистически. В последнее время достаточно часто используется показатель *идеальной массы тела*. Этот показатель был разработан по заказу медицинских страховых компаний и по замыслу должен был определить, при какой массе тела наступление страховых случаев (заболевание или летальный исход) наименее маловероятно. Идеальная масса тела (индекс Кетле) определяется с учетом конституции человека (нормостеническая, астеническая и гиперстеническая). Подсчет индекса массы тела - отношение массы тела в килограммах к росту в метрах, возведенному в квадрат.

С увеличением возраста, в зрелом периоде развития человека возрастает вероятность проявления нарушения важнейших жизненных функций, сужения диапазона адаптационных способностей, развития болезненных состояний и, соответственно, уменьшается срок предстоящей жизни (увеличение вероятности смерти).

С целью определения биологического возраста (БВ) используются тесты и формулы различной степени сложности.

При этом логическая схема оценок постарения включает следующие этапы:

- 1) расчет действительного значения БВ для данного индивида (по набору клинико-физиологических показателей);
- 2) расчет должного значения БВ для данного индивида (по его календарному возрасту);
- 3) сопоставление действительной и должной величины (на сколько лет обследуемый опережает или отстает от сверстников по темпам старения).

### 33. "Лекционное занятие 17. Физиология высшей нервной деятельности."

**Лекционное занятие 17.** Классические условные рефлексы. Угасание и торможение условных рефлексов. Внешнее торможение. Внутреннее торможение. Аналитико-синтетическая деятельность коры больших полушарий. Типология высшей нервной деятельности. Мотивации и эмоции. Формы внимания. Восприятие. Сон и бодрствование. Речь, как вторая сигнальная система.

### 34. "Лабораторное занятие 17. Определение поля зрения. Периметрия. Демонстрация слепого пятна. Наблюдение Мариотта."

Лабораторное занятие 17. Сетчатка является свето- и цветовоспринимающей структурой глаза. Светочувствительными элементами сетчатки являются палочки и колбочки. В сетчатке имеются два участка, отличающиеся некоторыми особенностями: слепое пятно, место вхождения зрительного нерва, не содержащее палочек и колбочек, при попадании лучей на слепое пятно изображение не возникает вследствие отсутствия в этом участке светочувствительных элементов и желтое пятно с центральной, ямкой, содержащей только колбочки. В норме площадь слепого пятна колеблется от 2,5 до 6 мм<sup>2</sup>.

Количество колбочек - наибольшее в центральной ямке желтого пятна и к периферии все уменьшается. Количество палочек - наибольшее под углом 8-15° от центра глаза, где отмечается наивысшая световозбудимость.

Поле зрения т.е. часть пространства, видимая неподвижным взглядом, измеряется с помощью специального прибора, называемого периметром.

При различных заболеваниях, например, при неврозах, поражениях сетчатки и зрительных путей, поле зрения суживается, или в нем обнаруживаются ограниченные изолированные пробелы (скотомы).

Периметр Форстера состоит из металлической дуги, разделённой на градусы. Дуга может вращаться вокруг своей оси и располагается в различных плоскостях. Против середины дуги расположен подбородник. По внутренней стороне дуги скользит белая или цветная марка, на оси дуги помещен белый фиксационный кружок.

35. "Консультация перед экзаменом"

36. "Промежуточная аттестация 1"

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
3 семестр Физиология человека и животных		
1	Лекционное занятие 1. Предмет физиологии. Организм и его основные физиологические функции. Учение П.К. Анохина о функциональных системах.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Лабораторное занятие 1. Иллюстрация роли ионов в формировании потенциала покоя. Теоретическое вычисление мембранного потенциала.	Проработка лекций
3	Лекционное занятие 2. Физиология возбудимых тканей.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Лабораторное занятие 2. Исследование безусловных рефлексов человека. Исследование сухожильных рефлексов человека.	Проработка лекций
5	Лекционное занятие 3. Общая физиология мышечной системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Лабораторное занятие 3. Учебная исследовательская работа (УИРС). Структурные и функциональные особенности нейронов. Виды межнейронных соединений.	Проработка лекций
7	Лекционное занятие 4. Общие принципы деятельности центральной нервной системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы

8	Лабораторное занятие 4. Изучение принципов электроэнцефалографии. Регистрация спонтанной биоэлектрической активности коры головного мозга.	Проработка лекций
9	Лекционное занятие 5. Частная физиология нервной системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Лабораторное занятие 5. Подсчет эритроцитов крови. Определение содержания гемоглобина в крови. Вычисление цветового показателя крови.	Проработка лекций
11	Лекционное занятие 6. Физиология вегетативной нервной системы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Лабораторное занятие 6. Определение количества лейкоцитов в крови. Определение гематокритной величины. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)	Проработка лекций
13	Лекционное занятие 7. Физиология вегетативных систем организма. Кровь и лимфа.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Лабораторное занятие 7. Определение группы крови. Определение резус-фактора. Определение времени свертывания крови.	Проработка лекций
15	Лекционное занятие 8. Физиология вегетативных систем организма. Кровообращение.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Лабораторное занятие 8. Определение осмотической стойкости эритроцитов.	Проработка лекций
17	Лекционное занятие 9. Физиология вегетативных систем организма. Физиология дыхания.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Лабораторное занятие 9. Электрокардиография. Изучение влияния физической нагрузки на динамику электрокардиографических показателей у человека.	Проработка лекций
19	Лекционное занятие 10. Физиология вегетативных систем организма. Физиология пищеварения.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Лабораторное занятие 10. Спирометрия. Определение минутного объема дыхания. Функциональные пробы с задержкой дыхания.	Проработка лекций



21	Лекционное занятие 11. Физиология желез внутренней секреции. Гормональная регуляция функций организма.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Лабораторное занятие 11. Измерение артериального давления у человека по методу Короткова. Определение частоты сердечных сокращений.	Проработка лекций
23	Лекционное занятие 12. Физиология обмена веществ и энергии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Лабораторное занятие 12. Переваривание крахмала ферментами слюны.	Проработка лекций
25	Лекционное занятие 13. Терморегуляция.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Лабораторное занятие 13. Исследование ферментативных свойств желудочного сока. Исследование ферментативной активности сока поджелудочной железы.	Проработка лекций
27	Лекционное занятие 14. Выделение. Выделительная система.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
28	Лабораторное занятие 14. Желчь и ее роль в процессе пищеварения.	Проработка лекций
29	Лекционное занятие 15. Физиология сенсорных систем.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Лабораторное занятие 15. Расчет основного обмена по таблицам Гарриса-Бенедикта. Расчет энергетического баланса организма (общего и основного обмена). Составление пищевых рационов.	Проработка лекций
31	Лекционное занятие 16. Частная физиология анализаторов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Лабораторное занятие 16. Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по анализу индекса массы тела (расчеты максимально допустимой массы тела человека). Определение биологического возраста.	Проработка лекций
33	Лекционное занятие 17. Физиология высшей нервной деятельности.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Лабораторное занятие 17. Определение поля зрения. Периметрия. Демонстрация слепого пятна. Наблюдение Мариотта.	Проработка лекций
35	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала

36	Промежуточная аттестация 1	Самостоятельное изучение заданного материала
----	----------------------------	--

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### Тесты для контроля знаний студентов

1. Белок мышечного волокна, участвующий в гидролизе АТФ, называется...
  - а) актин
  - б) миозин
  - в) тропомиозин
  - г) тропонин С
  - д) актин
  
2. Система крови НЕ включает
  - а) органы кроветворения
  - б) органы кроверазрушения
  - в) циркулирующую кровь
  - г) аппарат нейрогуморальной регуляции
  - д) кровеносные сосуды
  
3. Морфофункциональное объединение, включающее в себя филогенетические старые отделы коры переднего мозга, а также ряд подкорковых структур, которые регулируют функции внутренних органов, обуславливают эмоциональную окраску поведения и его соответствие имеющемуся объективному опыту - ...
  
4. Ионные каналы мембраны клетки, активируемые электрическим стимулом, называют ...
  
5. Гипоталамус участвует в регуляции следующих поведенческих реакций, кроме ...
  - а) полового поведения
  - б) пищевого поведения
  - в) агрессивного поведения
  - г) поведенческих реакций, направленных на поддержание водного баланса организма
  - д) социального поведения
  
6. Неспособность выполнять сложные произвольные движения при сохранности общего интеллекта и способности к элементарным движениям; возникает в результате поражения высших отделов коры головного мозга – это...
  - а) атаксия
  - б) асинергия
  - в) апраксия
  - г) астазия
  - д) афазия
  
7. Положение о том, что «... все, даже самые сложные проявления психической деятельности по способу своего происхождения – суть рефлексy» высказал и обосновал ...
  - а) Р. Декарт

- б) И.М. Сеченов
- в) И.П. Павлов
- г) Ч. Шеррингтон
- д) К. Бернар

8. Из перечисленных ниже структур мозга в формировании эмоциональных состояний НЕ участвует

- а) лимбическая система мозга
- б) ретикулярная формация
- в) таламус
- г) мозжечок
- д) гипоталамус

9. Слуховой анализатор человека воспринимает следующий диапазон частот звуковых колебаний

- а) 20-20000 Гц
- б) 1000-50000 Гц
- в) 100-10000 Гц
- г) 500-25000 Гц
- д) 2000-20000 Гц

10. Любой анализатор включает следующие компоненты

- а) рецептор
- б) ретикулярная формация
- в) афферентные (периферические) и промежуточные нейроны стволовых и подкорковых структур
- г) участок коры головного мозга
- д) рабочий орган

11. Первым охарактеризовал действие электрического тока на возбудимые ткани

- а) Э. ф. В. Пфлюгер
- б) Л. Гальвани
- в) Э. Дю Буа Раймонд
- г) Р.П. Гейденгайн
- д) Ю. Бернштейн

12. Клетками, способными генерировать электрический потенциал, являются

- а) чувствительные
- б) эпителиальные
- в) нейроны
- г) глиальные элементы
- д) гиалиновые

13. Наиболее чувствительным и возбудимым участком нейрона является

- а) сома
- б) аксон
- в) аксонный холмик
- г) дендрит
- д) мембрана

14. Основной энергетический метаболит нейрона

- а) АТФ

- б) глюкоза
- в) мальтоза
- г) неорганический фосфат
- д) глюкоза-6-фосфат

15. Аfferентные отростки несут информацию

- а) в центр
- б) на периферию из центра
- в) внутри нервного центра
- г) между нервными центрами
- д) между чувствительными нейронами

16. Внутриклеточное депо  $Ca^{++}$  является

- а) мембрана клетки
- б) рибосомы клетки
- в) митохондрии
- г) саркоплазматический ретикулум
- д) миоплазма

17. Нервная система состоит из 2 типов клеток

- а) двигательные
- б) чувствительные
- в) нейроны
- г) переключающие
- д) глиальные

18. Рецептор – это клетка, которая:

- а) реагирует на свет

**б) обладает способностью преобразовывать энергию раздражителя в энергию нервного импульса**

- в) располагается в чувствительном органе

19. Микроглия обеспечивает:

- а) защиту нервных клеток от чужеродных веществ и микроорганизмов
- б) образование оболочки волокон
- в) находясь в симбиозе с нейронами, участвует в их обмене веществ
- г) образование межклеточного вещества

20. Реакция клетки, проявляющаяся в особенно отчетливой внешней деятельности – сокращении клетки, генерации электрического сигнала, выбросе секрета принято называть:

- а) энергия
- б) раздражение
- в) возбуждение
- г) реактивность
- д) стимуляция

21. Нейрон обладает способностью

- а) генерировать импульс
- б) проводить возбуждение
- в) секретировать гормоны
- г) генерировать и проводить импульс
- д) генерировать и проводить потенциал, секретировать гормоны

22. Частоты генерации импульсов наибольшие в
- мотонейронах спинного мозга
  - клетках Рен Шоу
  - глиальных клетках
  - нейронах хвостатого ядра
  - нейронах мозжечка

- 23: Амплитуда потенциала клетки повысится при
- повышении концентрации  $K^+$  в цитоплазме
  - повышении концентрации  $Na^+$  в межклеточной жидкости
  - увеличении проницаемости мембраны для ионов  $K^+$
  - снижении концентрации  $Cl^-$  в цитоплазме

24: Внутренняя поверхность мембраны нейрона в покое по отношению к межклеточной жидкости:

- заряжена положительно
- заряжена отрицательно
- не заряжена
- величина и знак заряда непостоянны

25: Критическим уровнем деполяризации называется:

- пороговая величина деполяризации, при которой открываются все натриевые каналы**
- пороговая величина деполяризации, при которой открывается половина натриевых каналов
- пороговая величина деполяризации, при которой открываются все калиевые каналы
- пороговая величина деполяризации, при которой открывается половина калиевых каналов

26. Открытие натриевых каналов мембраны нейрона обозначает

- деполяризацию
- реполяризацию
- гиперполяризацию
- повышение отрицательного заряда мембраны

27. Изменения возбудимости нейрона включают следующие фазы

- полную невозбудимость (абсолютная рефрактерность)
- сниженную возбудимость (относительную рефрактерность)
- повышенную возбудимость (экзальтация)
- пониженную возбудимость
- все четыре фазы

### Глоссарии

При работе над глоссарием студенты должны дать четкое определение тому или иному физиологическому термину, зарисовать и охарактеризовать схемы физиологических процессов.

#### Глоссарий по физиологии возбудимых тканей

Раздражимость	Возбудимость
Торможение	Порог раздражения
Раздражитель	Адекватные раздражители

Неадекватные раздражители	Рецептор
Мембранный потенциал покоя	Л. Гальвани
Потенциал действия	Миоцит
Анион	Катион
Уравнение Нернста	Поляризация
Реполаризация	Деполаризация
Рефрактерность	Деполаризационная волна
Схема одиночного цикла возбуждения (фазы ПД)	Миограмма (схема)
Тетанус (виды)	Непрерывное проведение возбуждение
Сальтаторное проведение возбуждение	Аксон
Нейрон	Дендрит
Миелиновое волокно	Безмиелиновое волокно
Нервная система	Эффекторный орган
Афферентный нейрон	Эфферентный нейрон
Нейроглия	Нервный центр
Синапс (виды)	

### Глоссарий по физиологии эндокринной системы

Тимозин	Паратгормон
Кальцитонин	Обратная положительная связь
Обратная отрицательная связь	Тимоциты
Эпифиз	Мелатонин
Пинеалоциты	Серотонин
Инсулин	Глюкагон
Релизинг-факторы	Ретикулогипоталамический тракт
Гипогликемический	Гиперкальциемический
Стресс	Эустресс
Дистресс	Г. Селье
Физиологический стресс	Психологический стресс
Эмоциональный стресс	Информационный стресс
Общий адаптационный синдром	«Триада Стресса»
Стадия тревоги	Стадия резистентности
Стадия истощения	Транскортин
Реакция тренировки	Реакция спокойной активации
Реакция повышенной активации	Реакция переактивации
Эндокринология	Гормон
Гуморальная регуляция	Нервная регуляция
Старлинг и Бейлисс	Эндокринная железа
Гомоны щитовидной железы	Гомоны гипофиза
Нейрогормоны гипоталамуса	Гомоны надпочечников
Половые гормоны	Гомоны диффузной эндокринной системы
APUD – система	Стероидные гормоны
Гомоны. производные аминокислот	Белковые и пептидные гормоны
Гомоны гликопротеины	Метаболический эффект
Корректирующий эффект	Кинетический эффект
Соматический эффект	Экзокринные железы
Паракринные клетки	Гормоноиды (парагормоны)
Нейрогормоны	Специфичность действия
Дистантность действия	Высокая биологическая активность
Генерализованность действия	Пролонгированность действия

Тропные гормоны	Синергизм
Антагонизм	Пермиссивное действие
Гормональное действие	Изокринное действие
Нейрокринное действие	Паракринное действие
Юкстакринное действие	Солинокринное действие
Аутокринное действие	Гормоны, рецептор которых состоит из семи трансмембранных фрагментов
Гормоны, рецептор которых состоит из четырех трансмембранных фрагментов	Гормоны, рецептор которых состоит из одного трансмембранного фрагмента
Ультракороткая цепь регуляции	Короткая цепь регуляции
Длинная цепь регуляции	Срединное возвышение
Супраоптическое ядро	Паравентрикулярное ядро
Аркуатное ядро	Ацидофилы гипофиза
Базофилы гипофиза	Хромобласты гипофиза
Синусоиды	Аксосомальный контакт
Гипоталамо-экстрагипоталамная система	Гипоталамо-аденогипофизарная система
Гипоталамо-нейрогипофизарная система	Гипоталамо-метагипофизарная система
Висцерорецепторные нейрогормоны	нейрорецепторные нейрогормоны
Аденогипофизорецепторные нейрогормоны	

### Темы рефератов:

1. Морфофункциональная характеристика мышечной ткани. Сократительные белки. Теория скольжения. Электромеханическое сопряжение. Роль кальция. Типы сокращений. Нервный контроль. Нервно-мышечный синапс - строение и функционирование.
2. Медиаторная теория. Возбуждающий и тормозной постсинаптические потенциалы. Потенциал действия и следовые потенциалы в нейронах.
3. Патология эндокринной системы.
4. Взаимодействие нейронов в нервных центрах. Дивергенция, конвергенция, временная и пространственная суммация. Явления потенциации, окклюзии, последействия и трансформации ритма в нервных центрах.
5. Вегетативная нервная система: организация вегетативной рефлекторной дуги, медиаторы вегетативной системы. Роль вегетативной системы в регуляции висцеральных систем. Интегративные функции гипоталамуса.
6. Специфические особенности строения лимбической системы. Роль гиппокампа и миндалевидного тела в обеспечении процессов памяти и эмоционального поведения.
7. Базальные ядра. Функциональное значение бледного шара, полосатого тела и ограда.
8. Сон и бодрствование.
9. Обучение и память.
10. Латерализация функций коры больших полушарий.
11. Эндокринная система, главные эндокринные железы позвоночных. Формы взаимодействия нервной и эндокринной систем. Структура гормонов и связь с функцией. Механизмы взаимодействия гормон-рецептор. Регуляторная роль эндокринной системы.
12. Типы гормональных рецепторов. Специфичность и множественность гормональных эффектов, мультигормональные ансамбли.
13. Роль эндокринной системы в регуляции процессов роста, развития, размножения, разных форм адаптации, поведения.
14. Нормальная физиология эндокринной системы. Гормоны в медицине и животноводстве.
15. Регуляция деятельности сердца. Особенности строения различных частей сосудистого русла. Регуляция сосудов.

16. Гормональная регуляция функции почек и водносолевого равновесия. Ренин-ангиотензиновая система. Альдостерон. Антидиуретический гормон.
17. Значение изучения процессов обмена веществ и энергии для возрастной физиологии, физиологии труда и спорта. Составление норм питания.
18. Кожные рецепторы: тактильные, температурные, болевые.
19. Витамины. Физиологическая роль витаминов в организме. Суточная потребность в витаминах. Жирорастворимые и водорастворимые витамины.
20. Основные этапы основного обмена (ассимиляция и диссимиляция) и их биологическое значение.
21. Физиологическое значение питания. Основные принципы рационального питания. Гигиена питания.
22. Проводящая система сердца. Пейсмекерная ткань. Значение физиологической задержки импульса в А-В узле сердца. Природа автоматии сердца.
23. Физиологическое значение парасимпатической и симпатической иннервации сердца.
24. Гуморальная регуляция сердечной деятельности.
25. Гуморальная регуляция дыхания.
26. Понятие о дыхании и его значении в жизнедеятельности организма. Внешнее и внутреннее дыхание. Дыхательная мускулатура. Механизм вдоха и выдоха.

### Ситуационные задачи

1. Определить энергетический обмен у животного за сутки, а также на один кг веса за один час.  
Данные опыта. Исследовался газообмен у козы весом в 40 кг. Проба воздуха взята за три минуты. Собрано 15 литров воздуха.  
 Состав выдыхаемого воздуха: кислорода 16,9% углекислого газа 3,5%. Температура воздуха во время опыта + 19 °С, барометрическое давление 748 мм рт. ст. Калорический коэффициент 1л O<sub>2</sub> = 4,064 ккал.
2. Какое количество энергии выделяется у коровы в период поедания грубого корма, если известно, что за это время животное поглотило 52 л O<sub>2</sub> и выделило 52 л CO<sub>2</sub>. При поедании грубого корма расход энергии повышается на 10%.
3. Определить, какое количество энергии организм расходует за сутки.  
 Для анализа взято 100 мл газовой смеси. После поглощения осталось 96,68 мл CO<sub>2</sub> и 79,28 мл O<sub>2</sub>.  
 Объем полученного воздуха за 1 минуту 70,5 л. Температура воздуха 15,4 °С. Барометрическое давление 765 мм рт. ст.  
 Данные пересчета для температуры 15,4 °С и барометрического давления - 765 мм рт. ст. равны 0,9380 С.  
 Состав вдыхаемого (атмосферного воздуха):  
 CO<sub>2</sub> – 0,03%,  
 O<sub>2</sub> – 20,93%,  
 N<sub>2</sub> – 79,04%.
4. Собаке дано за сутки 300 г мяса. С мочой и калом выделилось 15 г азота. Определите азотистый баланс.
5. Собаке дано за сутки 450 г мяса. С мочой и калом выделилось 10 г азота. Определите азотистый баланс.



6. Определить какое количество жиров, углеводов и белков разрушилось в организме овцы за сутки, и какова теплопродукция.

Известно, что за время опыта овца выделила 200,35 л  $\text{CO}_2$  и поглотила 270,01 л  $\text{O}_2$ . С мочой и калом выделилось 2,5 г азота.

7. Вычислить суточный расход энергии, если животное за 10 минут опыта поглотило 15 л  $\text{O}_2$  и выделило 12,75 л  $\text{CO}_2$ .

8. Испытуемый за сутки потребил с пищей 17,6 г азота. С мочой было выделено 17,2 г азота и с калом 0,4 г азота. Необходимо узнать состояние азотистого баланса в данном случае.

9. Испытуемый за 10 минут опыта поглотил 2800 мл кислорода и выделил 2400 мл углекислоты. Необходимо рассчитать дыхательный коэффициент (ДК) и, найдя по таблице calorический эквивалент кислорода, вычислить количество энергии расходуемой за 1 минуту, час и сутки.

10. Рассчитать по таблицам величину основного обмена у:

мужчины - рост 172 см, вес 69 кг, возраст 32 года;

женщины - рост 165 см, вес 64 кг, возраст 28 лет;

мужчины - рост 170 см, вес 86 кг, возраст 64 года;

девочки - рост 54 см, вес 6 кг 800 г, возраст 3 месяца;

мальчика - рост 75 см, вес 12 кг, возраст 2 года 2 месяца;

В каждой задаче следует сделать вывод.

11. Определить основной обмен по таблицам:

женщина - 27 лет, рост 164 см, вес 60 кг;

женщина - 65 лет, рост 160 см, вес 77 кг;

мужчина - 27 лет, рост 172 см, вес 77 кг;

мужчина - 61 год, рост 168 см, вес 70 кг;

девочка - 1 год, рост 60 см, вес 9 кг

мальчик - 3 года, рост 72 см, вес 16 кг

12. Рассчитать основной обмен по поглощенному кислороду и выделенному углекислому газу:

За 10 минут опыта поглощено 2,216 л кислорода и за это же время выделено 2,103 л углекислого газа. Исследование выполнено на мужчине 29 лет, вес 64 кг, рост 168 см. Рассчитать основной обмен на кг веса в час и на весь вес за сутки.

13. Определить основной обмен за сутки по поглощенному кислороду без учета выделенной углекислоты:

За 10 минут опыта было поглощено 1,8 л кислорода. Дыхательный коэффициент = 0,9.

14. Рассчитать общий обмен за сутки, исходя из своего веса:

N п/п	Состояние	Количество часов	Количество калорий на 1 кг веса в час
1.	Сон	8	0,95
2.	Ходьба со скоростью 4 км в час	2	4,86
3.	Слушание лекций	4	1,43

4.	Домашние занятия	4	1,5
5.	Легкая работа	2	2,43
6.	Физкультура	2	8,14
7.	Прием пищи	1,5	1,3
8.	Домашняя работа	0,5	2,06

15. Для изучения регуляции эритропоеза в лаборатории поставлен следующий эксперимент: у одного из кроликов вызвали сравнительно большую кровопотерю. Через несколько часов его плазму перелили второму кролику. У второго кролика развился ретикулоцитоз и полицитемия. Объясните эти результаты.

16. В эксперименте у собаки после кратковременного пережатия почечной артерии развился эритроцитоз с повышенным содержанием ретикулоцитов в периферической крови. Как можно объяснить данную реакцию?

17. Сыворотку крови, взятую у альпинистов через 24 часа после спуска с гор, ввели интактным животным и наблюдали у последних угнетение пролиферации и дифференцировки эритроидных клеток костного мозга. Объясните реакцию.

18. У собаки в эксперименте вызывали асептическое воспаление подкожным введением скипидара в течение 10 дней. Сыворотка таких собак, через 3-7 сут. после развития воспаления, вызывала у интактных животных лейкоцитоз в периферической крови и увеличение количества незрелых гранулоцитов в костном мозге, а через 8-9 сут. – снижение пролиферации гранулоцитов и лейкопению в периферической крови. Как объяснить эти эффекты?

19. При искусственно вызванной тромбоцитопении у животных через сутки наблюдается увеличение пролиферации и дифференцировки предшественников мегакариоцитов в костном мозге, а через 6 дней – увеличение числа тромбоцитов в циркулирующей крови. Объясните данный результат.

### **Промежуточная аттестация 1. Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Становление физиологии как науки. История развития физиологии.
2. Единство внутренней и внешней среды организма. Гомеостаз. Константы гомеостаза.
3. Свойства возбудимых тканей. Мембранный потенциал. Ионные основы генерации мембранного потенциала.
4. Потенциал действия. Фазы потенциала. Следовые реакции.
5. Раздражимость. Порог раздражения. Возбудимость. Фазы возбудимости.
6. Законы раздражения. Действие постоянного тока на возбудимые ткани. Понятие о функциональной лабильности ткани. Парабриоз Введенского.
7. Нейрон. Его строение и функции. Нервное волокно и его свойства. Аксонный транспорт.
8. Типы нервных волокон. Механизм проведения возбуждения. Нервы.
9. Синапс. Строение и функции. Медиаторы.
10. Понятие о нервном центре. Свойства нервных центров. Значение учения А.А. Ухтомского о доминанте.
11. Строение и функции поперечно-полосатых мышц. Типы сокращений. Механизм мышечного сокращения.
12. Строение и физиологические особенности гладких мышц.

13. Рефлекторная дуга – материальная основа рефлекса. Вегетативные и соматические рефлексы. Обратная связь и ее значение в осуществлении рефлекторных актов. Исследования П.К. Анохина.
14. Характеристика безусловных рефлексов. Значение безусловных рефлексов в жизни животных и человека.
15. Структурная организация спинного мозга. Понятие о сегментарности на уровне спинного мозга. Функция задних и передних корешков спинного мозга.
16. Средний мозг. Рефлекторная деятельность среднего мозга. Участие его в зрительных и слуховых рефлексах.
17. Мозжечок. Участие мозжечка в регуляции двигательной и вегетативной сферы.
18. Строение гипофиза. Связь с ядрами гипоталамуса. Гипо- и гиперфункция гипофиза.
19. Базальные ядра и физиологическое значение бледного шара, полосатого тела и хвостатого ядра.
20. Лимбическая система и ее роль в обеспечении эмоциональных реакций человека.
21. Кора больших полушарий. Зоны коры. Значение лобной, височной и теменной коры.
22. Вегетативная нервная система. Значение двойной иннервации органов. Вегетативный баланс.
23. Гормоны и их роль. Общие свойства. Классификация. Механизм действия гормонов.
24. Состав крови. Физико-химические свойства крови. Буферные системы.
25. Белки плазмы крови. Функциональное значение белков плазмы крови.
26. Морфологические особенности и функциональная роль эритроцитов.
27. Дыхательная функция крови. Гемоглобин. Свойства, возрастные изменения гемоглобина.
28. Морфологические особенности и функциональная роль лейкоцитов.
29. Иммунологическая характеристика крови. Группы крови. Резус-фактор. Гемотрансфузия.
30. Система свертывания крови. Фазы свертывания. Противосвертывающая система крови.
31. Кроветворение. Стволовая клетка – единый предшественник клеток крови.
32. Лимфа и лимфообразование. Физиологическая роль Т- и В-лимфоцитов.
33. Сердце млекопитающих и человека. Сердечный цикл.
34. Природа автоматии сердца. Собственная проводящая система сердца.
35. Внешние проявления деятельности сердца. Пульс. Характеристики пульса. Сердечный толчок. Электрокардиограмма.
36. Регуляция деятельности сердца. Внутри- и внесердечные механизмы. Гуморальная регуляция деятельности сердца.
37. Движение крови по сосудам. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам.
38. Артериальное давление. Методы регистрации артериального давления.
39. Функциональные типы сосудов. Общая характеристика обменных, емкостных и резистивных сосудов.
40. Регуляция сосудистого тонуса.
41. Функции дыхания. Этапы дыхания. Показатели внешнего дыхания.
42. Механизм вдоха и выдоха. Значение отрицательного давления в плевральной полости.
43. Регуляция дыхания. Дыхательный центр. Центр пневмотаксиса.
44. Дыхание при физической нагрузке. Дыхание в условиях гипоксии. Дыхание при повышенном и пониженном барометрическом давлении.

45. Пищеварение в полости рта. Состав и свойства слюны. Слюноотделение. Глотание.
46. Пищеварение в желудке. Состав, свойства, механизм отделения желудочного сока. Экспериментальные работы И.П. Павлова и В.А. Басова.
47. Значение 12-перстной кишки в пищеварении. Гормоны, образующиеся в слизистой 12-перстной кишки.
48. Поджелудочная железа. Ферменты панкреатического сока.
49. Желчь, ее образование, выведение и роль в пищеварении.
50. Моторная функция желудочно-кишечного тракта. Виды движений желудка и кишечника
51. Всасывание в желудочно-кишечном тракте. Механизм всасывания.
52. Основной обмен. Факторы, влияющие на величину основного обмена. Общий обмен.
53. Энергетическая ценность пищевых веществ. Определение затрат энергии человеком.
54. Обмен белков. Азотистый баланс. Регуляция белкового обмена. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
55. Обмен минеральных солей и воды. Роль гормонов гипофиза и надпочечников в его регуляции.
56. Витамины. Классификация витаминов. Физиологическое значение витаминов.
57. Питание. Рациональность, регулярность и полноценность питания. Возможность замены одних пищевых веществ - другими.
58. Терморегуляция. Терморегулирующие рефлексы. Центры терморегуляции. Температура тела.
59. Образование первичной мочи. Количественная оценка клубочковой фильтрации.
60. Образование конечной мочи. Канальцевая реабсорбция глюкозы и воды. Канальцевая секреция.
61. Сенсорные системы человека. Понятие об анализаторах. Основные свойства анализаторов. Виды рецепции.
62. Общая характеристика, свойства и правила образования условных рефлексов.
63. Учение И.П. Павлова о высшей нервной деятельности.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-2 - Способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом	<p><b>Знает:</b> на минимальном уровне принципы структурной и функциональной организации биологических объектов.</p> <p><b>Знает:</b> Минимальный + знает признаки, обеспечивающие взаимодействие органов и систем организма с внешней средой.</p> <p><b>Знает:</b> Базовый + основы</p>	Тест, контрольная работа, ситуационные задачи, практическая работа.	<p>Пороговый удовлетворительно 61-75 баллов</p> <p>Базовый хорошо 76-90 баллов</p> <p>Повышенный отлично 91-100 баллов</p>

	лаборатории	<p>регуляции физиологических функций на разных уровнях структурной организации; закономерности адаптации организма к естественным и экстремальным факторам среды.</p> <p><b>Умеет:</b> приобретать новые знания, используя информационные технологии; осуществлять эксперименты в рамках лабораторного практикума.</p> <p><b>Умеет:</b> Минимальный + оценивать функциональное состояние различных систем организма; определять причины физиологических сдвигов основных параметров деятельности организма при различных воздействиях факторов внешней среды.</p> <p><b>Умеет:</b> Базовый + анализировать научную литературу и с помощью полученных знаний оценивать и прогнозировать влияние факторов внешней и внутренней среды на организм.</p>		
--	-------------	---	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная литература:

1. Физиология человека: Учебное пособие / Р.И. Айзман, Н.П. Абаскалова, Н.С. Шуленкина. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 432 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009279-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=429943>. (дата обращения: 09.04.2020).

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кубарко, А. И. Нормальная физиология. Часть 1 : учебник / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев ; под редакцией А. И. Кубарко. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 543 с. -URL: <http://www.iprbookshop.ru/35505.html> (дата обращения: 09.04.2020).

2. Нормальная физиология. Часть 2 : учебник / А. И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев [и др.] ; под редакцией А. И. Кубарко. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 607 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/35506.html> (дата обращения: 09.04.2020).

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

1. [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com);
2. [www.medline.ru](http://www.medline.ru).
3. <http://biblioclub.ru>.
4. <http://znanium.com/>
5. <http://e.lanbook.com/>

### **7.4. Современные базы данных и информационные справочные системы:**

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи).

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

-Лицензионное ПО:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

Windows XP/7, MicrosoftOffice 2003/2007/2010, программное обеспечение к аппаратно-программным комплексам: «РОФЭС», «Статус», «Валента+», «ММК Альтон», «Нейрон-Спектр», «ПФК».

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

УВ №1

УВ №1

УВ №2 Необходим раствор CuSO<sub>4</sub> (1% и 2%) и дистиллированная и водопроводная вода. Задачи для теоретического вычисления мембранного потенциала.

УВ №2

УВ №3

УВ №3

УВ №4 Объект исследования – человек.

УВ №4

УВ №5

УВ №5

УВ №6

УВ №7

УВ №7

УВ №8

УВ №8 Объект исследования - человек. Для наложения электродов необходимо подготовить марлевые салфетки и физиологический раствор (0,9%).

УВ №9

УВ №9

УВ №10 Объект исследования - человек. **Реактивы и материалы:** 0,9% раствор хлорида натрия, 0,1 н HCl, дистиллированная вода, спирт, вата, скарификаторы, покровные стекла, капилляры Сали для взятия крови, тонкая стеклянная палочка, пипетка для дистиллированной воды.

УВ №10

УВ №11

УВ №11

УВ №12 Объект исследования - человек. **Реактивы и материалы:** Антикоагулянт: гепарин - 5 000 Ед/мл разводят дистиллированной водой в соотношении 1:5; 3-5% уксусная кислота, подкрашенная метиленовой синью (для окраски ядер лейкоцитов); капиллярные трубки (в комплекте с центрифугой). Можно использовать капилляры для определения С - реактивного белка; спирт; вата; скарификаторы; покровные стекла; капилляры Сали для взятия крови; тонкие стеклянные палочки; пипетки для дистиллированной воды; капилляры Панченкова; часовое стекло; 5% раствор цитрата натрия; часы.

УВ №12

УВ №13

УВ №13

УВ №14 Объект исследования - человек. Реактивы и материалы: поликлональные сыворотки - анти-А; анти-В; анти-АВ; анти-Д; стеклянные палочки; предметные стекла; скарификаторы; спирт; вата; физиологический раствор; часовое стекло; секундомер; фильтровальная бумага; вазелин или растительное масло.

УВ №14

УВ №15

УВ №15

УВ №16

УВ №16 Объект исследования - человек. Реактивы и материалы: скарификаторы; спирт; вата; пипетки, градуированные в сотых долях миллиметра, отдельно для воды и для 1% NaCl; капилляры Сали; карандаш по стеклу; 1% раствор NaCl; дистиллированная вода.

УВ №17

УВ №17

УВ №18 Объект исследования – человек. Материалы и реактивы: спирт, вата, марля, физиологический раствор (0,9% раствор NaCl).

УВ №18

УВ №19

УВ №19

УВ №20

УВ №20 Объект исследования - человек. Материалы: носовой зажим; загубник; спирт; вата; секундомер.

УВ №21

УВ №21

УВ №22 Объект исследования - человек.

УВ №22

УВ №23

УВ №23

УВ №24

УВ №24 Объект исследования – человек (слюна человека). **Материалы и реактивы:** штатив с набором пробирок, пипетки, стеклянная воронка, фильтровальная бумага, стеклянная палочка, термометр, чашка с толченым льдом или снегом (вместо холодильной камеры), спиртовка, спички, держатели для пробирок, стеклограф, лакмусовая бумага (красная и синяя), 10%-ный рас-твор уксусной кислоты, 0,5%-ный раствор HCl, 10%-ный раствор едкого натрия, 1%-ный раствор медного купороса, реактив Люголя, 1%-ный раствор вареного крахмала, 1%-ный раствор сырого крах-мала.

УВ №25

УВ №25

УВ №26 **Материалы и реактивы:** штатив с набором пробирок, термометр, чашка с мелко натолченным льдом или снегом (вместо холодильной камеры), лакмусовая бумага, спиртовка, спички, держатели для пробирок, ножницы, пинцет, растворы пепсина в соляной кислоте, соде, воде, натуральный желудочный сок, фибрин, вареный бе-лок куриного яйца, кусочки сырого мяса, кусочки вареного мя-са или вареные мышцы лягушки, 10%-ный раствор NaOH, 2%-ный (1%-ный) раствор CuSO<sub>4</sub>, 0,5%-ный раствор HCl, 0,5%-ный рас-твор NaHCO<sub>3</sub>, стеклограф, бюретки. Панкреатический сок (сок поджелудочной железы), ки-шечный сок, фибрин, желчь, пищевой белок (мясо вареное и сырое, яич-ный белок),



нейтральный растительный жир (растительное масло), 1% крахмальный клейстер, 1% раствор сырого крах-мала, крахмал (порошок), спиртовой раствор фенолфталеина (или розаловая кислота), реактив Люголя (I в KI), 10%-ный раствор NaOH, 2%-ный раствор CuSO<sub>4</sub>, 0,5% HCl, бромная вода (4%-ный раствор брома в воде), 0,01 н раствор NaOH, стеклогрaф. Вместо сока поджелудочной железы можно использовать панкреатин (1 г растворяют в 250 мл 0,3%-ного раствора NaHCO<sub>3</sub>), но активность его ферментов может быть ниже, чем у натурального сока поджелудочной железы.

УВ №26

УВ №27

УВ №27

УВ №28

УВ №28 **Материалы и реактивы;** штатив с пробирками, фарфоровая тарелка, 2 маленькие воронки, фильтровальная бумага, свежая желчь, жидкий растительный жир (растительное масло), 30%-ный раствор тростникового са-хара, 0,5% раствор бикарбоната Na, концентрированная серная кислота, смесь азотной и азо-тистой кислот, лёд, лупа, предметные стекла, пипетки, дистиллированная вода.

УВ №29

УВ №29

УВ №30

УВ №30 Объект исследования - человек. **Материалы:** таблицы для определе-ния основного обмена; калькуляторы. В ходе выполнения работы необходимо научиться составлять суточный пищевой рацион и рассчитывать энергетический баланс организма. Для выполнения работы необходимо иметь дан-ные о весе, росте и возрасте одного из студентов или членов семьи.

УВ №31

УВ №31

УВ №32

УВ №32 Объект исследования - человек. **Материалы:** калькулятор.

УВ №33

УВ №33

УВ №34

УВ №34 Объект исследования - человек. **Материалы:** белая бумага (A4), карандаши, линейки, бланк-схемы для определения границ поля зрения (для правого и левого глаза), бланк-рисунок для определения слепого пятна.

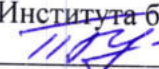
УВ №35

УВ №36

1. Автоматический гематологический анализатор типа Unicell на базе ПК.
2. Центрифуга гематокритная.
3. Аппаратно-программный комплекс для исследования функционального и эмоционального состояния организма «РОФЭС».
4. Информационно-диагностический комплекс на базе ПК «Статус».
5. Комплекс аппаратно-программный для исследования ЭКГ, РЕО, ВФД Валента +.
6. Спирометр автономный СпироС-100.
7. Монитор многофункциональный компьютеризированный модульный для непрерывного неинвазивного наблюдения ряда физиологических параметров «ММК Альтон».
8. Компьютерный электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр».
9. Компьютерный психофизиологический комплекс «ПФК».
10. Тестовые задания по темам занятий.
11. Ситуационные задачи по темам практических занятий.
12. Технические средства обучения (компьютеры, мультимедийные средства, множительная техника (для копирования раздаточных материалов)).
13. Лекции в формате электронных презентаций.
14. Электронные ресурсы (материалы из Интернет-источников)
15. Показ видеофильмов в контексте выбранной тематики, демонстрация учебного материала с использованием слайдов.

Лекционные аудитории и лаборатории оснащены персональными компьютерами с необходимым программным обеспечением и выходом в Интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Жигилева О.Н. Экология и рациональное природопользование. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Экология и рациональное природопользование [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Жигилева О.Н., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Курс посвящен изучению базовых представлений о структуре и функциях природы, а также использованию этих знаний для рационального взаимодействия природы и общества. Он рассматривает широкий круг вопросов – от приспособления к разным факторам среды на уровне отдельных индивидуумов – до глобальных проблем Биосферы и путей их решения. Целью дисциплины является получение базовых знаний о взаимодействии организмов с окружающей средой на уровне особей, популяций и сообществ и способах рационального природопользования. В процессе изучения курса обучающиеся решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают представления об основных закономерностях взаимодействия организмов с окружающей средой, организации и функционирования популяций и сообществ, рационализации природопользования.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули), дисциплины базовой части.

Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с другими дисциплинами блока Б1. ботаника, зоология, клеточная биология, микробиология и вирусология, генетика, теории эволюции; блока Б1. популяционная генетика. Для успешного освоения дисциплины необходимо умение использовать современные образовательные и информационные технологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает основные представления о закономерностях взаимодействия биологических объектов с окружающей средой на уровне организма, популяции и сообщества, основные принципы рационального природопользования
	Умеет демонстрировать базовые представления об основных закономерностях взаимодействия организма с окружающей средой, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований, применять экологические принципы и закономерности, важные для практики природопользования и охраны природы, при решении задач

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		6
<b>Общий объем</b>	зач. ед.	4
	час	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50

Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

### 3. Система оценивания

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Если в период проведения текущей аттестации студент набрал 61 балл и более, то он автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода, но в то же время он имеет право повысить оценку, полученную по итогам рейтинга (удовлетворительно, хорошо), путем сдачи экзамена. Шкала перевода баллов в оценки: 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»; от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»; от 76 до 90 баллов – «хорошо»; от 91 до 100 баллов – «отлично». По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Экзамен предусматривает ответ на вопросы, изложенные в экзаменационном билете. Решение о сдаче экзамена выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы экзаменационного билета.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия экологии. Экологические законы и правила	6	2	0	0	0
2	«Всемирное рыболовство»	6	0	2	0	0
3	Общие закономерности влияния экологических факторов на организмы.	6	0	2	0	0
4	Аутэкология	6	2	0	0	0

5	Влияние экологических факторов на здоровье человека	8	0	2	0	0
6	Контроль по блоку 1. Общая экология и аутэкология	6	0	2	0	0
7	Демэкология	6	2	0	0	0
8	«Модель взаимоотношений хищника и жертвы»	6	0	2	0	0
9	Популяции и виды	6	0	2	0	0
10	Синэкология	6	2	0	0	0
11	Проблемы демографии	6	0	2	0	0
12	Экосистемы	6	0	2	0	0
13	Биосфера – глобальная экосистема Земли	6	2	0	0	0
14	«Цикл углерода»	6	0	2	0	0
15	Контроль по блоку 2. Демэкология и синэкология	6	0	2	0	0
16	Проблемы Биосферы	6	2	0	0	0
17	Экологические проблемы и пути их решения	8	0	2	0	0
18	«Альтернативные источники энергии»	6	0	2	0	0
19	Биоразнообразиие и его охрана. Биопродуктивность Биосферы	6	2	0	0	0
20	Охрана экосистем	6	0	2	0	0
21	Контроль по блоку 3. Глобальная экология и охрана природы	6	0	2	0	0
22	Природопользование: понятие и виды	6	2	0	0	0

23	Охрана экосистем	6	0	2	0	0
24	Природопользование: понятие и виды	6	0	2	0	0
25	Контроль по блоку 4. Природопользование и охрана природы	6	0	2	0	0
26	Консультация	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Основные понятия экологии. Экологические законы и правила"(лекция)

Экология как наука, ее подразделение на отрасли и связь с другими науками. Энвайронментология. Роль экологических знаний в решении экономических, политических и социальных проблем. Сущность экологического мировоззрения. Экологизация общественного сознания. Экологическое образование, воспитание и культура.

Понятия «биосфера», «природа» и «окружающая среда». Качество окружающей среды. Критерии качества окружающей среды для человека.

Экологические факторы, их классификация. Взаимодействие экологических факторов. Закон минимума Либиха. Закон толерантности Шелфорда. Адаптация к экологическим факторам. Виды адаптаций. Избегание неблагоприятного действия фактора. Стресс и стрессоустойчивость. Понятие экологической валентности. Влияние основных экологических факторов на живые организмы.

##### 2. " «Всемирное рыболовство»". Организационно-деятельностная игра 1.

Эта игра, посвященная проблемам океанического рыболовства, основана на компьютерной модели, созданной на базе техники анализа систем, иначе называемой системной динамикой (СД). СД представляет собой всесторонний подход к представлению, диагнозу и изменениям моделей поведения сложных динамических систем. Метод СД основан на концепциях информационной обратной связи, и он использует технику компьютерного имитационного эксперимента с моделями, включающими обратные связи и представляющими реальные мировые проблемы.

##### 3. "Общие закономерности влияния экологических факторов на организмы".Семинар 1.

Вопросы для обсуждения:

1. Экология как наука: предмет, объект, история зарождения идеи.
2. Интегративный характер экологии, ее связь с другими науками.
3. Значение экологических идей в современном мире.
4. Адаптация, виды и способы адаптаций.
5. Адаптация и привыкание. Вредные привычки
6. Стресс, эустресс и дистресс. Стрессоустойчивость.
7. Толерантность и экологическая валентность (пластичность) организмов.
8. Закон толерантности Шелфорда.
9. Правило ограничивающего фактора.

##### 4. "Аутэкология" (лекция)

Влияние основных экологических факторов на живые организмы. Температурный диапазон существования жизни на нашей планете. Классификация организмов в зависимости от источника тепла. Типы терморегуляции гомеотермных животных. Правила К. Бергмана и



Дж. Аллена. Спячка животных, ее формы. Спектральный состав солнечного света, влияние на организмы волн различной длины. Фотопериодические реакции организмов. Классификация организмов в зависимости от потребности в воде. Способы адаптации животных и растений к дефициту воды. Влияние экологических факторов на структуру снежного покрова. Приспособление животных к передвижению по рыхлому снегу. Использование животными и растениями теплоизолирующих свойств снежного покрова. Сезонный диморфизм окраски птиц и зверей. Свойства почвы, приспособление организмов к почвам различного механического и химического состава.

#### 5. "Влияние экологических факторов на здоровье человека". Доклады 1.

Темы презентаций:

1. Радиация вокруг нас.
2. Шум, вибрация и электромагнитные поля, как факторы среды современного человека.
3. Качество питьевой воды и проблема обеспеченности водой в разных регионах мира.
4. Пестициды в окружающей среде и пище.
5. «Зеленая революция» и органическое земледелие.
6. Экологически обусловленные болезни человека.
7. Природно-очаговые заболевания.

#### Практикум 1. Экология радиоактивных изотопов

Практикум посвящен решению задач по расчету накопления радионуклидов в разных группах организмов, отличающихся по способам питания, положению в цепи питания, особенностям обмена веществ. Позволяет сделать вывод о зависимости накопления радионуклидов в организме от типа питания при нахождении на радиоактивно загрязненной территории.

#### 6. "Контроль по блоку 1. Общая экология и аутоэкология". Контрольная работа 1. Тест 1.

##### Тест № 1. Основы экологии (пример заданий)

1. Понятие об экологии как познании экономики природы ввел в науку:
  - а) В.И. Вернадский;
  - б) Э. Геккель;
  - в) К. Линней;
  - г) Ч. Дарвин.
2. Компоненты и явления неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы, называются:
  - а) экосистемы;
  - б) экологические факторы;
  - в) биотические факторы;
  - г) абиотические факторы.

#### 7. "Демэкология" (лекция)

Понятие популяции. Генетические и экологические признаки популяций. Рождаемость. Смертность. Прирост. Кривые выживания и типы роста численности популяции: логистический и экспоненциальный. Управление численностью популяций. Плотность и численность популяции. Экологическая емкость среды обитания. Судьба популяции, превысившей экологическую емкость. Половая структура популяции. Первичное, вторичное и третичное соотношение полов в популяции человека. Возрастной состав популяции.

#### 8. " «Модель взаимоотношений хищника и жертвы»". Интерактивная игра 2.

#### 9. "Популяции и виды". Семинар 2.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие популяции, его применимость по отношению к разным группам организмов.
2. Рождаемость, смертность и прирост популяции, их виды.
3. Кривые выживания организмов. К- и r-стратегии выживания видов.
4. Типы роста численности популяции. Модели роста.
5. Понятие экологической емкости среды. Возможно ли расширение емкости среды?
6. Периодические и непериодические изменения численности популяций, их причины.
7. Управление численностью популяций. Факторы, зависимые и независимые от плотности.
8. Типы распределения особей в пространстве. Миграции, их причины.
9. Половой состав, первичное, вторичное и третичное соотношение полов, механизмы определения пола у разных видов организмов.
10. Возрастной состав популяции, его влияние на динамику численности популяции.

### **Практикум 2. Расчет количественных показателей популяций человека**

Практику посвящен решению задач по определению демографических показателей – рождаемости, смертности, приросту и возрастной структуре населения, а также их влияния на судьбу популяции. Позволяет сделать вывод о том, как демографическая ситуация влияет на социально-экономическую ситуацию в стране.

#### **10. "Синэкология" (лекция)**

Понятие экосистемы и биогеоценоза. Функциональные группы организмов в экосистеме. Разнообразие экосистем. Место человека в различных экосистемах. Поток энергии в экосистеме. Понятие пищевой цепи и пищевой сети. Причины потерь энергии в пищевой цепи. Положение человека в пищевой цепи. Способы оптимизации пищевых цепей в регулируемых экосистемах. Типы пищевых цепей, их роль в отдельных экосистемах. Типы экологических пирамид. Правило 10%. Экологические сукцессии, их типы и причины.

#### **11. "Проблемы демографии". Доклады 2.**

Темы презентаций:

1. Типы воспроизводства населения и особенности демографии разных стран
2. Демографическая политика разных стран
3. Влияние захватнических войн на структуру и генофонд населения. Геноцид.
4. Экоцид. Экологические последствия военных действий.
5. Естественный отбор в популяциях человека.
6. Евгеника и мальтузианство.
7. Значение инфекций в регуляции численности популяций человека.

#### **12. "Экосистемы". Семинар 3.**

Вопросы для обсуждения:

1. Понятия биогеоценоза и экосистемы, их отличие.
2. Пищевые цепи, их типы.
3. Понятие трофического уровня. Какой трофический уровень занимает человек?
4. Энергетика экосистемы, правило 10%.
5. Экологические пирамиды Элтона.
6. Энергетическая эффективность вегетарианства и мясоедства.
7. Экологические сукцессии, их виды.
8. Эмерджентные свойства экосистем.
9. Саморегуляция и устойчивость экосистем. Закон Эшби.
10. Типы взаимоотношений между организмами: хищничество, мутуализм, симбиоз, паразитизм, конкуренция, комменсализм, антибиоз.

### **Практикум 3. Пищевые сети**

**13. "Биосфера – глобальная экосистема Земли" (лекция)**

Учение о Биосфере В.И. Вернадского. Строение, свойства и функции Биосферы. Место и роль человека в Биосфере. Понятие «ноосфера». Биогеохимические круговороты. Потоки энергии в Биосфере. Нарушение круговорота биогенов и потока энергии в Биосфере под влиянием человека.

**14. " «Цикл углерода»". Игра 3.**

**15. "Контроль по блоку 2. Демэкология и синэкология". Контрольная работа 2. Тест 2. Тест № 2. Популяции и экосистемы (пример заданий)**

1. Если рождаемость превышает смертность, то в популяции наблюдается:
  - а) положительный прирост;
  - б) отрицательный прирост;
  - в) нулевой прирост;
  - г) естественная убыль.
2. Преобладание в популяции неполовозрелых особей свидетельствует:
  - а) о росте ее численности;
  - б) о стабилизации ее численности;
  - в) о депрессии;
  - г) не позволяет сделать определенных выводов об ее состоянии.

**16. "Проблемы Биосферы" (лекция)**

Загрязнение воздуха. Первичное и вторичное загрязнение. Фотохимический смог и кислотные осадки. Влияние антропогенных загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье населения. Разрушение озонового экрана, причины, механизм, последствия и пути предотвращения. Венская конвенция.

Потепление климата. Понятие парникового газа, причины и следствия потепления климата. Киотский протокол. Квоты на выбросы парниковых газов. Влияние загрязнения на климат атмосферы. Управление климатом. Действительные причины изменения климата на планете. Загрязнение водоемов и Мирового океана. Эвтрофикация водоемов. Вода как фактор здоровья. Проблемы питьевой воды.

**17. "Экологические проблемы и пути их решения". Семинар 4.**

Вопросы для обсуждения:

1. Основные положения концепции биосферы В.В. Вернадского.
2. Что такое «ноосфера»?
3. Понятие биогенов и биогеохимического круговорота. Круговороты основных биогенов (кислорода, азота, водорода, углерода).
4. Особенности круговорота биогенов в агроэкосистемах.
5. Нарушение круговорота биогенов под влиянием человека - парниковый эффект.
6. Загрязнение атмосферы, проблема образования «озоновых дыр».
7. Качество вод. Проблемы обеспечения пресной водой в разных районах мира.
8. Искусственная эвтрофикация водоемов, ее причины и механизмы.

**18. " «Альтернативные источники энергии»". Игра 4. (групповое принятие решений)**

Практикум посвящен решению вопроса о наиболее перспективных альтернативных источниках энергии. Проходит в интерактивной форме и подразумевает работу малых групп, нацеленных на самостоятельный поиск решения проблемы; после выработки коллективного решения группы, происходит защита решения в процессе коммуникации с другими группами.

**19. "Биоразнообразие и его охрана. Биопродуктивность Биосферы" (лекция)**

Понятие биологического разнообразия. Виды биоразнообразия: видовое, генетическое, экосистемное. Сокращение биологического разнообразия, его причины и последствия для экосистем и человека. Охрана биоразнообразия. Красная книга. Особо охраняемые природные территории, принципы их создания. Международное сотрудничество в области охраны биологического разнообразия. Проблемы тропических лесов. Понятие генетических ресурсов. Методы сохранения генетических ресурсов.

Продуктивность различных экосистем: основные понятия, связанные с продуктивностью. Влияние на продуктивность экосистем отдельных экологических факторов. Продуктивность различных экосистем. Влияние на продуктивность экосистем энергетических субсидий. Способы повышения продуктивности управляемых искусственных и трансформированных экосистем. Продовольственная проблема и перспективы ее решения. Особенности искусственных экосистем, их классификация и функции. Устойчивость естественных и искусственных экосистем. Управление популяциями и экосистемами. Экология урбанизированных комплексов. Агрэкология.

## 20. "Охрана экосистем". Доклады 3.

Темы презентаций:

1. Тропические леса, их значение для Биосферы.
2. Ресурсы Мирового океана, их значение для сохранения экологического равновесия.
3. Красная книга.
4. Типы и принципы создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ).
5. Биологические загрязнения окружающей среды, понятие биологических инвазий и инвазивных видов.
6. Международные природоохранные организации, их деятельность.
7. Международные проекты и нормативные акты по охране природы.
8. Климат Земли: прошлое, настоящее и будущее.

## 21. "Контроль по блоку 3. Глобальная экология и охрана природы". Контрольная работа 3. Тест № 3.

Тест № 3. Глобальная экология и охрана природы (пример заданий)

1. Кислотные дожди обусловлены попаданием в атмосферу:
  - а) оксидов серы и азота;
  - б) метана;
  - в) органических кислот;
  - г) углекислого газа.
2. К положительным последствиям парникового эффекта относится:
  - а) увеличение таяния ледников и повышение уровня моря;
  - б) изменение границ сельскохозяйственных зон;
  - в) повышение продуктивности растений, в том числе культурных.
  - г) резкое изменение погодных условий во всем мире;
3. Конвенция по охране озонового слоя была принята на конференции:
  - а) в Вене;
  - б) в Стокгольме;
  - в) в Токио;
  - г) в Рио-де-Жанейро.

## 22. "Природопользование: понятие и виды" (лекция)

Природопользование как процесс удовлетворения потребностей. Понятие «потребность», удовлетворение потребностей в природе и в социуме. Система человеческих потребностей. Закон возвышения потребностей. Природопользование как наука: объект, предмет, место в системе наук, задачи. Природопользование как практика использования природы. Охрана природы – составная и неотъемлемая часть природопользования.

Природопользование рациональное и нерациональное. Причины нерационального природопользования. Аспекты природопользования: социально-политический, правовой, социально-гигиенический, технологический, эколого-экономический.

Понятия «ресурсы» и «природно-ресурсный потенциал», их соотношение. Классификации ресурсов. Формы эксплуатации возобновляемых биологических ресурсов: промысел и хозяйство. Перепромысел, его причины. Запасы невозобновляемых ресурсов. Балансовые и забалансовые запасы полезных ископаемых. Факторы, определяющие пределы эксплуатации невозобновляемых ресурсов. Ресурсосберегающие технологии: малоотходные и реутилизационные. Экстенсивный и интенсивный характер использования природных ресурсов.

### **23. "Охрана экосистем". Доклады 4.**

Темы презентаций:

1. Как построить «Экодом»?
2. Понятие «Экогород», экогорода мира.
3. Биотехнология и охрана природы.
4. Ресурсосберегающие технологии.
5. Энергосбережение в быту.
6. Альтернативные источники энергии.
7. Экологическое право в России.
8. Природоохранное законодательство: история вопроса и современное состояние в мире.

### **24. "Природопользование: понятие и виды". Семинар 5.**

Вопросы для обсуждения:

1. Потребности и их удовлетворение в природе и социуме.
2. Природопользование как наука.
3. Две стороны практического природопользования.
4. Природопользование общее и специальное.
5. Классификация ресурсов по степени истощаемости и возможности замены.
6. Классификация ресурсов по способности к самовосстановлению и возможности экономического восполнения.
7. Виды природопользования.
8. Правовые основы природопользования в РФ.
9. Понятия «ресурс», «антиресурс» и «природно-ресурсный потенциал», их соотношение.
10. Интернациональные ресурсы и особенности их использования.
11. Рациональное и нерациональное природопользование.
12. Принципы рационального природопользования.
13. Причины нерационального природопользования.
14. Экстенсивный и интенсивный пути использования ресурсов.

### **25. "Контроль по блоку 4. Природопользование и охрана природы". Контрольная работа 4. Тест № 4.**

#### **Тест № 4. Природопользование и охрана природы (пример заданий)**

1. Сельское хозяйство называется экстенсивным, если для повышения урожайности:
  - а) расширяют посевные площади;
  - б) вносят удобрения;
  - в) применяют новые технологии возделывания культур;
  - г) уничтожают вредителей, сорняки, патогены, ведут борьбу с засухой, заморозками
2. Примерами возобновимых ресурсов являются:
  - а) вода, почва, воздух;
  - б) биологические виды, полезные ископаемые, древесина;
  - в) биомасса живых организмов, вода;

г) виды растений и животных, нефть, минералы.

3. Интенсивным для невозобновимых ресурсов называется их использование
- а) со значительно меньшей скоростью, чем скорость их самовосстановления;
  - б) с применением все более совершенных технологий добычи;
  - в) в размерах, незначительных по сравнению с их общим запасом;
  - г) со скоростью, близкой к скорости их самовосстановления.

### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Основные понятия экологии. Экологические законы и правила	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	«Всемирное рыболовство»	Проработка лекций
3	Общие закономерности влияния экологических факторов на организмы.	Подготовка к семинару
4	Аутэкология	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Влияние экологических факторов на здоровье человека	Составление презентаций
6	Контроль по блоку 1. Общая экология и аутэкология	Подготовка к контрольной работе
7	Демэкология	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	«Модель взаимоотношений хищника и жертвы»	Проработка лекций
9	Популяции и виды	Подготовка к семинару
10	Синэкология	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Проблемы демографии	Проработка лекций
12	Экосистемы	Подготовка к семинару
13	Биосфера – глобальная экосистема Земли	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	«Цикл углерода»	Проработка лекций
15	Контроль по блоку 2. Демэкология и синэкология	Подготовка к контрольной работе
16	Проблемы Биосферы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Экологические проблемы и пути их решения	Подготовка к семинару
18	«Альтернативные источники энергии»	Проработка лекций
19	Биоразнообразие и его охрана. Биопродуктивность Биосферы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Охрана экосистем	Проработка лекций
21	Контроль по блоку 3. Глобальная экология и охрана природы	Подготовка к контрольной работе
22	Природопользование: понятие и виды	Чтение обязательной и дополнительной литературы

23	Охрана экосистем	Составление презентаций
24	Природопользование: понятие и виды	Подготовка к семинару
25	Контроль по блоку 4. Природопользование и охрана природы	Подготовка к контрольной работе
26	Консультация по дисциплине "ЭкоРП"	Самостоятельное изучение заданного материала
27	Экзамен по дисциплине "ЭкоРП"	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена.

Вопросы к экзамену:

1. Экология как наука: предмет, объект, история зарождения идеи, современное состояние. Значение экологических идей в современном мире.
2. Интегративный характер экологии, ее связь с другими науками. Разделы экологии.
3. Понятие экологического фактора. Принципы классификации экологических факторов.
4. Конstellация экологических факторов.
5. Закон ограничивающего фактора.
6. Толерантность организмов. Правило толерантности В. Шелфорда (1913).
7. Адаптация, виды адаптаций.
8. Стресс, стрессор, стрессоустойчивость. Соотношение стресса и адаптации.
9. Температурный диапазон жизни на планете. Температура как лимитирующий фактор, влияние на организмы крайних значений температуры. Термофилы и криофилы.
10. Классификация организмов в зависимости от их способности к терморегуляции: эктотермы, эндотермы, гетеротермы.
11. Способы сохранения температурного гомеостаза гомеотермными животными.
12. Приспособления животных к низким температурам. Правила К. Бергмана (1847), Дж. Аллена (1877) и К. Глогера (1833), их физиологический смысл.
13. Спячка животных, ее формы. Особенности гибернарующих животных.
14. Влажность как экологический фактор. Пойкило- и гомеогигрические организмы. Классификация организмов в зависимости от потребности в воде.
15. Приспособления животных к недостатку воды.
16. Адаптации животных к передвижению по рыхлому снегу.
17. Спектральный состав солнечного света. Биологическое значение световых волн различной длины.
18. Биологические ритмы организмов, их виды.
19. Фотопериодические реакции растений и животных. Биологические часы.
20. Экологические группы растений в отношении интенсивности освещения и длины дня. Хроматическая адаптация.
21. Почва, как экологический фактор. Экологические группы растений в отношении почвенных условий.
22. Понятие популяции. Генетические и экологические признаки популяций.
23. Рождаемость, смертность и прирост популяции, их виды.
24. Кривые выживания организмов. К- и r-стратегии выживания видов.
25. Типы роста численности популяции. Понятие экологической емкости среды.
26. Периодические и непериодические изменения численности популяций, их причины.
27. Управление численностью популяций. Факторы, зависимые и независимые от плотности.

28. Типы распределения особей в пространстве. Причины образования групп. Преимущества и недостатки группового распределения особей в пространстве. Правило В. Олли.
29. Территориальность животных, ее причины. Особенности использования территории различными видами. Маркировочное поведение животных.
30. Кочевки и миграции, их причины.
31. Половой состав, первичное, вторичное и третичное соотношение полов, механизмы определения пола у разных видов организмов.
32. Возрастной состав популяции, его влияние на динамику численности популяции. Пирамиды возрастов, их типы.
33. Типы взаимоотношений между организмами: хищничество, мутуализм, симбиоз, паразитизм, конкуренция, комменсализм, антибиоз.
34. Концепция «биогеоценоза». Графическая модель биогеоценоза.
35. Понятие экосистемы. Функциональные группы организмов в экосистеме. Сходство и отличие экосистемы и биогеоценоза.
36. Понятие трофического уровня, пищевые цепи, их типы.
37. Энергетика экосистемы, правило 10 %.
38. Экологические пирамиды Элтона.
39. Понятие «экологическая ниша», фундаментальная и реализованная экологическая ниша. Правило конкурентного исключения Г. Ф. Гаузе (1935).
40. Развитие экологических систем. Причины экологических сукцессий. Особенности климаксного сообщества.
41. Классификации сукцессий: первичные, циклические, вторичные; автотрофные, гетеротрофные.
42. Эмерджентные свойства экосистем. Саморегуляция и устойчивость экосистем.
43. Видовое разнообразие, закономерности его изменения в разных экосистемах Земли.
44. Современные оценки состояния видового разнообразия, причины и последствия его истощения.
45. Охрана биоразнообразия. Красные книги.
46. Особо охраняемые природные территории, их типы, принципы создания.
47. Аклиматизация и интродукция растений и животных. Понятие биологических инвазий и инвазивных видов.
48. Продуктивность Биосферы, особенности продуктивности разных экосистем.
49. Основные положения концепции биосферы В.В. Вернадского.
50. Понятие биогенов и биогеохимического круговорота.
51. Круговорот биогенов (кислорода, азота, водорода, углерода).
52. Особенности круговорота биогенов в агроэкосистемах.
53. Нарушение круговорота биогенов под влиянием антропогенной деятельности - парниковый эффект.
54. Загрязнение атмосферы, проблема образования «озоновых дыр».
55. Качество вод. Проблемы обеспечения пресной водой в разных районах мира.
56. Искусственная эвтрофикация водоемов, ее причины и механизмы.
57. Экологический кризис и экологическая катастрофа: понятие, причины.
58. Антропогенные экологические кризисы и способы их преодоления.
59. Концепция устойчивого развития общества.
60. Что такое «ноосфера»?

## **6.2. Критерии оценивания компетенций:**

Таблица 4

### **Карта критериев оценивания компетенций**



№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<p><b>Пороговый уровень (удовлетворительно)</b>  Знает: основы общей, системной и прикладной экологии  Умеет: демонстрировать знания в области общей, системной и прикладной экологии</p> <p><b>Базовый уровень (хорошо)</b>  Знает: основные понятия природопользования, причины нерационального и принципы рационального природопользования  Умеет: демонстрировать базовые представления о принципах оптимального природопользования и охраны природы</p> <p><b>Повышенный уровень (отлично)</b>  Знает: основные экологические принципы и закономерности, важные для практики природопользования и охраны природы  Умеет: применять экологические принципы и закономерности, важные для практики природопользования и охраны природы, при решении задач</p>	Тестовые задания, вопросы для контрольных работ, вопросы для устных ответов на семинарах, вопросы для подготовки к экзамену; Практические задания, творческие задания (эссе), интерактивные формы (послеигровое обсуждение)	Тест: - количество правильных ответов более 61% Устный ответ: - демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике Практикумы: - имеется вывод или заключение - вывод обоснован, содержит рекомендации Эссе: - оригинальность, наличие собственной точки зрения, - логичность и последовательность изложения, - обоснованность тезисов Интерактивные формы: - активная позиция

				- участие в дискуссии, принятии решений
--	--	--	--	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Галицкова, Ю. М. Экологические основы природопользования : учебное пособие / Ю. М. Галицкова. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 217 с. — ISBN 978-5-9585-0598-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/43429.html> (дата обращения: 25.05.2020)

Степановских, А.С. Биологическая экология. Теория и практика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям / А.С. Степановских. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 791 с. - ISBN 978-5-238-01482-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028699> (дата обращения: 25.05.2020)

### 7.2 Дополнительная литература:

Акимова, Т.А. Экология. Человек — Экономика — Биота — Среда: учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. — 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 495 с. — (Серия «Золотой фонд российских учебников»). - ISBN 978-5-238-01204-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028848> (дата обращения: 25.05.2020)

Ерофеева, В. В. Экология : учебное пособие / В. В. Ерофеева, В. В. Глебов, С. Л. Яблочников. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 148 с. — ISBN 978-5-4487-0662-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90201.html> (дата обращения: 25.05.2020)

Еськов, Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия : учебное пособие / Е. К. Еськов. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 584 с. — ISBN 978-5-4487-0350-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79833.html> (дата обращения: 25.05.2020)

Рудский, В. В. Основы природопользования : учебное пособие / В. В. Рудский, В. И. Стурман. — Москва : Логос, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-98704-772-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70700.html> (дата обращения: 25.05.2020)

Хартанович, Е. А. Экономика природопользования : практикум для студентов бакалавриата по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика», направленность «Экономика предприятий и организаций», всех форм обучения / Е. А. Хартанович. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2020. — 82 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/94922.html> (дата обращения: 25.05.2020)

### 7.3 Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/unilib>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Официальный сайт издательства: «Наука» [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.naukaran.ru>, свободный (дата обращения 02.05.2020)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

При выполнении практических работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office. Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ.

- **Лицензионное ПО:**

  - платформа для электронного обучения Microsoft Teams

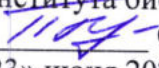
- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

Для проведения игры «Всемирное рыболовство» используется программное обеспечение, имеющееся у преподавателя.

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Дисциплина обеспечена компьютерными презентациями и раздаточными материалами, составленными автором. Для проведения лекционных и практических занятий требуется учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, проектором и проекционным экраном.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
«23» июня 2021

**ЭМБРИОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Елифанов А.В. Эмбриология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Эмбриология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Елифанов А.В., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Дисциплина «Эмбриология» предназначена для ознакомления студентов с основами предмета. На лекциях даются основные представления об онтогенетических процессах в эмбриональный период. На практических занятиях студенты изучают гистологические препараты животных и человека в разные периоды эмбрионального развития, что позволяет улучшить восприятие теоретического материала. В курсе лекций приводятся данные о закономерностях онтогенеза многоклеточных организмов, начиная с гаметогенеза и включая послезародышевое развитие, т.е. она изучает строение и функции зародышей на последовательных стадиях развития вплоть до становления взрослых форм и последующего старения организма. В дисциплине рассматриваются вопросы эмбриогенеза млекопитающих и человека, сходство их развития с развитием ближайших и более отдаленных предков.

Основной целью освоения дисциплины является изучение основных понятий эмбриологии – этапов эмбрионального развития, причин возникновения аномалий развития, механизмов роста, детерминации и дифференциации, эмбриональной индукции, органогенеза;

В процессе изучения дисциплины бакалавры решают следующую задачу:

1. научиться узнавать под микроскопом характерные черты организации зародышей различных животных, находящихся на разных этапах их эмбрионального развития.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1. Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Содержание дисциплины: условия воспроизведения организмов, онтогенез и филогенез, жизненные циклы, этапы и процессы индивидуального развития, причины аномалий, биологический возраст; методы получения и исследования эмбрионального материала. Лабораторные работы.

Содержание данной дисциплины необходимо для освоения дисциплин - физиологии; генетики; биотехнологии, микробиологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Компонент
ОПК – 2 – Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает: представление об основных закономерностях развития животных в период эмбриогенеза;
	Умеет: применять полученные знания для изучения механизмов эмбрионального развития организма современными методами; Умеет: дифференцировать этапы развития эмбриона на микроскопических препаратах.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		7

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50
Лекции		16	16
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

### 3. Система оценивания

**3.1.** Система оценивания 100 бальная. Осуществление преподавателем в течение семестра текущего контроля за учебной деятельностью студента посредством выставления баллов, которые носят комплексный характер и учитывают достижения студентов: знания, умения, навыки, сформированность компетенций.

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,

от 76 до 90 баллов – «хорошо»,

от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 7 семестре	16	34		144
	Эмбриология	16	34		144
1	Предмет биологии размножения и развития. Онтогенез.	2	0	-	2
2	Понятие об онтогенезе. Прогаметогенез.	0	4	10	14
3	Оогенез. Строение яичника.	2	0	-	2
4	ООГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ ЯИЧНИКА	0	4	10	14

	МЛЕКОПИТАЮЩИХ. МОРФОЛОГИЯ ЯЙЦЕКЛЕТКИ.				
5	Гаметогенез. Сперматогенез.	2	0	-	2
6	СПЕРМАТОГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ СЕМЕННИКА МЛЕКОПИТАЮЩИХ. МОРФОЛОГИЯ СПЕРМАТОЗОИДА.	0	4	10	14
7	Оплодотворение. Партеногенез.	2	0	-	2
8	ОПЛОДОТВОРЕНИЕ. ПАРТЕНОГЕНЕЗ.	0	4	10	14
9	Дробление.	2	0	-	2
10	ДРОБЛЕНИЕ. БЛАСТУЛЯЦИЯ.	0	4	10	14
11	Гастрюляция.	2	0	-	2
12	ГАСТРУЛЯЦИЯ.	0	4	11	15
13	Раннее развитие ланцетника	2	0	-	2
14	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛАНЦЕТНИКА.	0	4	11	15
15	Раннее развитие млекопитающих.	2	0	-	2
16	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.	0	4	11	15
17	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.	0	2	9	11
18	Консультация	0	0	2	2
19	Экзамен	0	0		0
	Итого (часов)	16	34	94	144

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Предмет биологии размножения и развития. Онтогенез."

Предмет биологии размножения и развития, ее место среди других биологических наук. Методы биологии индивидуального развития. Понятие об онтогенезе. Периодизация онтогенеза. Прогаметогенез.

##### 2. "Понятие об онтогенезе. Прогаметогенез."

Познакомиться с периодизацией онтогенеза, его разновидностями. Возможные циклы развития животных. Зарисовать схему онтогенеза.

Познакомиться со схемой предзародышевого развития животных, зарисовать ее

##### 3. "Оогенез. Строение яичника."

Строение яичников. Последовательные стадии оогенеза. Типы питания яйцеклеток: солитарный, алиментарный (нутриментарный и фолликулярный). Яйцеклетки, строение и свойства. Яйцевые оболочки (первичные, вторичные и третичные), их функциональное значение. Микропиле. Классификация яиц по количеству запасных питательных веществ и по распределению их в цитоплазме. Структурные и функциональные взаимоотношения ооцитов с вспомогательными клетками.

#### 4. "ООГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ ЯИЧНИКА МЛЕКОПИТАЮЩИХ. MORFOЛОГИЯ ЯЙЦЕКЛЕТКИ."

*Цель занятия* — ознакомиться со стадиями оогенеза, рассмотреть яичники различных видов животных и изучить строение женских половых клеток на различных стадиях оогенеза.

*Задача:* изучить процесс овогенеза и строение женских половых клеток на различных его стадиях, используя теоретический материал практикума и наглядные пособия.

У всех животных, для которых свойственно половое размножение в гонадах происходит процесс гаметогенеза. Гаметы развиваются из клеток предшественниц, которые в период эмбриогенеза проникают в гонаду.



**Ооогенез** - это процесс развития женских половых клеток. Он складывается из нескольких стадий: 1) *размножение*; 2) *рост*; 3) *созревание*.

Период размножения - это начальный этап, во время которого клетки (*оогонии*) претерпевают митотические деления. Период роста включает в себя два этапа - малого и большого роста - когда в клетках (*ооцитах первого порядка*) начинается процесс мейоза (мейоз I до диплотены), а также

увеличиваются их размеры за счет накопления желточных включений. В этот период в ооцитах первого порядка вследствие деконденсации некоторых участков хромосом появляются структуры типа «ламповых щеток».

Период созревания - это временной промежуток, в течение которого в клетках завершается процесс мейотического деления. После первого (редукционного) деления образуется *ооцит второго порядка* и *редукционное тельце*, а после второго (эквационного) деления - одна *яйцеклетка* и три редукционных тельца.

В природе существуют различные типы гаметогенеза. В случае *солитарного* гаметогенеза половая клетка развивается без участия вспомогательных клеток (кишечнополостные, моллюски, черви). При *алиментарном* гаметогенезе половые клетки развиваются при участии специальных клеток, которыми могут быть как цистоциты (трофоциты), являющиеся потомками стволовых половых клеток, - *нутриментарный* гаметогенез, так и соматические (фолликулярные) клетки – *фолликулярный* гаметогенез.

**Препарат № 1: Яйцеклетка беззубки** (окраска гематоксилин – эозином).

Препарат представляет собой срез яичника беззубки. На малом увеличении найти в яичнике фолликулы с крупными, шарообразной формы яйцеклетками. Они относятся к изолецитальному типу, а тип гаметогенеза - солитарный.

Фолликулы имеют относительно толстую стенку из желточных клеток цилиндрической формы с компактным ядром, цитоплазмой красноватого цвета. Среди этих клеток находятся ооциты первого порядка. В период большого роста ооцит увеличивается в размерах и продвигается к просвету фолликула, цитоплазма его становится оксифильной. На большом увеличении у ооцита видна тонкая первичная оболочка. Вторичная оболочка имеет вид вуали со складками. Цитоплазма содержит зерна желтка. В кортикальном слое наблюдается фиолетовый оттенок - здесь отмечается скопление органоидов, обеспечивающих синтез необходимых компонентов.

*Необходимо изучить, зарисовать яйцеклетку при большом увеличении и обозначить: яйцеклетку (ovum)(1), ее ядро (nucleus)(2), цитоплазму(3), прозрачную зону (zona pellucida)(4).*

**Препарат № 2: Яйцеклетка лягушки** (окраска гематоксилин – эозином).

Препарат представляет собой срез яичника лягушки, на котором видны ооциты на разных стадиях большого роста, располагающиеся ближе к просвету, и оогонии – близ поверхности яичника. Яйцеклетки лягушки мезолецитальные, а тип оогенеза - фолликулярный.

При просмотре препарата необходимо найти и зарисовать половые клетки на разных стадиях развития. При большом увеличении можно увидеть, что у покоящихся оогониев - лопастное ядро, сетчатый хроматин, слабобазофильная цитоплазма. Между оогониями находятся префолликулярные клетки уплощенной или конусовидной формы. Из них потом разовьется фолликулярный эпителий. Ооциты первого порядка находятся на разных этапах роста. У молодых - базофильная вакуолизированная цитоплазма, у более зрелых - цитоплазма менее базофильная. Крупные ядра ооцитов имеют неровные контуры, гомогенную кариоплазму и много ядрышек. К цитоплазматической мембране ооцитов примыкает первичная желточная оболочка, которая в свою очередь

ограничивается слоем фолликулярных клеток.

*Необходимо изучить, зарисовать и обозначить: фолликулярные клетки(1), анимальный(2) и вегетативный(3) полюса яйцеклетки, кортикальные(4) и желточные(5) гранулы.*

**Препарат № 3: Яичник кошки** (окраска гематоксилин – эозином).

Яичник млекопитающих - это плотный орган, содержащий соединительнотканную строму. Снаружи покрыт целомическим эпителием и белочной оболочкой и состоит из коркового и мозгового вещества. В корковом веществе располагаются яйцевые фолликулы с заключенными в них ооцитами на разных этапах роста. Яйцеклетки млекопитающих изолецитального типа, а тип гаметогенеза - фолликулярный.

*Необходимо рассмотреть фрагмент коркового вещества на малом увеличении.*

Самые мелкие фолликулы располагаются в поверхностных участках коркового вещества - это первичные фолликулы, имеющие оболочку из одного слоя фолликулярных клеток. Глубже располагаются вторичные и третичные фолликулы, отличающиеся количеством слоев фолликулярных клеток и появлением полости. Кроме того, наиболее зрелые фолликулы окружены соединительнотканной оболочкой - текой. В теке находятся капилляры, питающие фолликул. Между цитоплазматической мембраной и фолликулярными клетками видна оболочка, окрашенная в розовый цвет – первичная блестящая оболочка (*zona pellucida*). Эта оболочка пронизана отростками фолликулярных клеток (*corona radiata*). На более поздних этапах роста ооцита в толще фолликулярных клеток появляется щель, которая заполняется серозной жидкостью. При этом ооцит постепенно освобождается от фолликулярных клеток и связывается со стенкой фолликула небольшим количеством фолликулярных клеток - яйценосный бугорок. Такая структура называется Граафов пузырек. Процесс развития фолликула заканчивается овуляцией и преобразованием его в желтое тело, являющееся эндокринной железой.

Помимо развивающихся фолликулов и желтого тела в корковом веществе можно увидеть атретичные фолликулы, внутри которых находится погибающий ооцит, окрашенный в интенсивно розовый цвет, или сформировавшийся соединительнотканый рубец.

**Препарат № 4. Граафов пузырек яичника кролика** (окраска гематоксилин – эозином).

*Найти при малом увеличении, зарисовать и обозначить: капсулу (1); примордиальные (2) и растущие (3) фолликулы; Граафов пузырек (4) и атретические тела (5).*

*В Граафовом пузырьке при большом увеличении обозначить: яйцеклетку (ovum) (6); ее ядро (nucleus) (7); цитоплазму (8); прозрачную зону (zona pellucida) (9); лучистый венец (corona radiata) (10); фолликулярные эпителиоциты (epitheliocytus follicularis) (11).*

**Препарат № 5. Желтое тело яичника свиньи** (окраска гематоксилин – эозином).

*Найти при малом увеличении, зарисовать и обозначить: фиброзную капсулу (1); лютеиновые клетки (2); кровеносные сосуды (3).*

**Рисунок № 6. Строение яйца курицы.**

(Рис. 23 стр. 79 в учебнике «БИР животных» К.Г. Газаряна, Л.В. Белоусова).

*Зарисовать схему строения яйца и обозначить яйцевые оболочки.*

**5. "Гаметогенез. Сперматогенез."**

Стадии гаметогенеза. Морфология и физиология гамет. Половые и соматические клетки. Строение семенников. Последовательные стадии сперматогенеза. Клетки Сертоли. Биохимия сперматогенеза. Особенности сперматогенеза. Спермиогенез. Электронно-микроскопические исследования развивающихся и зрелых спермиев. Закономерности сперматогенеза у различных животных: однократный, сезонный, непрерывный. Сперматозоид. Типы строения и свойства спермиев.

**6. "СПЕРМАТОГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ СЕМЕННИКА МЛЕКОПИТАЮЩИХ. МОРФОЛОГИЯ СПЕРМАТОЗОИДА."**

*Цель занятия — ознакомиться со стадиями сперматогенеза, рассмотреть сперматозоиды различных видов животных и изучить строение мужских половых клеток на различных стадиях сперматогенеза.*

*Задача: изучить процесс сперматогенеза и строение мужских половых клеток на различных его стадиях, используя теоретический материал практикума и наглядные пособия.*

**Сперматогенез** - это развитие мужских половых клеток.

Этот процесс включает в себя три стадии: 1) размножение; 2) роста; 3) созревание; 4) формирование. На первом этапе клетки (сперматогонии) претерпевают серию митотических или гониальных делений. Сперматогонии разных генераций различаются по величине и степени конденсации хроматина (величина клеток с каждым делением уменьшается, а степень конденсации хроматина увеличивается). Последняя генерация клеток в стадии размножения – сперматоциты первого порядка, в которых происходит предмейотический синтез ДНК (репликация). Далее следует процесс созревания, складывающийся из двух последовательных мейотических делений. После первого деления образуется два сперматоцита второго порядка, а после второго деления - четыре сперматиды, отличающиеся от исходных клеток меньшими размерами. В стадии формирования сперматиды превращаются в сперматозоиды. При этом происходят характерные преобразования ядра и цитоплазмы. Ядро уменьшается в объеме, конденсируется хроматин, что приводит к прекращению процессов транскрипции. В цитоплазме сперматид формируются характерные для сперматозоида структуры: акросома и жгутик.

**Препарат № 1: Семенник крысы** (окраска гематоксилин – эозином).

Семенники млекопитающих относятся к канальцевому типу. Каждый семенник (яичко) состоит из долек (250-300). В каждой дольке располагается по 2-3 извитых канальца. При малом увеличении в зависимости от плоскости сечения они овальные, округлые или петлевидные. В разных канальцах и в разных участках по длине одного канальца можно видеть различные сочетания половых клеток (находятся на разных стадиях сперматогенеза). Это обусловлено волнообразным распространением процесса сперматогенеза по длине семенного канальца. Между извитыми канальцами находится

интерстициальная ткань, которая представляет собой рыхлую соединительную ткань, включающую кровеносные сосуды и нервы. В этой ткани встречаются отдельные крупные клетки полигональной формы с круглым светлым ядром – клетки Лейдига.

Необходимо рассмотреть и зарисовать несколько сечений канальцев для того, чтобы, сопоставив микроскопические картины, восстановить общий ход сперматогенеза. Для этого следует центрировать препарат так, чтобы в одном поле зрения находилось три канальца с различными стадиями сперматогенеза.

На большом увеличении видно, что наружная часть стенки канальца образована соединительнотканной оболочкой. Изнутри канальцы выстланы фолликулярным эпителием (клетки Сертоли). Контуры этих клеток не различимы из-за большого числа половых клеток, но видны крупные светлые ядра овальной, треугольной или конусовидной формы. Клетки Сертоли формируют многочисленные цитоплазматические отростки, в сети которых развиваются половые клетки. Тела этих клеток тянутся от базальной мембраны до просвета семенного канальца. Сами половые клетки располагаются следующим образом: у базальной мембраны канальца в зоне

размножения локализованы наиболее мелкие клетки с темным ядром - сперматогонии, за ними ближе к центру канальца, в зоне роста располагаются сперматоциты первого и второго порядка, далее в несколько рядов располагаются клетки сперматиды, ядра которых имеют вытянутую форму, хвосты отсутствуют. Тут же встречаются зрелые сперматозоиды, хвосты которых обращены в полость канальцев, а головки - к периферии.

*Найти при малом увеличении, зарисовать и обозначить: интерстициальную ткань (1) и извитые семенные канальца(2). При большом увеличении найти и обозначить: соединительнотканную оболочку извитого семенного канальца (3), сперматогонии (4), сперматоциты первого (5) и второго (6) порядка, сперматиды (7) и сперматозоиды (8). В интерстициальной ткани обозначить кровеносные сосуды (9).*

**Рисунок № 2. Схема строения сперматозоида.**

(Рис. 15 стр. 56 в учебнике «БИР животных» К.Г. Газаряна, Л.В. Белоусова).

Сперматозоид, спермий (spermium) состоит из головки, шейки и хвостика. В головке находится ядро, содержащее конденсированный хроматин. На переднем полюсе ядра в

чехлике располагается *акросома*. Акросома содержит набор ферментов, среди которых основными являются протеазы и гиалуронидаза, играющие важную роль при оплодотворении яйце-клетки. В шейке сперматозоида располагаются проксимальная и дистальная центриоли. От дистальной центриоли начинается осевая нить хвостика.

*Изучить схему строения сперматозоида.*

**Препарат № 2: Спермии морской свинки** (окраска гематоксилин – эозином).

Сперматозоиды морской свинки также имеют типичное строение. На малом увеличении видно большое количество сперматозоидов. Некоторые из них склеены, поэтому создается впечатление, что один сперматозоид имеет несколько хвостов. Головка сперматозоида имеет грушевидную форму, содержит ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы и акросому. Акросома имеет вид колпачка, окрашенного в темный цвет. В цитоплазме шейки находятся две центриоли, имеющие вид темных точек. За шейкой следует хвостик, состоящий из связующего и главного отделов. В связующем отделе (средняя часть) находится осевая нить хвостика и цитоплазма богатая

митохондриями, гликогеном и другими макроэргическими веществами, обеспечивающими сперматозоид энергией. В концевом отделе хвостика осевая нить (аксонема) покрыта только цитоплазматической мембраной.

*На большом увеличении следует изучить и зарисовать строение одной клетки, обозначить головку (caput)(1), ядро (nucleus)(2), акросому (acrosoma)(3), шейку (cervix)(4) и хвостик (жгуттик) – cauda (ilagellum)(5).*

**Препарат № 3: Сперматозоиды петуха** (окраска железный гематоксилин).

Эти сперматозоиды являются типичными, поскольку четко разделяются на головку и хвост. Их головки выглядят в виде штрихов или скобочек. В головке располагается крупное компактное ядро. В цитоплазме переднего отдела головки находится акросома, которая на световом уровне не видна. Шейка у данного вида сперматозоидов очень мала и незаметно переходит в промежуточный отдел хвостика.

*На малом увеличении найти участок препарата, где клетки лежат поодиночке и изучить их при большом увеличении, обозначить головку (1), ядро (2), акросому (3), шейку (4) и хвостик (5).*

## 7. "Оплодотворение. Партеногенез."

Осеменение (внутренне и внешнее). Встреча гамет, вопрос о привлечении спермиев к яйцу, гамоны. Акросомальная реакция спермиев и ее роль в соединении гамет: физиологическая моно- и полиспермия. Активация яйца. Две фазы активации: импульс активации и кортикальная реакция. Образование перивителлинового пространства. Механизм защиты яйца от проникновения сверхчисленных спермиев у физиологически моноспермных животных. Сингамия. Изменение метаболизма яйца (дыхание, репликация ДНК; синтез белка).

Партеногенез естественный и искусственный. Факторы, побуждающие к партеногенетическому развитию.

## 8. "ОПЛОДОТВОРЕНИЕ. ПАРТЕНОГЕНЕЗ."

*Цель занятия* — получить представление об изменениях половых клеток в ходе процесса оплодотворения.

*Задача:* повторить теоретический материал, касающийся процесса оплодотворения и его механизмов. Рассмотреть и зарисовать гистологические микропрепараты.

**Оплодотворение** - это процесс слияния половых клеток, приводящий к образованию диплоидной зиготы. Он складывается из нескольких фаз:

1) контакт сперматозоида с яйцом и их взаимное узнавание; 2) активация яйцеклетки и сперматозоида; 3) слияние генетического материала сперматозоида и яйцеклетки.

Контактному взаимодействию половых клеток предшествуют реакции, обеспечивающие их взаимное привлечение. Яйцеклетки и сперматозоиды выделяют химические вещества, участвующие в этом процессе. Такие вещества получили название

*гамонов* (гормоны гамет). *Гиногамоны* - гормоны яйцеклеток, а *андрогамоны* – гормоны сперматозоидов.

При контакте половых клеток происходит их взаимная активация, которая со стороны сперматозоида выражается в развитии *акросомной реакции*, а со стороны яйцеклетки в *кортикальной реакции* или «*реакции зоны*». После проникновения сперматозоида в яйцеклетку его ядро преобразуется в мужской пронуклеус, а ядро яйцеклетки - в женский пронуклеус. При этом происходит набухание ядра и разрыхление хроматина. При сближении ядер формируется *синкарион*, а при их слиянии - *зигота*, которая в дальнейшем подвергается процессу дробления.

**Препарат № 1: Оплодотворение у лошадиной аскариды** (окраска железным гематоксилином).

На малом увеличении видны отдельно лежащие яйцеклетки, между которыми сперматозоиды - мелкие, треугольной формы клетки. Необходимо рассмотреть препарат на большом увеличении и найти различные стадии проникновения сперматозоида. Можно увидеть момент, когда сперматозоид располагается на поверхности яйцеклетки. В месте проникновения просматривается воспринимающий бугорок. Так же можно наблюдать картину, когда сперматозоид проник в цитоплазму яйцеклетки. В этом случае видна оболочка оплодотворения на поверхности яйцеклетки. Далее сперматозоид продвигается к центральной части яйцеклетки и приобретает вид тельца с неясными контурами, внутри которого иногда заметны темно окрашивающиеся хромосомы. После проникновения сперматозоида начинается процесс деления созревания яйцеклетки.

*Определить и обозначить: эпителий матки (1), блестящую оболочку яйцеклетки (2), перивителлиновое пространство (3), цитоплазму (4), мужской (5) и женский (6) пронуклеусы.*

**Препарат № 2. Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды** (окраска железным гематоксилином).

На препарате представлена матка аскариды в поперечном разрезе. На малом увеличении в ней видно большое количество яйцеклеток округлой формы. *Необходимо найти и зарисовать яйцеклетки на разных стадиях делений созревания.*

При первом делении созревания в ооците первого порядка виден сперматозоид в виде тельца с неясными контурами, а в хромосомах женского ядра видны хроматиды. В метафазе первого деления хромосомная структура женского ядра представлена двумя тетрадами, образованными попарно сближенными гомологичными хромосомами. В анафазе первого деления гомологичные хромосомы лежат на некотором расстоянии друг от друга: две хромосомы от двух тетрад, состоящие из двух половинок находятся под плазмалеммой, а две другие хромосомы (тоже двойные) лежат в периферической части цитоплазмы. В метафазе второго деления созревания в цитоплазме ооцита второго порядка наблюдается хромосомная структура, называемая диадой, а в перивителлиновом пространстве - первое редукционное тельце, отделившееся в результате первого деления. В анафазе второго деления мейоза видна хромосомная структура, в которой от каждой диады одна хроматида остается в зрелой клетке (яйцеклетке), а другая отщепится во второе редукционное тельце. При этом первое тельце сморщивается, разделяется на два и оказывается прижатым к оболочке яйца. Сперматозоид в это время начинает преобразовываться в мужской пронуклеус.

**Препарат № 3. Синкарион в яйцеклетках лошадиной аскариды** (окраска железным гематоксилином).

На малом увеличении в матке аскариды видно значительное количество яйцеклеток. *Необходимо найти и зарисовать яйцеклетки, в которых завершился процесс делений созревания.* Их цитоплазма содержит два пронуклеуса – ядра мужской и женской половых клеток с гаплоидным набором хромосом. В некоторых яйцеклетках происходит процесс митотического деления, который можно различить по наличию хромосомных структур характерных для различных стадии деления.

Рисунок №4. Изменения в сперматозоиде в процессе оплодотворения (Рис. 24 в учебнике «БИР животных» К.Г.Газаряна, Л.В.Белоусова).

*Зарисовать схему и ее обозначить.*

#### 9. "Дробление."

Особенности деления клеток в период дробления (отсутствие роста клеток, малая продолжительность митотического цикла). Правила клеточного деления Гертвига-Сакса.

Типы дробления, их зависимость от количества желтка, его распределения в цитоплазме (полное: равномерное и неравномерное; частичное: дискоидальное, поверхностное) и от свойств цитоплазмы (радиальное, спиральное, двусимметричное). Строение бластулы у животных с разным типом дробления и образование бластулы у млекопитающих.

#### 10. "ДРОБЛЕНИЕ. БЛАСТУЛЯЦИЯ."

*Цель занятия* — получить представление об изменениях в ходе процесса дробления.

*Задача:* повторить теоретический материал, касающийся процесса дробления. Рассмотреть и зарисовать гистологические микропрепараты.

После оплодотворения и активации (при партеногенезе) на-стывает период развития, который называется **дроблением**. Во время дробления организм становится многоклеточным. По своей сути дробление - это ряд непрерывно следующих одно за другим митотических делений зиготы, в результате которых одна клетка - оплодотворенное яйцо превращается в многоклеточный комплекс. Об-щая внешняя форма зародыша в процессе дробления не меняет-ся, но образуется внутренняя (первичная) полость тела - **бластоцель**. Этим главным образом и ограничиваются качественные из-менения структуры зародыша в этот период. Взаимное распо-ложение частей цитоплазмы яйца в процессе дробления по большей части не меняется, но они попадают в разные бластомеры. Ядер-но-плазменное отношение низкое и в начале дробления достига-ет уровня, характерного для обычных соматических клеток.

Препарат № 1: Дробление яйцеклеток лошадиной аскариды (окраска железным гематоксилином).

На поперечном срезе матки лошадиной аскариды видны яйцеклетки, находящиеся на различных стадиях дробления. Сперматозоид вносит в яйцеклетку свое ядро, центросому, митохондрии. Центросома делится, между центриолями образуе-тся веретено, вокруг которого появляется лучистая сфера. Оболоч-ки обоих пронуклеусов при соприкосновении растворяются и хро-мосомы объединяются в единую группу. Так как каждое ядро при-вносит по гаплоидному набору хромосом, после объединения вос-станавливается диплоидное число хромосом, свойственное всем соматическим и незрелым половым клеткам. Стадии митоза во время периода дробления имеют ряд морфологических особенностей. В метафазе митотический аппарат деления уже четко виден. Он состоит из веретена и лучистого сияния, которые образованы микротрубочками, от-ходящими от центриолей. Хромосомы располагаются по экватору веретена. Каждая хромосома состоит из двух хроматид (сестрин-ских хромосом), образование которых произошло путем редупли-кации в синтетическом периоде интерфазы. У лошадиной аскари-ды четыре хромосомы.

В анафазе сестринские хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки. В конце анафазы по периферии клетки (в ее центральной части) появля-ется борозда, которая постепенно углубляется и в телофазе делит тело клетки на две части. Одновременно в

телофазе идет реконст-рукция дочерних ядер. При этом хромосомы деконденсируются, образуются ядрышко и ядерная оболочка.

Бластомеры одинаковой величины, что указывает на полное и равномерное дробление. В ячеистой цитоплазме бластомеров видно интерфазное ядро с глыбками гетерохроматина.

У лошадиной аскариды билатеральный тип дробления, который приводит к образованию на стадии четырех бластомеров вначале Т-образной, а затем ромбовидной структуры вследствие пространственной переориентации бластомеров.

*На малом увеличении хорошо видны зародыши на разных стадиях дробления бластомеров. Необходимо найти и зарисовать начальные этапы дробления (стадии 2-х и 4-х бластомеров).*

Препарат № 2. Дробление яйцеклетки лягушки (окраска железным гематоксилином).

Яйцеклетки амфибий содержат среднее количество желтка, который неравномерно распределен вдоль анимально-вегетативной оси яйца (*мезолецитальные, умеренно телолецитальные яйцеклетки*), претерпевают полное (*голобластическое*) *неравномерное, радиальное* дробление. В результате такого дробления возникает зародыш — *амфибластула*.

Для мезолецитальных яйцеклеток ортогональность борозд первых трех делений дробления выводится непосредственно из правил Гертвига - Сакса. Веретено первого деления дробления в зиготе амфибий располагается широтно под поверхностью анимального полюса. Соответственно *борозда первого деления дробления* проходит меридионально и называется *меридиональной*.

Меридиональная борозда закладывается на анимальном полюсе и медленно распространяется на вегетативную область. Она делит серый серп, образовавшийся в результате ооплазматической сегрегации. Желток, сосредоточенный в вегетативном полушарии, затрудняет дробление.

*Борозда второго деления* начинает закладываться вблизи от анимального полюса еще до того, как борозда первого деления дробления разделила вегетативное полушарие. Веретена второго деления расположены в той же плоскости, что и веретено первого деления, но под прямым углом к нему, поскольку эти направления примерно соответствуют наибольшему протяжению свободной от желтка цитоплазмы. Борозда второго деления дробления также меридиональная.

Первые четыре бластомера мезолецитальных яйцеклеток примерно равны между собой. Далее направление наибольшей протяженности свободной цитоплазмы в каждом бластомере совпадает с меридианами яйца, так как широтные поперечники короче меридиональных. Соответственно этому все четыре веретена третьего деления располагаются меридионально, но остаются смещенными к анимальному полюсу. Вследствие этого *борозды третьего деления дробления* проходят *широтно* и смещены к анимальному полюсу. В результате образуются четыре *анимальных бластомера* меньшего размера и четыре более крупных *вегетативных бластомера*.

Далее чередуются меридиональные и широтные борозды, а также появляется еще одно направление дробления — *тангенциальное*, которое происходит внутри бластулы параллельно поверхности зародыша.

Позже дробление утрачивает общую правильность, и на последующих стадиях дробления анимальная область содержит многочисленные мелкие клетки, а в вегетативной области имеется относительно небольшое количество крупных, богатых желтком бластомеров.

Иногда между немногочисленными бластомерами имеется небольшая полость — *полость Бэра*.

Поскольку субкортикальная зона анимального полушария яйцеклеток амфибий и осетровых рыб содержит многочисленные пигментные гранулы, анимальные бластомеры дробящихся зародышей имеют более темную окраску. Клетки-потомки пигментированных анимальных бластомеров сохраняют окраску в течение всего раннего развития, вплоть до стадии нейрулы.

*Определить анимальный и вегетативный полюса. Обратит внимание на разную величину бластомеров. Зарисовать бластулу и обозначить мелкие (micromerus) и*

крупные (*macromeris*) бластомеры. На малом увеличении необходимо определить типы имеющихся борозд дробления. При этом следует учитывать степень пигментации бластомеров и их величину.

В результате дробления образуется *бластула*. В центре бластулы фомируется полость – *бластоцель*, или первичная полость тела зародыша. В зависимости от типов дробления образуются различные бластулы.

Рисунок № 1. Типы бластул. (Рис. 37 в учебнике «БИР животных» К.Г.Газаряна, Л.В.Белоусова). *Зарисовать типы бластул. Обозначить бластоцель.*

Препарат № 3. Бластула лягушки (окраска гематоксилин – пикрофуксином).

При малом увеличении в бластуле видна многослойная бластодерма и бластоцель, которая из-за неравномерности 39 дробления смещена к анимальному полюсу. На анимальном полюсе располагаются маленькие пигментированные клетки, которые утрачивают округлую форму и плотно прилежат друг к другу по типу эпителиальных – это *крыша бластулы*.

Обычно она состоит из 1 - 3 слоев клеток. Вегетативная часть бластулы - *дно* - представлена крупными клетками с большим содержанием желтка. Между анимальными и вегетативными частями располагается *экваториальная (краевая) зона*.

Здесь стенка бластулы образована бластомерами средней величины, содержащими небольшое количество пигментных зерен и желточных включений.

*Зарисовать и обозначить: бластодерму (blastoderma) (1), крышу бластулы (tectum blastuli) (2), дно бластулы (fundus blastuli) (3), бластоцель (blastocoelia) (4) и краевую зону (zona marginalis) (5).*

## 11. "Гастрюляция."

Образование двух-, трехслойного зародыша: эктодерма, энтодерма, мезодерма. Телобластический, энтероцельный, деламинационный и пролиферационный способы образования мезодермы. Гастрюляция у ланцетника, амфибий, рыб, птиц и млекопитающих.

Опыты маркировки. Карты презумптивных зачатков на стадии ранней гастрюлы. Морфогенетические движения (инвагинация, эпибolia, иммиграция, деламинация). Механизмы морфогенетических движений клеток (явления слипания и отталкивания клеток, неравномерность клеточных делений, направленные движения клеток). Первичная эмбриональная индукция (индукция нервной системы). Понятие компетенции зародышевого материала. Детерминационные процессы в пределах хордо-мезодермального зачатка и в материале эктодермы. Теория зародышевых листков и ее современное состояние.

## 2. "ГАСТРЮЛЯЦИЯ."

*Цель занятия* — получить представление об изменениях в ходе процесса гастрюляции.

*Задача:* повторить теоретический материал, касающийся процесса гастрюляции. Рассмотреть и зарисовать гистологические микропрепараты.

Смысл *гастрюляции* состоит в образовании зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы. Следовательно, с процесса гастрюляции начинаются эмбриональная дифференцировка и морфогенез. Различные процессы - передвижение отдельных клеток, групп клеток и клеточных пластов, согласованные изменения клеточной формы, деление клеток, контактные взаимодействия между клетками, вселение и выселение клеток — приводят к расчленению зародыша на зародышевые листки. Зародыш, расчлененный на зародышевые листки, называется *гастрюлой*.

Рисунок № 1. Типы гастрюляции. (Рис. 38 в учебнике «БИР животных» К.Г.Газаряна, Л.В.Белоусова). *Зарисовать типы гастрюляции и обозначить гастрюцель.*

Препарат № 1. Гастрюла амфибий (сагиттальный срез) (окраска гематоксилин – пикрофуксином).

На данном препарате представлен срез зародыша в стадии средней или поздней гастрюлы. На срезе средней гастрюлы отчетливо видна дорсальная губа бластопора, возникшая вследствие удлинения и углубления серповидной бороздки. Дорсальная губа



ведет в полость первичной кишки (архентерон) - гастроцель, которая на этой стадии еще слабо выражена.

Крыша гастроцеля образована подвернувшимся через дорсальную губу бластопора материалом серого серпа, представляющим зачаток хорды. Дно первичной кишки образовано клетками вегетативного полюса бывшей бластулы. В этой области формируется вентральная губа бластопора. На данном препарате может быть видна бластоцель, которая постепенно будет вытесняться формирующейся гастроцелью.

На срезе поздней гастрюлы лягушки видно, что по мере гастрюляции гастроцель все увеличивается в размерах, а бластоцель наоборот, уплощается и в виде узкой щели смещается к периферии. Дорсальная губа бластопора хорошо различима и ведет в обширную гастроцель.

На дорсальной стороне гастрюлы располагается материал будущей нервной пластинки, а подвернувшийся через дорсальную губу бластопора - материал хорды.

В отличие от ланцетника, у амфибий одновременно с образованием экто- и энтодермы происходит и обособление мезодермы перемещением материала боковых частей серого серпа через латеральные губы бластопора (на срезе не попадают). Мезодермальный зачаток сразу распределяется между экто- и энтодермой. На данном этапе вентральная губа бластопора хорошо выражена. Между дорсальной и вентральной губами на срезе видна желточная пробка - клеточный материал, заканчивающий процесс перемещения в ходе гастрюляции.

*Зарисовать и обозначить: эктодерму (ectoderma) (1), энтодерму (entoderma) (2), дорсальную губу бластопора (labium blastoporalium pars dorsalis) (3), желточную пробку (embolus vittelinus) (4), вентральную губу бластопора (labium blastoporalium pars ventralis) (5), гастроцель (gastrocoelia) (6) и бластоцель (blastocoelia) (7).*

### 13. "Раннее развитие ланцетника"

Ланцетник – это филогенетически наиболее низко организованный представитель животных (представитель хордовых), относится к анамниям.

Яйцеклетка ланцетника по количеству желтка и по распределению желтка. Тип оплодотворения. Тип дробления и тип бластулы. Тип гастрюляции.

По завершении гастрюляции происходит обособление зачатков из состава первичных зародышевых листков, в частности, зачатка нервной системы, поэтому стадия называется нейруляцией, т.е. формируются осевые зародышевые закладки.

Формирование хорды, нервной трубки и мезодермальных листков.

По завершении нейруляции начинается органогенез.

В развитии ланцетника, с одной стороны, ясно представлены черты типичных позвоночных (характерное расположение зачатков при гастрюляции, формирование хорды из дорсальной стенки первичной кишки и нервной пластинки из дорсальной эктодермы), а с другой – черты беспозвоночных вторичноротых животных (целобластула, инвагинационная гастрюляция, энтероцельная закладка целома, трехсегментная стадия).

### 14. "РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛАНЦЕТНИКА."

Цель занятия: изучить строение и локализацию зародышевых листков эмбриона ланцетника, выработать умения и навыки определения и морфологической характеристики эктодермы, энтодермы, мезодермы.

Оборудование, приборы: микроскопы, микропрепараты, муляжи стадий развития ланцетника, микрофото, электронные микрофотографии.

Содержание занятия: рассмотреть муляжи: этапы развития ланцетника, зарисовать основные этапы развития ланцетника, заполнить таблицу «Сравнительная характеристика эмбриогенеза различных животных», выполнить тестовое задание по теме.

### 15. "Раннее развитие млекопитающих."

Развитие яйцеклеток высших млекопитающих. Овуляция. Дробление. Гастрюляция. Имплантация. Типы плацент, функции плацент. Материнско-плодовые взаимоотношения. Способы образования желточного мешка, амниона и аллантоиса, их функции.

## 16. "РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ."

*Цель занятия:* изучить особенности ранних стадий эмбриогенеза высших млекопитающих. Выработать умения и навыки распознавания разных типов плацент.

*Оборудование, приборы:* микроскопы, микропрепараты, микрофото, электронные микрофотографии.

*Содержание занятия:* рассмотреть и зарисовать этапы развития млекопитающих, заполнить таблицу, выполнить тестовое задание.

Рисунок №1. Эмбриональное развитие млекопитающих.

Препарат

№1. Ворсинка хориона (тотальный препарат).

Рисунок №2. Типы плацент.

## 17. "РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ."

*Цель занятия:* изучить особенности ранних стадий эмбриогенеза высших млекопитающих. Выработать умения и навыки распознавания разных типов плацент.

*Оборудование, приборы:* микроскопы, микропрепараты, микрофото, электронные микрофотографии.

*Содержание занятия:* рассмотреть и зарисовать этапы развития млекопитающих, заполнить таблицу, выполнить тестовое задание.

Рисунок №3. Плацента человека. Схема.

Препарат №2. Пуповина свиньи.

## 27. "Консультация"

Студенты имеют возможность обсудить с преподавателями возникшие трудности при подготовке к экзамену по заранее изученным темам и предоставленным вопросам для промежуточной аттестации.

## 28. "Экзамен"

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,

от 76 до 90 баллов – «хорошо»,

от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	7 семестр	
	Эмбриология	
1	Предмет биологии размножения и развития. Онтогенез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Понятие об онтогенезе. Прогаметогенез.	Проработка лекций
3	Оогенез. Строение яичника.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	ООГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ ЯИЧНИКА МЛЕКОПИТАЮЩИХ. МОРФОЛОГИЯ ЯЙЦЕКЛЕТКИ.	Проработка лекций

5	Гаметогенез. Сперматогенез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	СПЕРМАТОГЕНЕЗ. СТРОЕНИЕ СЕМЕННИКА МЛЕКОПИТАЮЩИХ. МОРФОЛОГИЯ СПЕРМАТОЗОИДА.	Проработка лекций
7	Оплодотворение. Партеногенез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	ОПЛОДОТВОРЕНИЕ. ПАРТЕНОГЕНЕЗ.	Проработка лекций
9	Дробление.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	ДРОБЛЕНИЕ. БЛАСТУЛЯЦИЯ.	Проработка лекций
11	Гастрюляция.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	ГАСТРУЛЯЦИЯ.	Проработка лекций
13	Раннее развитие ланцетника	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛАНЦЕТНИКА.	Проработка лекций
15	Раннее развитие млекопитающих.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.	Проработка лекций
17	РАННЕЕ ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.	Проработка лекций
18	Консультация	Самостоятельное изучение заданного материала
19	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

В ходе подготовки к занятию обучающиеся читают обязательную литературу.

Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение практических занятий посредством устного опроса и проверки конспектов по теме занятия. Оцениваются как фактические знания студентов, так и глубина понимания и способности вычленения и интерпретации целостных смысловых конструкций, а также навыки самостоятельного поиска необходимой информации по теме занятия и ее критической оценки.

## **6.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

#### **Тестовые задания:**

1. Установите соответствие:

Гаметогенез:

1. Сперматогенез
2. Оогенез

Стадии гаметогенеза:

- а) Размножения
- б) Роста
- в) Созревания
- г) Формирования

Ответ: 1-а,б,в,г; 2-а,б,в

2. Включениями ооплазмы ооцита являются:

1. Гормоны
2. Ферменты
3. Желточные гранулы
4. Гликоген
5. Пигментные включения

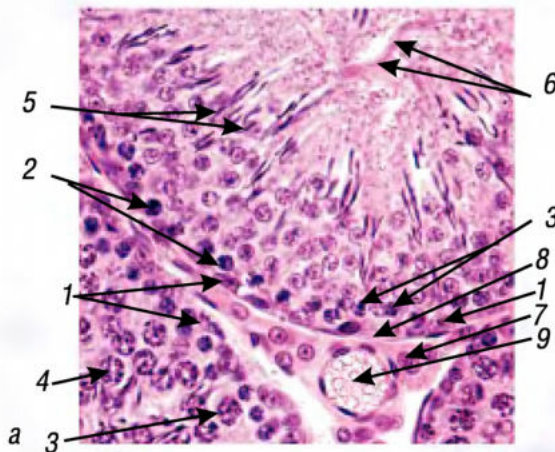
Ответ: 3

3. Соответствие между цифрами на рисунке и названиями структур:

### Препарат «Семенник крысы» (Б)

Окраска: гематоксилин-эозин

Объектив  $\times 40$  — а



- 1 — ядро клетки Сертоли;
- 2 — сперматогонии (ядра);
- 3 — сперматоциты I порядка (ядра);
- 4 — сперматоциты II порядка (ядра);
- 5 — сперматиды;
- 6 — жгутики сперматид и сперматозоидов;
- 7 — клетки Лейдига;
- 8 — базальная мембрана;
- 9 — кровеносный сосуд

А — сперматогонии (ядра);

Б — ядро клетки Сертоли;

В — сперматоциты I порядка (ядра);

Г — сперматиды;

Д — клетки Лейдига;

Е — кровеносный сосуд;

Ж — сперматоциты II порядка (ядра);

З — жгутики сперматид и сперматозоидов;

И — базальная мембрана.

Ответ: 1 — Б; 2 — А; 3 — В; 4 — Ж; 5 — Г; 6 — З; 7 — Д; 8 — И; 9 — Е.

4. Тип яйцеклетки амфибий:

1. Олиголецитальная первично изолецитальная
2. Мезолецитальная умеренно телолецитальная
3. Полилецитальная резко телолецитальная
4. Олиголецитальная вторично изолецитальная
5. Мезолецитальная резко телолецитальная

Ответ: 2

5. Тип дробления зиготы зависит от:

1. Количества кортикальных гранул
2. Количества желточных включений
3. Распределения органоидов в клетке
4. Распределения желтка в клетке

Ответ: 2,4

6. Наиболее древний в эволюции внезародышевый орган, возникший как орган,

депонирующий питательные вещества, необходимые для развития зародыща - .....

Ответ: желточный мешок

Вопросы к экзамену:

1. Биогенетический закон Мюллера-Геккеля.
2. Методы биологии индивидуального развития.
3. Неопреформизм и неозигенез.
4. Оогенез у млекопитающих.
5. На какие периоды делится оогенез и сперматогенез.
6. Различия между спермато- и оогенезом.
7. Процессы в ядре ооцита при подготовке и протекании делений мейоза. Вителлогенез.
8. Строение яичника млекопитающих. Яйцевые фолликулы.
9. Желтое тело, его образование и значение.
10. Гормональная регуляция полового цикла.
11. Яйцеклетка: классификация, морфология, физиология.
12. Значение желтка в яйце для развития зародыша.
13. Оплодотворение и его биологическое значение. Типы оплодотворения.
14. Дистантные взаимодействия гамет.
15. Контактные взаимодействия гамет: активация сперматозоида, активация яйцеклетки.
16. Партогенез, гиногенез, андрогенез.
17. Типы дробления и их зависимость от строения яйцеклетки.
18. Общая характеристика процесса дробления и его биологический смысл.
19. Бластуляция и типы бластул.
20. Способы и механизмы гастрюляции. Значение и судьба бластопора.
21. Anamnia и amniota. Сходство и различие в эмбриогенезе.
22. Зависимость типа бластул от типа дробления.
23. Развитие ланцетника.
24. Раннее развитие млекопитающих.
25. Правило клеточного деления Гертвига-Сакса.
26. Развитие костных рыб.
27. Способы выделения мезодермы.
28. Развитие амфибий.
29. Моно- и полиспермия.
30. Развитие нервной системы и органов чувств.
31. Пространственная организация дробления.
32. Особенности клеточных циклов при дроблении и бластуляции: синхронное и асинхронное дробление.
33. Характеристика процесса гастрюляции.
34. Основные положения теории зародышевых листков.
35. Образование и типы плацент у млекопитающих.
36. Нейруляция у amniot.
37. Механизмы имплантации зародыша млекопитающих.
38. Сингамия.

Аргументированный ответ на вопросы преподавателя по одной теме – максимум 10 баллов. Максимальное количество тем, обсуждаемых в ходе собеседования, – 6.

Обучающиеся, совокупно набравшие по итогам работы в семестре и в ходе итогового собеседования 61 балл и более, получают зачет по дисциплине.

Обучающиеся, по итогам текущего контроля успеваемости в семестре набравшие 61 балл и более, получают зачет автоматом без прохождения итогового собеседования.

## 6.2. Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ОПК – 2 – Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<p>Знает: представление об основных закономерностях развития животных в период эмбриогенеза;</p> <p>Умеет: дифференцировать этапы развития эмбриона на микроскопических препаратах.</p>	Дискуссия, решение проблемных задач, доклады, работа на занятии.	<p>Пороговый (удовл.) 61-75 баллов:  <b>Знает:</b> современные направления биологии индивидуального развития животных  <b>Умеет:</b> систематизировать полученные знания</p> <p>базовый (хор.) 76-90 баллов:  <b>Знает:</b> современные направления, принципы, закономерности, биологии Индивидуального развития животных, источники развития и механизм образования тканей на определенном этапе эмбриогенеза  <b>Умеет:</b> Проводить анализ научной литературы; статистическую обработку полученных данных</p> <p>повышенный (отл.) 91-100 баллов:  <b>Знает:</b> методы получения и Исследования эмбрионального материала; описательные, экспериментально-эмбриологические, иммуннобиологические, эко-логические методы и методы генной инженерии  <b>Умеет:</b> Приобретать новые знания, используя ин-формационные технологии</p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Саврова, О. Б. Основы эмбриологии: учебное пособие на русском и английском языках для студентов i и ii курсов специальностей «лечебное дело» и «стоматология» / О. Б. Саврова, И. З. Ерёмина. — Основы эмбриологии, Весь срок охраны авторского права. — Электрон. дан. (1 файл). — Москва: Российский университет дружбы народов, 2013 — 147 с. — Весь срок охраны авторского права. — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — [URL:http://www.iprbookshop.ru/22202.html](http://www.iprbookshop.ru/22202.html) (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Тельцов, Л. П. Тесты по цитологии, эмбриологии и общей гистологии : учебное пособие / Л. П. Тельцов, О. Т. Муллакаев, В. В. Яглов. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1062-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/663> (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Барсуков, Н. П. Специальная гистология и эмбриология. Рабочая тетрадь : учебное пособие / Н. П. Барсуков. — 3-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 68 с. — ISBN 978-5-8114-3338-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111898> (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Нуртазин, С. Т. Биология индивидуального развития: учебник / С. Т. Нуртазин, Э. Б. Всеволодов. — Биология индивидуального развития, 2024-05-23. — Электрон. дан. (1 файл). — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2011 — 295 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 23.05.2024 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/57425.html>>. (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

1. Нуртазин, С. Т. Биология индивидуального развития: учебник / С. Т. Нуртазин, Э. Б. Всеволодов. — Биология индивидуального развития, 2024-05-23. — Электрон. дан. (1 файл). — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2011 — 295 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 23.05.2024 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/57425.html>>.

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

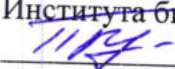
### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ЭНЗИМОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная



Дубровский В.Н. Энзимология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Молекулярные основы жизни: Биохимия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Дубровский В.Н., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

### Цели и задачи дисциплины

Цель курса: освоение материала по основам энзимологии, развитие представлений о ферментах, механизме их действия, свойствах, кинетике ферментативных процессов. В задачи курса входит освоение учебного материала по следующим основным разделам: общие представления о структуре ферментов, небелковые части ферментов, механизм действия ферментов, свойства ферментов, роль ферментов в клеточном метаболизме, оценка деятельности ферментов путем анализа кинетических параметров ферментативных процессов, методы выделения и идентификации ферментов, использование ферментов в качестве инструментов биохимического и молекулярно-биологического анализа.

Содержание данной дисциплины необходимо для освоения следующих дисциплин – биоэнергетика, генетика, клеточная биология, биофизика, дисциплин специализации.

В качестве предпосылочных знаний для освоения данной дисциплины необходимы: основы органической и неорганической химии, основы общей физики в особенности термодинамика, аналитическая химия, основы ботаники, зоологии, анатомии и физиологии человека и животных, микробиологии.

### 1.1 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции ФГОС ВО 3++	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-1 Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-свойства ферментов и их роль в клеточном метаболизме.</li> <li>-общие механизмы действия ферментов;</li> <li>-кинетику ферментативных процессов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-проводить анализ научной литературы;</li> <li>-приобретать новые знания, используя информационные технологии.</li> <li>-выполнять основные операции биохимического анализа;</li> <li>-приводить аргументы и факты.</li> </ul>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			6
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	4	4
	<b>час</b>	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50
Лекции		16	16
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34

<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

**3.1.** Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в ходе оценки выполнения лабораторных работ, устных и письменных ответов на лабораторных занятиях, тестовых заданий, участия в дискуссиях сформированность компетенций. Прделанная студентами работа в течение семестра, оценивается в баллах.

Студенты, набравшие в ходе изучения курса менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине. Зачет проводится в устной форме по вопросам к зачету по дисциплине. В билете 2 вопроса. Во время зачета можно использовать отчеты по лабораторным работам.

Экзаменационные вопросы включают следующие разделы курса:

1. Общие представления о ферментах. Классификация ферментов.
2. Структура ферментов. Небелковые части ферментативных молекул.
3. Свойства ферментов.
4. Кинетика ферментативных процессов.
5. Регуляция ферментативной активности.
6. Выделение и очистка ферментов.
7. Методы определения ферментативной активности.
8. Биологическое разнообразие и специализация ферментов.

#### **4. Содержание дисциплины**

##### **4.1. Тематический план дисциплины**

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
	Часов в 6 семестре	144	16	0	34	94
1	Общие представления о ферментах. Классификация ферментов.	6	2	0	0	4
2	Общая характеристика ферментов.	8	0	0	4	4
3	Структура ферментов. Небелковые части ферментативных молекул.	6	2	0	0	4
4	Определение активности ацетилхолинэстеразы методом Элмана.	10	0	0	4	6
5	Свойства ферментов.	6	2	0	0	4
6	Исследование активности ацетилхолинэстеразы в зависимости от концентрации субстрата.	12	0	0	4	8

7	Кинетика ферментативных процессов.	6	2	0	0	4
8	Исследование зависимости активности ацетилхолинэстеразы от pH инкубационной среды.	10	0	0	4	6
9	Регуляция ферментативной активности.	6	2	0	0	4
10	Исследование кинетических параметров гидролиза ацетилхолина в присутствии прозерина.	12	0	0	4	8
11	Выделение и очистка ферментов.	6	2	0	0	4
12	Определение субстратной специфичности холинэстераз.	12	0	0	4	8
13	Методы определения ферментативной активности.	6	2	0	0	4
14	Определение константы полуингибирования IC-50 для холинэстераз из различных источников.	12	0	0	4	8
15	Биологическое разнообразие и специализация ферментов.	6	2	0	0	4
16	Определение кинетических параметров гидролиза ацетилхолина с помощью метода графоаналитических построений.	12	0	0	4	8
17	Кинетика ферментативных процессов.	6	0	0	2	4
18	Консультация перед зачетом	2	0	0	0	2
19	Зачет	0	0	0	0	0
	Итого (часов)	144	16	0	34	94

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля) по темам

### 1. Общие представления о ферментах. Классификация ферментов.

Понятие ферменты. Ферментативный и неферментативный катализ. Реакции катализируемые ферментами. Общее устройство ферментативных молекул. Классификация ферментов. Схема нумерации ферментов. Правила классификации и номенклатура. Общие указания и правила. Указания и правила, касающиеся отдельных классов ферментов. Ферментативные реакции. Оксидоредуктазы. Трансферазы. Гидролазы. Лиазы. Изомеразы. Лигазы. Транслоказы.

### 2. Структура ферментов. Небелковые части ферментативных молекул.

Активный центр ферментативной молекулы. Общие свойства активных центров ферментов. Якорный и каталитический участки в составе активных центров. Небелковые части ферментов. Коферменты, простетические группы, кофакторы. Роль витаминов в качестве небелковых частей ферментов.

### 3. Лабораторное занятие 1. Определение активности ацетилхолинэстеразы методом Элмана."

- Приготовление реагентов для определения активности ферментов.
- Освоение метода Элмана.

### 4. Свойства ферментов.

Специфичность действия ферментов. Виды специфичности. Абсолютная специфичность. Абсолютная и относительная групповая специфичность. Стереоспецифичность. Зависимость активности ферментов от pH и температуры инкубационной среды.

### 5. Лабораторное занятие 2. Исследование активности ацетилхолинэстеразы в зависимости от концентрации субстрата."

- Приготовление реагентов для определения активности ферментов.
- Определение активности фермента в зависимости от концентрации субстрата.
- Построение кривой зависимости  $V$  от  $[S]$ .

#### 6. Кинетика ферментативных процессов.

Способы выражения скоростей ферментативных процессов. Единицы ферментативной активности, катал, число оборотов ферментативной молекулы, удельная ферментативная активность. Зависимость активности ферментов от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

#### 7. Лабораторное занятие 3. Исследование зависимости активности ацетилхолинэстеразы от pH инкубационной среды."

- Приготовление реагентов для определения активности ферментов.
- Определение активности фермента при различных уровнях pH инкубационной среды.
- Построение кривой зависимости  $V$  от  $[S]$ .

#### 8. Регуляция ферментативной активности.

Ингибирование и активация ферментов. Ингибиторы. Типы обратимого ингибирования. Сводка, иллюстрирующая различные типы влияния ингибиторов. Определение ингибиторных констант. Определение ингибиторных констант для систем с частичным ингибированием. Ингибирование в ферментных системах с несколькими субстратами. Наличие ингибитора в препарате субстрата. Другие типы ингибирования. Нелинейная кинетика ингибирования. Неспецифические эффекты ингибирования. Ингибиторы с очень высоким сродством. Влияние pH на ингибирование. Необратимое ингибирование. Активаторы. Влияние на скорость реакции. Равновесные эффекты. Неспецифическое влияние ионов. Липофильные ионы. Аллостерические и кооперативные эффекты. Способы представления данных по кооперативности. Выбор модели кооперативности. Скорости реакций в кооперативных системах. Артефакты.

#### 9. Лабораторное занятие 4. Исследование кинетических параметров гидролиза ацетил холина в присутствии прозерина. "

- Приготовление реагентов для определения активности ферментов.
- Определение активности фермента при различных концентрациях субстрата в присутствии и отсутствии ингибитора.
- Построение кривой зависимости  $1/V$  от  $1/[S]$ .

#### 10. Выделение и очистка ферментов.

Материалы для получения ферментов. Разрушение клеток и тканей при выделении ферментов. Общий обзор устройств для гомогенизации фермент-содержащих субстратов. Выделение ферментов. Использование центрифугирования для выделения ферментных препаратов. Общий обзор сред для выделения ферментных препаратов.

#### 11. Лабораторное занятие 5. Определение субстратной специфичности холинэстераз.

- Приготовление реагентов для определения активности ферментов.
- Определение активности фермента различного происхождения с использованием субстратов различной химической структуры.
- Сравнительный анализ полученных данных.

#### 12. Методы определения ферментативной активности.

Основные физико-химические показатели используемые для оценки активности ферментов. использование оптической плотности растворов для определения активности

ферментов. Метод исследования активности холинэстераз по Элману. Определение основных кинетических параметров гидролиза различных холиновых эфиров с использованием метода Элмана.

**13. Лабораторное занятие 6. Определение константы полуингибирования IC-50 для холинэстераз из различных источников."**

- Приготовление растворов ингибитора в диапазоне концентраций  $1 \cdot 10^{-4} \text{M}$  -  $1 \cdot 10^{-14} \text{M}$ .
- Определение активности фермента различного происхождения в присутствии различных концентраций ингибитора.
- Сравнительный анализ полученных данных.

**14. Биологическое разнообразие и специализация ферментов.**

Разнообразие форм ферментов - изоферменты. Ацетилхолинэстеразы млекопитающих, биологическое значение, субстратная специфичность, классификация. Участие холинэстераз в проведении нервного импульса. Распространение холинэстераз в природных объектах. Ингибирование холинэстераз.

**15. Лабораторное занятие 7. Определение кинетических параметров гидролиза ацетилхолина с помощью метода графоаналитических построений. "**

- Обратное преобразование уравнения Михаэлиса-Ментен.
- Определение величин  $K_m$  и  $V_{max}$  с использованием метода двойных обратных величин Лайнуивера и Бэрка.
- Сравнительный анализ полученных данных.

**5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся**

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	6 семестр	
	Энзимология	
1	Общие представления о ферментах. Классификация ферментов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Общая характеристика ферментов.	Проработка лекций
3	Структура ферментов. Небелковые части ферментативных молекул.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Определение активности ацетилхолинэстеразы методом Элмана.	Проработка лекций
5	Свойства ферментов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Исследование активности ацетилхолинэстеразы в зависимости от концентрации субстрата.	Проработка лекций
7	Кинетика ферментативных процессов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Исследование зависимости активности ацетилхолинэстеразы от pH инкубационной среды.	Проработка лекций

9	Регуляция ферментативной активности.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Исследование кинетических параметров гидролиза ацетил холина в присутствии прозерина.	Проработка лекций
11	Выделение и очистка ферментов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Определение субстратной специфичности холинэстераз.	Проработка лекций
13	Методы определения ферментативной активности.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Определение константы полуингибирования IC-50 для холинэстераз из различных источников.	Проработка лекций
15	Биологическое разнообразие и специализация ферментов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Определение кинетических параметров гидролиза ацетилхолина с помощью метода графоаналитических построений.	Проработка лекций
17	Кинетика ферментативных процессов.	Проработка лекций
18	Консультация перед зачетом	Самостоятельное подготовка по вопросам к зачету
19	Зачет	Самостоятельное подготовка по вопросам к зачету

Самостоятельная работа студентов направления «Биология» по дисциплине «Энзимология» включает следующие виды учебной деятельности: конспект, подготовка к защите лабораторной работы, промежуточному тестированию, контрольной работе, составление сравнительных таблиц, систематизация полученных знаний с использованием основной и дополнительной литературы, презентации, выступление с докладом.

Выступление с докладом и презентацией является одной из устных форм контроля, составляется в соответствии с требованиями к оформлению рефератов, разработанными для работ такого рода, обсуждается при индивидуальном собеседовании. Преподавателями и студентами группы оценивается качество и правильность составления доклада и презентации к реферату.

В процессе обучения студенты самостоятельно работают в аудитории 308 во внеурочное время. Для подготовки к занятиям, контрольным работам, коллоквиумам, экзамену необходимо: иметь учебник, владеть навыками использования компьютерными презентациями.

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – устный ответ на экзамене.

Экзамен проводится в устной форме по билетам во время сессионного периода. Студенты, набравшие в ходе изучения курса менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине. Каждый билет включает по 2 вопроса. На подготовку ответа на экзамене отводится не менее 40 минут. Студенты, набравшие по результатам текущего контроля 61 и более баллов, могут получить оценку соответственно набранным баллам, а также могут улучшить оценку на экзамене.

Вопросы к зачету по дисциплине «Энзимология»:

1. Единицы выражения скорости ферментативных реакций. E, катал, удельная ферментативная активность, число оборотов фермента.
2. Изоферменты биологическое значение множественности молекулярных форм ферментов.
3. Методы выделения и очистки ферментов. Разрушение тканей, очистка ферментных препаратов.
4. Кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Мэнтен и его вывод.
5. Константа Михаэлиса и Максимальная скорость ферментативного процесса. Практическое значение.
6. Определение величин  $K_m$  и  $V_{max}$  на практике. Графоаналитический метод двойных обратных величин Лайнуивера и Берка.
7. Влияние pH на скорость ферментативных процессов. Причины изменения скорости ферментативных реакций при изменении pH инкубационной среды.
8. Влияние температуры на скорость ферментативных процессов. Причины изменения скорости ферментативных реакций при изменении температуры инкубационной среды.
9. Зависимость скорости ферментативных процессов от концентрации субстрата.
10. Классификация ферментов.
11. Специфичность действия ферментов, виды специфичности. Гипотеза индуцированного соответствия.
12. Основные теории взаимодействия фермента и субстрата. Фермент-субстратный комплекс. Гипотеза индуцированного соответствия.
13. Термодинамические основы протекания ферментативных процессов, теория переходного состояния.
14. Ингибиторы ферментативных процессов, классификация, биологическое значение.
15. Влияние конкурентных ингибиторов на основные кинетические параметры ферментативных процессов.
16. Влияние неконкурентных ингибиторов на основные кинетические параметры ферментативных процессов.
17. Небелковые составляющие ферментативных молекул. Коферменты, простетические группы, кофакторы – химическая природа, значение для ферментов.
18. Структура ферментативных молекул. Активный центр его значение, общие принципы построения активных центров ферментов.
19. Биосинтез ферментов. Происхождение белковых и небелковых частей ферментативных молекул.
20. Компартиментализация ферментов в клетке. Основные ферменты клеточных компартментов.
21. Регуляция ферментативной активности в клетках. Аллостерические ферменты, изоферменты.
22. Необратимая инактивация ферментов. Необратимые ингибиторы – практическое значение, влияние на основные кинетические параметры ферментативных процессов.
23. Биологическое значение холинэстераз в организме млекопитающих.
24. Участие холинэстераз в механизме проведения нервного импульса в холинергических синапсах нервной системы.
25. Ложная и истинная холинэстеразы – сходства и различия.
26. Основные принципы определения активности холинэстераз методом Элмана.
27. Анализ графиков зависимости скорости ферментативных процессов от концентрации субстрата в прямых и обратных величинах.
28. Регуляция ферментативной активности в тканях посредством гормонов.



## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
	ПК-1 Способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований.	<b>Знает:</b> -свойства ферментов и их роль в клеточном метаболизме. -общие механизмы действия ферментов; -кинетику ферментативных процессов; <b>Умеет:</b> -проводить анализ научной литературы; -приобретать новые знания, используя информационные технологии. -выполнять основные операции биохимического анализа; -приводить аргументы и факты.	Выполнение лабораторных работ, рефераты, доклады.	1. Ссылки на авторитетные источники информации 2. Привлечение современных научных достижений 3. Способность к анализу и оценке 4. Способность использовать оборудование для рутинной работы по сбору результатов для дипломных и курсовых проектов.

### 6.2.1 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Примеры тестовых вопросов и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Белковая часть фермента называется...

- а) кофермент
- б) апофермент
- в) холофермент
- г) кофактор;

2. Какое отношение к ферментам имеют витамины?

- а) выступают в качестве коферментов и простетических групп в составе ферментов
- б) не имеют отношения к молекулам ферментов
- в) регулируют скорость ферментативных реакций
- г) являются основой для построения ферментативных молекул;

3. Отметьте коферменты.

- а)  $NAD^+$
- б) FAD
- в) аденин
- г) аланин;

4. Отметьте простетические группы ферментов.

- а) NAD<sup>+</sup>
- б) FAD
- в) аденин
- г) аланин;

5. Константа Михаэлиса отражает...

- а) сродство фермента к субстрату
- б) скорость ферментативного процесса
- в) количество субстратов для фермента
- г) молекулярный вес ферментативной молекулы;

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная литература:

1. Плакунов, В. К. Основы энзимологии : учебное пособие / В. К. Плакунов. - Москва : Логос, 2020. - 128 с. - ISBN 978-5-94010-027-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213096> (дата обращения: 24.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Бландов, А. Н. Кинетика ферментативных реакций : учебно-методическое пособие / А. Н. Бландов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 30 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66505.html> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Таганович А. Д., Олецкий Э. И., Коневалова Н. Ю., Лелевич В. В.; Биологическая химия: учебник / Биологическая химия : учебник / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, Н. Ю. Коневалова, В. В. Лелевич ; под редакцией А. Д. Тагановича. — 2-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 672 с. — ISBN 978-985-06-2703-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90721.html> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Димитриев, А. Д. Биохимия : учебное пособие / А. Д. Димитриев. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 111 с. — ISBN 978-5-4487-0165-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74956.html> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110208> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Ковальчукова, О. В. Общая и биоорганическая химия. Органическая химия : учебное пособие / О. В. Ковальчукова, О. В. Авраменко. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 124 с. — ISBN 978-5-209-03563-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11428.html> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/5842> (дата обращения: 24.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Болдырев, А. А. Биомембранология: учебное пособие / А.А. Болдырев, Е.И. Кяйвярайнен, В.А. Илюха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. - 186 с. ISBN 978-5-7638-1241-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/345146> (дата обращения: 24.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

#### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. [www.clarivate.com](http://www.clarivate.com)
2. [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)
3. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

#### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Таблица 5

Виды образовательных технологий применяемых при осуществлении различных форм учебной работы в ходе освоения дисциплины

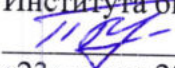
№ п/п	Вид образовательных технологий	Вид учебной работы в ходе которых используется данная технология	Краткое описание использования образовательных технологий
1	Мультимедийные средства обучения	Лекционный курс, семинарские занятия, самостоятельная работа	В лекционном курсе студентам демонстрируются анимированные слайды, видео ролики для более полного освещения материала, в ходе самостоятельной подготовки к семинарским занятиям студенты разрабатывают с помощью ПО - "MO PowerPoint" слайды для более полного освещения излагаемого материала.
2	Специализированные программы	Лекционный курс, лабораторные занятия, самостоятельная работа	При подготовке и чтении лекционного курса используется программы пакета Microsoft Office ("MO PowerPoint, Windows Media Player, Internet Explorer"), указанное ПО также используют студенты в ходе самостоятельной работы, в ходе проведения практических работ проводится измерение оптической плотности на спектрофотометре Shimadzu UV 2401 PC оборудованного управляющей станцией в виде ПК с программным обеспечением UVProbe ver.2.21
3	Исследовательские методы	Практические занятия	Важным этапом в формировании навыков исследовательской деятельности является развитие навыков составления аналитических отчетов и обзоров. В ходе подготовки к практическим занятиям (научной дискуссии по теме семинара) студенты не ограничиваются списком основной и дополнительной литературы. Студентам предлагается для более полного освещения круга вопросов семинара и рефератов самостоятельно отбирать материал в научной периодической печати а также в интернет ресурсах.
4	Модульно-рейтинговые технологии организации учебного процесса	Все виды учебной работы	Даная рабочая программа составлена с учетом того что текущий контроль знаний студентов а также итоговая оценка по дисциплине выставляется с применением модульно-рейтинговой системы оценки.

5	Интерактивные формы организации образовательного процесса	Лабораторные занятия	В ходе освоения дисциплины для оценки уровня подготовки студентов проводятся семинары в форме научной дискуссии в ходе которой каждый студент может высказать свое мнение по поставленным вопросам опираясь на материалы литературы использованной при подготовке к семинару. Знания при этом оцениваются по следующим пунктам: 1) правильное изложение сути вопроса; 2) знание структурных формул; 3) понимание сути экспериментальных данных по конкретному вопросу.
---	---	----------------------	--

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебный процесс по дисциплине «Энзимология» проходит в аудитории №308 Института Биологии, Тюменского государственного университета которая оснащена мультимедийным комплексом позволяющим воспроизводить слайды, видеоролики и др. Также лаборатория оснащена всем необходимым оборудованием для выполнения заданий к практическим занятиям.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Павлова Е. А. Язык программирования Python. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины Язык программирования Python опубликована на сайте ТюмГУ: Язык программирования Python [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>

## 1. Пояснительная записка

При изучении дисциплины студент получает знания о базовых принципах построения программ на языке программирования Python, об особенностях обработки данных разных типов на языке программирования Python.

### Цели и задачи освоения дисциплины

Программа дисциплины ориентирована на достижение следующих целей: изучение основ языка программирования Python, библиотек, необходимых для анализа и визуализации данных, полученных при решении задач биоинженерии и биоинформатики, развитие логического мышления обучающихся.

Исходя из целей, в программе дисциплины Язык программирования Python предусматриваются задачи: познакомить студентов с базовыми понятиями языка программирования Python (данными, переменными, ветвлениями, циклами и функциями); познакомить студентов с основными алгоритмами и функциями библиотек, необходимых для решения задач профессиональной сферы; дать опыт разработки собственных структур данных для решения задач профессиональной сферы.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1. Дисциплин (модули). Обязательная часть. Для освоения данной дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения следующих, предшествующих данной, дисциплин: «Информатика и основы программирования», «Динамическое программирование».

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенций (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения – ОПК-6;	-----	Знает: содержание, основные этапы и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий. Умеет: использовать современные технологии объектно-ориентированного программирования для создания программной модели реальных или виртуальных систем.
- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности – ОПК-7.		Знает: лексемы и операторные конструкции языка Python; методы и средства получения информации из текстовых файлов; типовые приёмы обработки информации для решения задач профессиональной сферы, средства и приёмы построения объектных типов для организации программного продукта в рамках объектно-ориентированного подхода. Умеет формализовать вычислительную

		задачу профессиональной сферы и выбрать необходимый типовой алгоритм для ее решения; строить алгоритмы решения задач профессиональной сферы и находить их решение с применением средств объектно-ориентированного программирования, умеет выявить и поставить проблему в профессиональной сфере; разрабатывать программные продукты с применением современных информационных технологий с учётом тенденции развития программирования и математического обеспечения.
--	--	---

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			8
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции			
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		68	68
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		76	76
<i>Вид промежуточной аттестации (зачёт)</i>			<i>Зачёт</i>

## 3. Система оценивания

**3.1.** Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (2-балльной) систем оценок (зачтено/не зачтено).

Оценка студента в рамках модульно-рейтинговой системы оценок является интегрированной оценкой выполнения студентом заданий во время лабораторных работ. Эта оценка характеризует уровень сформированности практических умений и навыков, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины. Студент получает «зачтено» автоматически в случае набора в течение семестра от 71 до 100 баллов.

Студент, у которого сумма набранных баллов, оказалась меньше 71, должен сдать зачёт. Зачёт проводится в устно-письменной форме. Билет содержит вопросы из разных разделов курса: теоретические вопросы и минимум две задачи. Оценка студенту выставляется на основе его ответа на теоретические вопросы, а также решения задач, примерный уровень которой соответствует уровню задач практических работ. Эта оценка характеризует уровень знаний, умений и навыков, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины.

- Шкала оценивания при проведении текущего контроля (по итогам выполнения практических работ):



0 баллов – задание не выполнено.

1 балл-при выполнении задания изучен лекционный материал, программно задание не выполнено;

2 балл – при выполнении задания допущены существенные ошибки;

3 балла – отсутствие общей идеи, системы, частичное выполнение задания.

4 балла – выполнение задания с несущественными 1-2ошибками.

5 баллов – выполнение без ошибок в соответствии с заданием.

6 баллов – выполнение без ошибок, предложен творческий подход, содержание шире задания.

- Шкала оценивания по билетам зачёта:

Каждый билет содержит от 3 до 5 вопросов. Преподаватель вправе задать уточняющий вопрос по каждому из вопросов билета.

Ответ на каждый из вопросов оценивается последующей шкале:

2 («неудовлетворительно») – студент не ответил на вопрос либо содержание ответа не раскрывает сути вопроса.

3 («удовлетворительно») – студент отвечает по существу, но не демонстрирует целостного представления по вопросу, не может аргументировать свой ответ.

4 («хорошо») – студент отвечает по существу, демонстрирует целостное представление по вопросу; не может аргументировать свой ответ либо аргументация необоснована.

5 («отлично») – студент дает полный, развернутый, аргументированный ответ на вопрос.

Итоговая оценка выводится как средняя арифметическая из оценок по вопросам билета:

«незачтено» – среднее арифметическое оценок за ответы на вопросы билета меньше либо равно 3.0

«зачтено» – среднее арифметическое оценок за ответы на вопросы билета больше 3.0

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час				
		Всего	Виды аудиторной работы (в час.)			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / Практические занятия по подгруппам	Иные виды контактной работы
1	2	3	4	5	6	7
1.	Работа в интегрированной среде разработки IDLE	10		0	2	0
2.	Типы данных. Понятие переменной. Ввод данных с клавиатуры.	10		0	4	0
3.	Логические выражения. Условный оператор. Инструкция if. Множественное ветвление.	10		0	4	0
4.	Структурные операторы. Оператор цикла с предусловием (while) языка программирования Python. Операторы break, continue.	10		0	4	
5.	Структурные операторы. Оператор цикла for языка программирования Python.	10		0	4	
6.	Строки и символы в языке Python.	10		0	4	
7.	Списки.	10		0	4	0
8.	Словари	10		0	4	0
9.	Кортежи.	10		0	4	0
10.	Функции. Параметры и аргументы функций. Локальные и глобальные переменные.	10		0	8	
11.	Файловый ввод/вывод	10		0	8	
12.	Решение задач с использованием строк, словарей, списков, кортежей.	14		0	8	
13.	Библиотеки для анализа данных.	20		0	10	
	Итого (часов)	144	0	0	68	2

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

Задания практических работ выполняются с использованием систем программирования.

### **1. "Работа в интегрированной среде разработки IDLE"**

История и особенности языка программирования Python. IDLE - интегрированная среда для разработки приложений на языке Python. Понятие интерпретатора. Простейшие программы.

### **2. "Типы данных. Понятие переменной. Ввод данных с клавиатуры"**

Данные и их типы. Целые числа, числа с плавающей точкой, строки. Изменение типа данных. Понятие переменной. Операции с целыми и вещественными типами данных.

### **3. "Логические выражения. Условный оператор. Инструкция if. Множественное ветвление"**

Логический тип данных. Логические операторы. Особенности организации условных операторов и множественных ветвлений.

### **4. "Структурные операторы. Оператор цикла с предусловием (while) языка программирования Python. Операторы break, continue"**

Особенности организации циклических операторов с предусловием. Применение операторов прерывания цикла.

### **5. "Структурные операторы. Оператор цикла for языка программирования Python"**

Особенности использования оператора цикла for. Решение задач.

### **6. "Строки и символы в языке Python"**

Символьный тип данных. Понятие последовательности в языке Python. Сложный тип данных строка. Особенности организации строк. Работа со строками.

### **7. "Списки."**

Понятие списка. Способы организации. Принципы работы со списками. Решение задач.

### **8. "Словари."**

Понятие словаря. Способы организации. Принципы работы со словарями. Решение задач.

### **9. "Кортежи"**

Понятие кортежа. Способы организации. Принципы работы с кортежами. Решение задач.

### **10. "Функции. Параметры и аргументы функций. Локальные и глобальные переменные."**

Понятие функции. Описание функции. Вызов функции. Понятие параметра и аргумента. Решение задач.

### **11. "Файловый ввод/вывод"**

Работа с файлами. Понятие файла, файловой переменной. Принципы организации работы с файлами. Операции с файлами. Решение задач.

### **12. "Решение задач с использованием строк, словарей, списков, кортежей."**

Разбор и решение известных биологических задач и задач, придуманных студентами.

### **13. "Библиотеки для анализа данных."**

Работа с библиотеками анализа и визуального представления данных. Подключение библиотек. Решение задач с использованием функций из библиотек.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
1	Работа в интегрированной среде разработки IDLE	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям, установка необходимого программного обеспечения
2	Типы данных. Понятие переменной. Ввод данных с клавиатуры.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
3	Логические выражения. Условный оператор. Инструкция if. Множественное ветвление.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
4	Структурные операторы. Оператор цикла с предусловием (while) языка программирования Python. Операторы break, continue.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
5	Структурные операторы. Оператор цикла for языка программирования Python.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
6	Строки и символы в языке Python.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
7	Списки.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
8	Словари	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
9	Кортежи.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
10	Функции. Параметры и аргументы функций. Локальные и глобальные переменные.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
11	Файловый ввод/вывод	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
12	Решение задач с использованием строк, словарей, списков, кортежей.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
13	Библиотеки для анализа данных.	Чтение обязательной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям
14	Промежуточная аттестация	Подготовка к промежуточной аттестации (зачёт)

Порядок выполнения каждого вида самостоятельной работы:

1. При прочтении основной и дополнительной литературы рекомендуется законспектировать в тетрадь теоретические сведения (кратко), необходимые для выполнения лабораторных работ, обратить внимание на интернет-ресурсы.
2. При подготовке к практическим занятиям рассмотреть примеры в источниках при решении прикладных задач, соблюдать логику и последовательность выполнения практического задания.
3. При подготовке к промежуточной аттестации (зачёта) рекомендуется прочтение основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов по дисциплине, самостоятельный поиск источников по теме, повторение тем и просмотр реализованных программ в рамках практических занятий.

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации – зачёт.

Пример задания: билет к зачёту содержит 3 вопроса.

Задание №1. Создайте список, содержащий элементы целочисленного типа, затем с помощью цикла перебора измените тип данных элементов на числа с плавающей точкой.

Задание №2.

Создайте словарь, связав его с переменной school, и наполните его данными, которые бы отражали количество учащихся в десяти разных классах (например, 1а, 1б, 2б, 6а, 7в и т.д.).

Узнайте сколько человек в заданном классе.

Представьте, что в школе произошли изменения. Внесите соответствующие изменения в словарь: в трех классах изменилось количество учащихся; в школе появилось два новых класса; в школе расформировали один из классов.

Выведите содержимое словаря на экран.

Для решения подзадач используйте функции.

Задание №3. В каждой строке текстового файла хранятся цепочки ДНК. Напишите программу, которая строит к каждой строке комплементарную.

### 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения – ОПК-6;	Знает: содержание, основные этапы и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий. Умеет: использовать современные технологии объектно-ориентированного программирования для создания программной модели реальных или виртуальных	Лабораторные работы.	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при

2.	- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности – ОПК-7.	систем. Знает: лексемы и операторные конструкции языка Python; методы и средства получения информации из текстовых файлов; типовые приёмы обработки информации для решения задач профессиональной сферы, средства и приёмы построения объектных типов для организации программного продукта в рамках объектно-ориентированного подхода. Умеет формализовать вычислительную задачу профессиональной сферы и выбрать необходимый типовой алгоритм для ее решения; строить алгоритмы решения задач профессиональной сферы и находить их решение с применением средств объектно-ориентированного программирования, выявить и поставить проблему в профессиональной сфере; разрабатывать программные продукты с применением современных информационных технологий с учётом тенденции развития программирования и математического обеспечения.	Лабораторные работы.	глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п. 4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ»
----	--	---	----------------------	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Шелудько В.М. Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули : учебное пособие / Шелудько В.М.. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. — 107 с. — ISBN 978-5-9275-2648-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87530.html> (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 7.2 Дополнительная литература:

1. Буйначев С.К. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / Буйначев С.К., Боклаг Н.Ю.. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 92 с. — ISBN 978-5-7996-1198-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66183.html> (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Сузи, Р. А. Язык программирования Python : учебное пособие / Р. А. Сузи. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 350 с. — ISBN 978-5-4497-0705-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97589.html> (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 7.3 Интернет-ресурсы:

Python для биологов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pythonforbiologists.com> (дата обращения: 25.05.2020)

Официальный сайт языка программирования Python [Электронный ресурс] <https://www.python.org/> (дата обращения: 25.05.2020)

## 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) <https://icdlib.nspu.ru/>

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

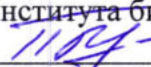
- Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:
  - платформа для электронного обучения Microsoft Teams
  - Microsoft Imagine Academy (ранее Dreamspark): MS Visual Studio, MS SQL Server, ОС семейства MS Windows, MS Visio, MS Project
  - Microsoft Office 365
- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
  - платформа Moodle <https://docs.moodle.org/dev/License>
  - FAR Manager

## 9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимы:

- для проведения лекционных занятий учебная аудитория, оснащённая мультимедийным оборудованием;
- для проведения практических занятий классы персональных компьютеров (1 студент на 1 компьютер) с установленными программными продуктами – системы программирования на языках Python;
- для проведения самостоятельной работы студентов – аудитории, оснащенные компьютерами с выходом в интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
«23» июня 2021

**МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная



Колоколова Н.Н. Микробиология и вирусология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, форма обучения, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Общая биология: Микробиология и вирусология [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.op.utmn.ru>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## **1. Пояснительная записка**

Цель преподавания дисциплины – сформировать у студентов представление о многообразии мира микроорганизмов, вирусов в природе и методологических подходах в их изучении.

Основные задачи дисциплины:

- изучение и систематизация представлений о прокариотных микроорганизмах: строении и химическом составе бактериальной клетки, особенностей энергетического и конструктивного метаболизма, многообразии типов питания;
- углубление представлений о положении и роли микроорганизмов в природе, их разнообразии, о взаимоотношениях с другими микроорганизмами;
- формирование представлений о биологическом своеобразии вирусов, способах их репродукции, особенностях развития умеренных и вирулентных бактериофагов;
- овладение техникой работы с микроорганизмами и методами микробиологических исследований.

### **1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы:**

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Для успешного освоения дисциплины студент должен обладать знаниями основ химии, клеточной биологии, физиологии растений.

Содержание данной дисциплины необходимо для более эффективного изучения последующих дисциплин – «Генетика», «Иммунология», «Биотехнология», «Генетическая инженерия».

### **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля):**

-способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1;

-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.

- знать: строение прокариотной клетки, типы питания и способы получения энергии микроорганизмами, структурную организацию и репродукцию вирусов, современные и классические методы микробиологии;

- уметь: применять полученные знания о строении, метаболизме прокариот для их характеристики и взаимосвязи с окружающей средой, проводить микробиологические исследования на современном оборудовании, анализировать научную литературу, приобретать новые знания с использованием информационных технологий;

- владеть: техникой приготовления препаратов микроорганизмов, навыками применения основных методов микробиологии в научно-исследовательской и практической работе, методами использования интернет-ресурсов и подготовки презентационного материала.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
<p>-способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1;</p> <p>-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.</p>	<p>Знает: строение прокариотной клетки, типы питания и способы получения энергии микроорганизмами, структурную организацию и репродукцию вирусов, современные и классические методы микробиологии.</p> <p>Умеет: применять полученные знания о строении, метаболизме прокариот для их характеристики и взаимосвязи с окружающей средой, проводить микробиологические исследования на современном оборудовании, анализировать научную литературу, приобретать новые знания с использованием информационных технологий; владеет техникой приготовления препаратов микроорганизмов, навыками применения основных методов микробиологии в научно-исследовательской и практической работе, методами использования интернет-ресурсов и подготовки презентационного материала.</p>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			4
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Студенты должны к экзамену отработать пропущенные лабораторные занятия и защитить все лабораторные работы.

Оценка работы студента производится по балльно-рейтинговой системе.

Шкала перевода баллов в оценки:

60 баллов и менее – «неудовлетворительно»,

61 – 75 баллов – «удовлетворительно»,

76 – 90 баллов – «хорошо»,

91 и более баллов – «отлично».

**4. Содержание дисциплины**  
**4.1. Тематический план дисциплины**

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 5 семестре	34	0	34	68
	Микробиология и вирусология	34	0	34	68
1	Общие свойства микроорганизмов. Основные методы микробиологических исследований.	4	0	0	4
2	Методы микроскопического исследования микроорганизмов. Техника приготовления препаратов микроорганизмов.	0	0	4	4
3	Морфология, строение и химический состав прокариотной клетки. Размножение, рост и развитие прокариот.	4	0	0	4
4	Изучение микрофлоры молочнокислых продуктов.	0	0	4	4
5	Обмен веществ и питание микроорганизмов. Способы получения энергии.	4	0	0	4
6	Изучение азотфиксирующих микроорганизмов.	0	0	4	4
7	Основные механизмы обмена веществ и преобразования энергии у микроорганизмов.	4	0	0	4
8	Определение численности микроорганизмов в воздухе	0	0	4	4
9	Использование неорганических доноров водорода: хемолитотрофные бактерии.	4	0	0	4
10	Культуральные свойства микроорганизмов	0	0	4	4
11	Фототрофные бактерии и фотосинтез.	4	0	0	4
12	Влияние антибиотиков на рост микроорганизмов. Определение чувствительности бактерий к	0	0	4	4

	антибиотикам				
13	Вирусы	4	0	0	4
14	Взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Определение фитопатогенных микроорганизмов.	0	0	4	4
15	Вирусы	4	0	0	4
16	Разнообразие микроорганизмов	0	0	4	4
17	Вироиды. Прионы.	2	0	0	2
18	Описание готовых микропрепаратов	0	0	2	2
19	Консультация перед экзаменом	0	0	0	0
20	Экзамен по дисциплине Микробиология и вирусология	0	0	0	0
	Итого (часов)	34	0	34	68

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Общие свойства микроорганизмов. Основные методы микробиологических исследований".

Предмет и задачи микробиологии в их историческом развитии. Открытие микроорганизмов. Прокариоты и эукариоты: сходства и различия. Проблемы систематики прокариот. Нумерическая таксономия, хемотаксономия, геносистематика. Группы прокариотных организмов. Общие свойства микроорганизмов. Основные методы микробиологических исследований. Выделение и культивирование микроорганизмов. Понятие терминов «чистая культура», «штамм», «колония» и др.

##### 2. "Методы микроскопического исследования микроорганизмов. Техника приготовления препаратов микроорганизмов".

Прижизненное изучение микроорганизмов. Приготовление фиксированных окрашенных препаратов микроорганизмов.

См. С. 12-18 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

##### 3. "Морфология, строение и химический состав прокариотной клетки. Размножение, рост и развитие прокариот".

Форма прокариот. Структура. Химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Клеточная стенка грамположительных, грамотрицательных бактерий, архей. Капсулы, слизистые слои и чехлы. Жгутики и механизмы движения. Ворсинки (фимбрии, пили). Мембраны. Цитозоль и рибосомы. Внутрицитоплазматические включения. Генетический аппарат и репликация хромосомы.

Способы размножения прокариот. Морфологически дифференцированные и покоящиеся клетки. Образование эндоспор. Элективные методы культивирования микроорганизмов. Рост бактериальной популяции в периодической культуре. Непрерывные культуры микроорганизмов. Отношение прокариот к молекулярному кислороду и

кислотности среды. Влияние температуры, излучения и других факторов на микроорганизмы.

#### **4. "Изучение микрофлоры молочнокислых продуктов".**

Изучение микрофлоры молочнокислых продуктов (кефира, йогурта) методом приготовления фиксированных окрашенных препаратов.

См. С. 45-47 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

#### **5. "Обмен веществ и питание микроорганизмов. Способы получения энергии".**

Особенности конструктивного и энергетического метаболизма микроорганизмов. Типы питания прокариот. Хемотрофия и фототрофия; органотрофия и литотрофия; автотрофия и гетеротрофия. Основные механизмы поступления питательных веществ в клетку: пассивная и облегченная диффузия, активный транспорт, перенос групп. Брожение как способ получения энергии. Основные классы брожения – молочнокислое, спиртовое, пропионовокислое, маслянокислое и др.

#### **6. "Изучение азотфиксирующих микроорганизмов".**

Изучение свободноживущих и симбиотических азотфиксирующих бактерий.

См. С. 51-56 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

#### **7. "Основные механизмы обмена веществ и преобразования энергии у микроорганизмов".**

Дыхательная цепь и фосфорилирование, сопряженное с транспортом электронов. Общая характеристика хемоорганотрофных микроорганизмов. Аэробное дыхание. Неполные окисления. Образование уксусной и других органических кислот. Метилотрофы. Метаноксиляющие бактерии. Типы анаэробного дыхания – нитратное (денитрификация), сульфатное и серное, карбонатное, фумаратное. Характеристика денитрифицирующих и сульфатвосстанавливающих бактерий и метанобразующих бактерий.

#### **8. "Определение численности микроорганизмов в воздухе".**

Определение численности микроорганизмов в воздухе помещений биофака.

См. С. 19-24 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

### **9. "Использование неорганических доноров водорода: хемолитотрофные бактерии".**

Общая характеристика хемолитотрофов. Группы хемолитотрофных эубактерий: тионовые бактерии, ацидофильные железобактерии, нитрифицирующие бактерии, водородные бактерии, карбоксидобактерии, сульфатовосстанавливающие бактерии.

Археи. Общая характеристика архей (архебактерий). Группы архебактерий: экстремальные галофилы; метанобразующие бактерии; архебактерии без клеточной стенки; археи, восстанавливающие сульфиты; экстремальные термофилы, метаболизирующие молекулярную серу.

### **10. "Культуральные свойства микроорганизмов".**

Изучение культуральных свойств микроорганизмов из воздуха.

См. С. 25-29 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

### **11. "Фототрофные бактерии и фотосинтез".**

Группы фотосинтезирующих эубактерий: пурпурные бактерии, зеленые бактерии, гелиобактерии, цианобактерии, прохлорофиты. Оксигенный и аноксигенный фотосинтез. Основные пигменты фототрофных бактерий, особенности спектров поглощения. Организация фотосинтетического аппарата. Фотофосфорилирование. Пути ассимиляции углекислоты фототрофными бактериями. Особенности использования энергии света галобактериями (бесхлорофильный фотосинтез). Фототрофные бактерии в природе.

### **12. "Влияние антибиотиков на рост микроорганизмов. Определение чувствительности бактерий к антибиотикам".**

Определение чувствительности бактерий из воздуха к антибиотикам методом бумажных дисков.

См. С. 41-44 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

### **13. "Вирусы".**

История открытия вирусов. Отличие вирусов от микроорганизмов. Строение и особенности вирусов. Классификация и таксономия вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой хозяина: продуктивный (литический), интегративный (виrogenия), abortивный. Репродукция вирусов. Репликация у ДНК-содержащих вирусов, вирусов с негативным РНК-геномом (минус-нитевые) и положительным РНК-геномом (плюс-нитевые), ретровирусов. Культивирование вирусов.

### **14. "Взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Определение фитопатогенных микроорганизмов".**

Определение фитопатогенных микроорганизмов биологическим методом.

См. С. 57-61 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биотехнология и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

### **15. "Вирусы".**

Вирусы бактерий (бактериофаги). Морфология бактериофагов. Размножение вирулентного фага: литический цикл. Развитие умеренных фагов: лизогения. Вирусы растений, животных, человека. Характеристика вирусов гриппа, гепатита, ВИЧ, ВТМ.

### **16. "Разнообразие микроорганизмов".**

Изучение разнообразия на примере прокариотических и эукариотических микроорганизмов.

См. С. 66-69 в источнике: Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биотехнология и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

Примечание: Лабораторная работа должна быть защищена не позднее следующего лабораторного занятия.

### **17. "Вироиды. Прионы".**

Вироиды и прионы: структурная организация, биологические особенности и репродукция. Болезни, вызываемые вирамидами и прионами.

### **18. "Описание готовых микропрепаратов".**



Описание готовых микропрепаратов с указанием морфологии вегетативных клеток и эндоспор, характера их скоплений.

#### 19. "Консультация перед экзаменом".

Студенты могут получить ответы на вопросы, возникшие при подготовке к экзамену.

#### 20. "Экзамен по дисциплине Микробиология и вирусология".

Студенты должны к экзамену отработать пропущенные лабораторные занятия и защитить все лабораторные работы.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	5 семестр	
	Микробиология и вирусология	
1	Общие свойства микроорганизмов. Основные методы микробиологических исследований.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Методы микроскопического исследования микроорганизмов. Техника приготовления препаратов микроорганизмов.	Проработка лекций
3	Морфология, строение и химический состав прокариотной клетки. Размножение, рост и развитие прокариот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. <i>Подготовка к коллоквиуму</i>
4	Изучение микрофлоры молочнокислых продуктов.	Проработка лекций.
5	Обмен веществ и питание микроорганизмов. Способы получения энергии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Изучение азотфиксирующих микроорганизмов.	Проработка лекций
7	Основные механизмы обмена веществ и преобразования энергии у микроорганизмов.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Определение численности микроорганизмов в воздухе	Проработка лекций
9	Использование неорганических доноров водорода: хемолитотрофные бактерии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Культуральные свойства микроорганизмов	Проработка лекций
11	Фототрофные бактерии и фотосинтез.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. <i>Подготовка к коллоквиуму</i>

12	Влияние антибиотиков на рост микроорганизмов. Определение чувствительности бактерий к антибиотикам	Проработка лекций. <i>Подготовка к тестированию</i>
13	Вирусы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Определение фитопатогенных микроорганизмов.	Проработка лекций
15	Вирусы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Разнообразие микроорганизмов	Проработка лекций. <i>Подготовка к тестированию</i>
17	Вироиды. Прионы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Описание готовых микропрепаратов	Проработка лекций
19	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
20	Экзамен по дисциплине Микробиология и вирусология	Самостоятельное изучение заданного материала

## **6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

1. Предмет и методы микробиологии; ее место в современной биологии.
2. Общие свойства микроорганизмов.
3. Методы микробиологических исследований.
4. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы; сходство и основные различия.
5. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов, определение понятий, способ получения.
6. Натуральные, синтетические и полусинтетические среды для культивирования микроорганизмов.
7. Методы стерилизации сред, посуды и инструментов.
8. Основные структуры бактериальной клетки. Форма бактерий.
9. Строение муреина. Организация клеточной стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий.
10. Организация клеточной стенки архебактерий. L-формы бактерий и микоплазмы.
11. Жгутики бактерий, расположение, механизм движения.
12. Фимбрии и пили бактерий: строение и функции.
13. Капсулы, слизистые слои и чехлы бактерий: строение и функции; применение капсульных микроорганизмов в промышленности.
14. Цитоплазматическая мембрана бактериальной клетки. Химический состав, структура, функции.
15. Особенности организации ядерного аппарата бактерий.
16. Запасные вещества и другие внутриклеточные включения бактерий.
17. Спорообразование у бактерий. Строение и функции эндоспор, этапы эндоспорообразования.
18. Механизм питания микроорганизмов. Поступление питательных веществ в бактериальную клетку.

19. Типы питания микроорганизмов.
20. Пути метаболизма глюкозы у микроорганизмов.
21. Биологическая сущность брожения. Двухфазность брожения. Классы брожений, практическое использование.
22. Молочнокислородное гомо- и гетероферментативное брожение. Биология микроорганизмов, роль в природе, практическое использование.
23. Спиртовое брожение, биология микроорганизмов, практическое использование.
24. Маслянокислородное брожение, биологические особенности микроорганизмов, распространение и роль в природе.
25. Пропионовокислородное брожение и микроорганизмы, его вызывающие, распространение и применение в промышленности.
26. Неполные окисления. Уксуснокислородные бактерии, их биологические особенности, распространение и использование в промышленности.
27. Способы получения энергии прокариотами. Отношение микроорганизмов к кислороду.
28. Аэробное и анаэробное дыхание. Типы анаэробного дыхания.
29. Сульфатредукция (ассимиляционная и диссимиляционная), биология сульфатовосстанавливающих бактерий, распространение и роль в природе.
30. Денитрификация. Ассимиляционная и диссимиляционная нитратредукция. Биология и распространение денитрификаторов, роль в природе.
31. Метанобразующие бактерии и их особенности, распространение и роль в природе, практическое использование.
32. Микроорганизмы (метилотрофы), окисляющие одноуглеродные соединения, практическое использование.
33. Хемоорганотрофия и хемолитотрофия. Определение понятий, примеры. Общая характеристика хемолитотрофов.
34. Нитрификация: особенности процесса, биология бактерий, значение этого процесса в природе. Гетеротрофная нитрификация.
35. Карбоксидобактерии, их биология и роль в природе, практическое использование.
36. Водородные бактерии, биология, распространение и роль в природе, практическое использование.
37. Серобактерии, биологические особенности, распространение и роль в природе. Использование в биометаллургии.
38. Железобактерии: особенности строения и метаболизма, распространение и роль в природе. Бактериальное выщелачивание металлов.
39. Археобактерии, представители, особенности строения и метаболизма.
40. Фототрофы. Состав, организация и функции фотосинтезирующего аппарата бактерий.
41. Аноксигенный фотосинтез, биология фототрофных бактерий, роль в природе.
42. Галобактерии, особенности строения, распространение, использование световой энергии галобактериями.
43. Плазмиды бактерий, классификация, функции.
44. Конъюгация. Особенности полового процесса у прокариот.
45. Трансдукция, различные типы трансдукции, значение этого процесса в природе.
46. Трансформация микроорганизмов.
47. Вирусы, основные их свойства. Строение вириона.
48. Типы взаимодействия вируса и клетки. Продуктивный тип взаимодействия.
49. Репродукция РНК-содержащих вирусов.
50. Умеренные вирусы, их развитие. Лизогения.
51. Бактериофаги, строение Т-четных фагов. Размножение вирулентного фага, литический цикл взаимодействия вируса с клеткой.

52. Азотфиксирующие микроорганизмы. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы, их роль в природе, использование в сельском хозяйстве.

53. Антибиотики. Классификация, механизм действия. Причины возникновения устойчивости микроорганизмов к антибиотикам.

54. Лабораторные работы и методики их выполнения.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	<p>-способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1;</p> <p>-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.</p>	<p>Знает: строение прокариотной клетки, типы питания и способы получения энергии микроорганизмами, структурную организацию и репродукцию вирусов, современные и классические методы микробиологии.</p> <p>Умеет: применять полученные знания о строении, метаболизме прокариот для их характеристики и взаимосвязи с окружающей средой, проводить микробиологические исследования на современном оборудовании, анализировать научную литературу, приобретать новые знания с использованием информационных технологий; владеет техникой приготовления препаратов микроорганизмов, навыками применения основных методов</p>	Лекции, опрос на лабораторном занятии, тестирование, коллоквиумы	<p>Зачтено.</p> <p><b>Знает:</b> имеет расширенное представление о системной организации прокариотической клетки; основных механизмах обмена веществ и преобразования энергии у микроорганизмов, роли микроорганизмов в природе и жизни человека, современных методах выделения, культивирования, идентификации и научной классификации микроорганизмов;</p> <p>Умеет: сопоставлять информацию из разных источников, анализировать полученные результаты, творчески использовать расширенные теоретические знания для проведения микробиологических исследований с помощью классических и современных методов; формирует собственные суждения об основных проблемах микробиологии;</p> <p>владеет: микроскопическими, культурально-морфологическими, физиолого-</p>

		микробиологии в научно-исследовательской и практической работе, методами использования интернет-ресурсов и подготовки презентационного материала.		биохимическими, генетическими методами идентификации микроорганизмов, способностью выбирать методы и средства проведения лабораторных исследований в соответствии с поставленной задачей, самостоятельно анализировать и обобщать материал, представлять результаты своих исследований
--	--	---	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Емцев, В. Т. Микробиология: учебник для бакалавров / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. М.: Юрайт, 2012. – 445 с. ГРИФ УМО.
2. Гусев, М. В. Микробиология: учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Биология" и биол. спец. / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. М.: Академия, 2007. – 464 с. ГРИФ МО.
3. Нетрусов, А. И. Микробиология: учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Биология" и биол. спец. / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М.: Академия, 2006. – 352 с. ГРИФ МО.
4. Колоколова Н.Н., Косолапова Л.Ф. Микробиология: учебно-методические указания к лабораторным занятиям для студентов подготовки направления 06.03.01 Биология и специальности Биоинженерия и биоинформатика очной формы обучения (учебно-методическое пособие). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2018. – 72 с.

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Биология", спец. "Микробиология" / ред. А. И. Нетрусов. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
2. Колоколова, Н.Н. Микроорганизмы в природных ценозах: учебное пособие / Н.Н. Колоколова. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. –136 с.
3. Сидоренко, О. Д. Микробиология: учебник / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 286 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/912637>.

### 7.3 Интернет-ресурсы:

[www.microbiologu.ru](http://www.microbiologu.ru)  
[www.glossary.ru](http://www.glossary.ru)  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
[www.wikipedia.ru](http://www.wikipedia.ru)  
[www.bse.sci-lib.com](http://www.bse.sci-lib.com)  
[www.medbook.net.ru](http://www.medbook.net.ru)

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

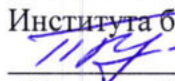
Компьютерная программа «Statistica»; электронный ресурс znanium: Режим доступа: [www.znanium.com/](http://www.znanium.com/).

Для подбора источников информации используются электронные ресурсы ИБЦ ТюмГУ (электронный каталог, электронная библиотека).

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Трофимов О.В. Молекулярная биология и молекулярная генетика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Молекулярная биология и молекулярная генетика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.



## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Молекулярная биология и молекулярная генетика» является получение базовых знаний о принципах и механизмах хранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном уровне. В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают знания о принципах структурной организации нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), закономерностях протекания основных молекулярно-генетических процессов у вирусов, про- и эукариот: репликации, рекомбинации, мутации, репарации, транскрипции, сплайсинга и процессинга РНК, биосинтезе белка, а также механизмах их регуляции; изучают прикладные аспекты использования достижений молекулярной биологии и молекулярной генетики.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Биохимия»; «Белковая и клеточная инженерия»; «Генетическая инженерия», «Геномика и протеомика», «Генетика», «Методы исследования биологических макромолекул». Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по химии, физике, общей генетике, биохимии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) (ОПК-2)	ОПК-2	Знает основные фундаментальные проблемы и современные достижения молекулярной биологии и молекулярной генетики
		Умеет использовать специализированные знания по молекулярной биологии и молекулярной генетике для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			7
Общий объем	зач. ед.	5	5
	час	180	180
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		112	112
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе рейтинговой системы. Максимально возможное количество баллов в семестре на одного студента: 100 баллов. Баллы начисляются за следующие активности:

1) работа на практическом занятии – 0-15 баллов.

Возможно получение экзаменационной оценки по результатам деятельности обучающихся в семестре, исходя из следующей шкалы перевода баллов в оценку:

61-75 баллов - "удовлетворительно";

76-90 баллов - "хорошо";

91-100 баллов - "отлично".

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в форме устного собеседования.

## 4. Содержание дисциплины

## 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контакт- ной работы
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2		4	5	6	7
1	Принципы структурной организации нуклеиновых кислот	10	6	0	0	0
2	Структура нуклеиновых кислот	10	0	4	0	0
3	Молекулярная генетика прокариот (часть 1)	10	4	0	0	0

4	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 1)	10	0	4	0	0
5	Молекулярная генетика прокариот (часть 2)	10	4	0	0	0
6	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 2)	10	0	4	0	0
7	Молекулярная генетика прокариот (часть 3)	10	4	0	0	0
8	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 3)	10	0	4	0	0
9	Молекулярная генетика прокариот (часть 4)	10	4	0	0	0
10	Молекулярная генетика прокариот	10	0	4	0	0
11	Молекулярная генетика эукариот (часть 1)	10	4	0	0	0
12	Молекулярная генетика вирусов	10	0	4	0	0
13	Молекулярная генетика эукариот (часть 2)	10	4	0	0	0
14	Молекулярная генетика эукариот	10	0	4	0	0
15	Биосинтез белка и его регуляция	10	4	0	0	0
16	Биосинтез белка	10	0	6	0	0
17	Экзамен	20	0	0	0	2
	Итого (часов)	180	34	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот

Открытие нуклеиновых кислот. Типы нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Локализация нуклеиновых кислот в клетках. Химический состав нуклеиновых кислот. Структура пентоз, входящих в состав нуклеиновых кислот (рибозы и дезоксирибозы). Цикло-цепная таутомерия и конформационные возможности пентоз. Химическое строение азотистых оснований. Их кето-енольная и аминок-иминная таутомерия. Минорные основания в ДНК и РНК. Строение и номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Природа межнуклеотидной связи. Вторичная структура ДНК. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Факторы, обеспечивающие стабильность вторичной структуры ДНК. Водородные связи. Пары оснований. Стэкинг-взаимодействия. Формы ДНК. Их сходства и различия. Параметры спиралей. А-форма РНК. Взаимосвязь устойчивости нуклеиновых кислот и их нуклеотидного состава. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Структурные особенности ДНК-РНК гибридов. Вторичная структура РНК. Шпильки. Неканонические пары оснований.

Принципы формирования третичной структуры РНК. Триплеты и квартеты оснований. Участие рибозы в образовании водородных связей. Пространственная структура тРНК.

## 2. Структура нуклеиновых кислот

1. Структурные компоненты нуклеиновых кислот, их строение и химические свойства.
2. Организация первичной структуры нуклеиновых кислот.
3. Вторичная структура и формы ДНК. Стабильность вторичной структуры ДНК.
4. Формирование вторичной и третичной структур РНК. Строение тРНК.

## 3. Молекулярная генетика прокариот (часть 1)

Организация генома прокариот. Геном бактерий и архебактерий. Внегеномные генетические элементы. Молекулярные механизмы репликации ДНК у прокариот. Общее уравнение синтеза ДНК. Полуконсервативный способ репликации ДНК. Понятие репликаона, ориджина репликации. Репликативная "вилка". Белки, участвующие в репликации ДНК. Современные модели репликации.

## 4. Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 1)

Обсуждение докладов, подготовленных на основе оригинальных англоязычных статей.

Темы докладов:

1. ДНК – носитель генетической информации. Открытие Освальда Эвери, Колина МакЛеода и Маклина МакКарти.
2. ДНК – носитель генетической информации. Эксперименты Альфреда Херши и Марты Чейз.
3. Исследования нуклеотидного состава ДНК Эрвином Чаргаффом.
4. Построение модели пространственной структуры ДНК. Работы Мориса Уилкинса и Розалинд Франклин, Джеймса Уотсона и Фрэнсиса Крика.
5. Доказательство полуконсервативного способа репликации ДНК. Опыты Мэтью Мезельсона и Франклина Сталя.

## 5. Молекулярная генетика прокариот (часть 2)

Пути обмена генетической информацией у микроорганизмов. Пол и конъюгация у бактерий. Половой фактор. Организация *tra*-оперона. Стадии процесса конъюгации. Трансформация. Молекулярные механизмы трансдукции. Трансдуцирующие фаги. Картирование хромосом бактерий с использованием систем конъюгации, трансдукции и трансформации. Молекулярные механизмы возникновения мутаций. Классификация мутаций. Источники мутаций: ошибки репликации ДНК, ионизирующее излучение, химический мутагенез. Механизм действия мутагенов (УФ, радиация, аналоги оснований, алкилирующие агенты, азотистая кислота, акридиновые красители).

## 6. Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 2)

Обсуждение докладов, подготовленных на основе оригинальных англоязычных статей.

Темы докладов:

1. Открытие механизмов биологического синтеза РНК и ДНК. Эксперименты Северо Очоа и Артура Корнберга.
2. Модель Оперона. Исследования Франсуа Жакоба и Жака Моно.
3. Расшифровка генетического кода. Вклад Роберта Холли, Хара Кораны, Маршалла Ниренберга.
4. Разработка и применение методов секвенирования белков и нуклеиновых кислот Фредериком Сенгером.
5. Открытие рестриктаз Вернером Арбером и Хамилтоном Смитом и его значение для генетической инженерии.

### 7. Молекулярная генетика прокариот (часть 3)

Механизмы репарации ДНК. Репарационные системы. Фотореактивация. Эксцизионная репарация. UvrA,B,C,D-зависимая система. Репарация неспаренных оснований с участием продуктов генов mutH, mutS и mutL. SOS-репарация. Молекулярные механизмы рекомбинации. Типы генетической рекомбинации. Общая (гомологичная) рекомбинация. Структуры Холлидея. Общая рекомбинация с образованием двухцепочечного разрыва. Сайт-специфическая рекомбинация (на модели интеграции хромосомы фага  $\lambda$ ). Мобильные генетические элементы микроорганизмов. IS-элементы и транспозоны бактерий. Молекулярные механизмы транспозиции. Репликативная и нерепликативная транспозиция. Регуляция процесса транспозиции. Механизмы регуляции частоты транспозиции на примерах транспозонов TnA и Tn10.

### 8. Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 3)

Обсуждение докладов, подготовленных на основе оригинальных англоязычных статей.

Темы докладов:

1. Открытие обратных транскриптаз и дополнение центральной догмы молекулярной биологии. Работы Дейвида Балтимора и Хоурда Темина.
2. Открытие мобильных генетических элементов Барбарой Мак-Клинток.
3. Разработка метода полимеразной цепной реакции. Эксперименты Кэрри Муллиса.
4. Открытие каталитических свойств рибонуклеиновых кислот (рибозимов). Исследования Томаса Чека и Сиднея Олтмена.

### 9. Молекулярная генетика прокариот (часть 4)

Транскрипция и биосинтез РНК. Структура и функции бактериальной РНК-полимеразы. Стадии транскрипции. Инициация транскрипции у бактерий. Структура промоторов. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Терминация транскрипции. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов на примере лактозного оперона. Катаболитная репрессия. Явление аттенуации (на модели триптофанового оперона).

### 10. Молекулярная генетика прокариот

1. Организация генома прокариот.
2. Репликация ДНК у прокариот.
3. Механизмы обмена генетической информацией у микроорганизмов (конъюгация, трансформация, трансдукция).
4. Механизмы возникновения мутаций и системы репарации ДНК.
5. Генетическая рекомбинация у прокариот.
6. Транскрипция и механизмы ее регуляции у прокариот.

### 11. Молекулярная генетика эукариот (часть 1)

Организация генома эукариот. Уникальные гены и повторяющиеся последовательности. Сателлитная ДНК. Мини- и микросателлиты. Типы повторяющихся последовательностей, их организация и локализация в геноме. ДНК-транспозоны, ретротранспозоны. Механизмы транспозиции. Структура эукариотических хромосом. Общий план строения эукариотической хромосомы. Строение цетромеров и теломеров. Строение нуклеосом. Гистоны. Уровни компактизации ДНК в хромосомах. Эухроматин и гетерохроматин. Метилирование ДНК у эукариот, его биологическое значение. Механизмы регуляции экспрессии генов путем химической модификации ДНК и гистонов. Особенности репликации ДНК у эукариот. Механизм инициации репликации. Множественные ориджины. Удвоение нуклеосом. Репликация теломеров. Теломераза.

## 12. Молекулярная генетика вирусов

1. Механизмы репликации геномов ДНК-содержащих вирусов.
2. Способы репликации концов линейных вирусных геномов.
3. Механизмы репликации геномов РНК-содержащих вирусов.
4. Механизмы процессов обратной транскрипции, а также интеграции у ретровирусов.
5. Механизмы регуляции экспрессии вирусных генов.

## 13. Молекулярная генетика эукариот (часть 2)

Структура эукариотического гена. Механизмы транскрипции эукариотических генов. Типы ДНК-зависимых РНК-полимераз, их функции. Строение РНК-полимеразы II. Факторы транскрипции. Инициация транскрипции: сборка инициаторного комплекса. Регуляторные зоны эукариотических генов. Проксимальные и дистальные регуляторные элементы. Энхансеры, сайленсеры. Механизмы РНК-процессинга. Экзоны и интроны. Гипотезы происхождения интронов. Сплайсинг. Механизмы сплайсинга. Группы интронов. Сплайсосома. Малые ядерные рибонуклеопротеины. Альтернативный сплайсинг, его биологическое значение. Процессы кэпирования и полиаденилирования РНК. Механизмы РНК-редактирования. Модификационное редактирование. Инсерционно-делеционное редактирование.

## 14. Молекулярная генетика эукариот

1. Организация генома эукариот.
2. Метилирование ДНК у эукариот и его биологическое значение.
3. Транскрипция и механизмы ее регуляции у эукариот.
4. Механизмы процессинга РНК у эукариот.

## 15. Биосинтез белка и его регуляция

Уравнение суммарной химической реакции биосинтеза белка. Энергетическое обеспечение процесса трансляции. Компоненты аппарата трансляции. Полярность трансляции. Адапторная гипотеза Крика. Гипотеза качающихся оснований. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Активация аминокислот. Акцептирование аминокислотных остатков на тРНК. Генетический код. Рамка считывания. Экспериментальная расшифровка состава кодонов при использовании искусственных матричных полирибонуклеотидов. Использование гомополимеров (кодонами UUU, CCC, AAA). Понятие о неперекрываемости кодонов, вырожденности и универсальности генетического кода. Прокариотические и эукариотические рибосомы. Состав рибосомных субъединиц. Рибосомные РНК и белки. Функциональные центры рибосомы и их локализация. Инициация трансляции у прокариот: иницирующие кодоны, инициаторная тРНК, факторы инициации. Последовательность событий в процессе инициации. Особенности процесса инициации у эукариот. Элонгация у прокариот. Факторы элонгации. Последовательность событий в процессе элонгации: поступление аминоацил-тРНК в рибосому, транспептидация, транслокация. Особенности элонгации у эукариот. Терминация трансляции. Кодоны терминации. Факторы терминации. Последовательность событий в процессе терминации. Терминация трансляции при отсутствии терминирующих кодонов, роль тМРНК в такой терминации.

## 16. Биосинтез белка

1. Общие закономерности процесса трансляции.
2. Компоненты аппарата трансляции, их структура и свойства.
3. Генетический код, его свойства и особенности.
4. Стадии биосинтеза белка (инициация, элонгация, терминация), их особенности у прокариот и эукариот.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Виды СРС
1	Принципы структурной организации нуклеиновых кислот	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Структура нуклеиновых кислот	Проработка лекций
3	Молекулярная генетика прокариот (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Молекулярная генетика прокариот (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Молекулярная генетика прокариот (часть 3)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Великие открытия и прорывы в молекулярной генетике (часть 3)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Молекулярная генетика прокариот (часть 4)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Молекулярная генетика прокариот	Проработка лекций
11	Молекулярная генетика эукариот (часть 1)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Молекулярная генетика вирусов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Молекулярная генетика эукариот (часть 2)	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Молекулярная генетика эукариот	Проработка лекций
15	Биосинтез белка и его регуляция	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Биосинтез белка	Проработка лекций

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем по списку нижеприведенных вопросов:

1. Открытие нуклеиновых кислот. Типы нуклеиновых кислот. Локализация нуклеиновых кислот в клетках. Химический состав нуклеиновых кислот.
2. Пентозы (рибоза и дезоксирибоза). Цикло-цепная таутомерия. Конформации пентоз.
3. Химическое строение азотистых оснований. Кето-енольная и аминок-иминная таутомерия. Минорные основания в ДНК и РНК.
4. Строение и номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа.
5. Первичная структура нуклеиновых кислот. Природа межнуклеотидной связи.

6. Вторичная структура ДНК. История открытия двойной спирали Уотсона-Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение.
7. Факторы, обеспечивающие стабильность вторичной структуры ДНК. Водородные связи. Пары оснований. Стэкинг-взаимодействия.
8. Формы ДНК. Их сходство и различие. Параметры спиралей. А-форма РНК. Структура ДНК-РНК-гетеродуплексов.
9. Взаимосвязь устойчивости нуклеиновых кислот и их нуклеотидного состава. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот.
10. Принципы формирования вторичной и третичной структур РНК. Неканонические межнуклеотидные взаимодействия.
11. Структурные элементы тРНК. Минорные основания. Пространственная конфигурация тРНК.
12. Организация генома прокариот. Внехромосомные генетические элементы.
13. Молекулярные механизмы репликации. Общее уравнение синтеза ДНК. Полуконсервативный механизм репликации ДНК (опыт Мезельсона и Сталя). Понятие репликаона, ориджина репликации.
14. Молекулярные механизмы репликации. Репликативная "вилка". Белки, участвующие в репликации ДНК. Типы репликации ДНК у прокариот
15. Классификация мутаций. Источники мутаций: ошибки репликации ДНК, ионизирующее излучение, химический мутагенез.
16. Молекулярные механизмы возникновения мутаций. Механизм действия мутагенов (УФ, радиация, аналоги оснований, алкилирующие агенты, азотистая кислота, акридиновые красители).
17. Механизмы репарации ДНК. Системы прямой репарации: фотореактивация, дезалкилирование.
18. Механизмы репарации ДНК. Эксцизионная репарация: системы NER и BER.
19. Механизмы репарации ДНК. Репарация ошибочно спаренных оснований с участием mutH, mutL, mutS. Механизмы SOS-репарации.
20. Молекулярные механизмы рекомбинации. Типы генетической рекомбинации. Общая (гомологичная) рекомбинация. Роль белков RecA, RecB, RecC, RecD.
21. Молекулярные механизмы рекомбинации. Структуры Холлидея. Их разрешение с участием RuvA, RuvB, RuvC. Рекомбинантная репарация двухцепочечного и одноцепочечного разрывов.
22. Молекулярные механизмы рекомбинации. Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция хромосомы фага λ.
23. Молекулярные механизмы рекомбинации. Мобильные генетические элементы прокариот: транспозоны, IS-последовательности. Механизмы транспозиций.
24. Транскрипция и биосинтез РНК. Структура бактериальной РНК-полимеразы. Стадии транскрипции.
25. Транскрипция и биосинтез РНК. Инициации транскрипции у бактерий. Структура промоторов. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Терминация транскрипции.
26. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов на примере лактозного оперона.
27. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Явление аттенуации (на модели триптофанового оперона).
28. Молекулярные механизмы репликации вирусных геномов. Способы репликации концевых последовательностей генома.
29. Особенности жизненных циклов ДНК-содержащих вирусов (репликация одноцепочечной и двухцепочечной, кольцевой и линейной ДНК).
30. Особенности жизненных циклов РНК-содержащих вирусов. Молекулярные механизмы обратной транскрипции ретровирусной РНК.



31. Организация генома эукариот. Уникальные гены и повторяющиеся последовательности. Сателлитная ДНК. Типы повторяющихся последовательностей, их организация и локализация в геноме.

32. Структура эукариотических хромосом. Общий план строения эукариотической хромосомы. Строение цетромеров и теломеров. Теломераза.

33. Строение нуклеосом. Уровни компактизации ДНК в хромосомах. Эухроматин и гетерохроматин. Механизмы регуляции экспрессии генов путем химической модификации ДНК и гистонов.

34. Механизмы транскрипции эукариотических генов. Типы ДНК-зависимых РНК-полимераз, их функции. Строение РНК-полимеразы II. Факторы транскрипции.

35. Механизмы транскрипции эукариотических генов. Инициация транскрипции: сборка инициаторного комплекса. Регуляторные зоны эукариотических генов - энхансеры, сайленсеры.

36. Механизмы РНК-процессинга. Экзоны и интроны. Гипотезы происхождения интронов. Сплайсинг. Механизмы сплайсинга. Альтернативный сплайсинг, его биологическое значение.

37. Механизмы РНК-процессинга. Процессы кэпирования и полиаденилирования РНК. Редактирование РНК.

38. Уравнение суммарной химической реакции биосинтеза белка. Энергетическое обеспечение процесса трансляции. Компоненты аппарата трансляции. Полярность трансляции.

39. Адапторная гипотеза Крика. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Активация аминокислот (химия процесса). Акцептирование аминокислотных остатков на тРНК.

40. Генетический код. Экспериментальная расшифровка кодонов. Понятие о неперекрываемости кодонов, вырожденности и универсальности генетического кода.

41. Прокариотические и эукариотические рибосомы. Состав рибосомных субъединиц. Рибосомные РНК и белки. Функциональные центры рибосомы и их локализация.

42. Инициация трансляции у прокариот: иницирующие кодоны, инициаторная тРНК, факторы инициации. Последовательность событий в процессе инициации. Особенности процесса инициации у эукариот.

43. Элонгация у прокариот. Факторы элонгации. Последовательность событий в процессе элонгации: поступление аминоацил-тРНК в рибосому, транспептидация, транслокация. Особенности элонгации у эукариот.

44. Терминация трансляции. Кодоны терминации. Факторы терминации. Последовательность событий в процессе терминации. Терминация трансляции при отсутствии терминирующих кодонов, роль тмРНК в такой терминации.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) (ОПК-2)	Знает основные фундаментальные проблемы и современные достижения молекулярной биологии и молекулярной генетики. Умеет использовать специализированные знания по молекулярной биологии и молекулярной генетике для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин.	Тест, семинар	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

## 7.1. Основная литература:

1. Субботина, Т.Н. Молекулярная биология и геновая инженерия [Электронный ресурс]: практикум/ Субботина Т.Н., Николаева П.А., Харсекина А.Е.— Электрон. текстовые данные. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84253.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).
2. Дымшиц, Г.М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дымшиц Г.М., Саблина О.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93471.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Сазанов, А. А. Генетика: учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036> (дата обращения: 14.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология: учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст: электронный // Лань:

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 14.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных PubMed. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**


Лицензионное ПО:

пакет программ Microsoft Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТАБИЛЬНОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ГЕНОМОВ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Петухова Г.А. Молекулярные механизмы стабильности и изменчивости геномов. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, очная форма обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Молекулярные механизмы стабильности и изменчивости геномов [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Петухова Г.А., 2021.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Молекулярные механизмы стабильности и изменчивости геномов» является получение базовых знаний о структуре и функционировании генома, о научных и прикладных аспектах использования молекулярной генетики.

В процессе изучения дисциплины специалисты решают следующие задачи: в систематизированной форме усваивают основы молекулярных процессов в клетках; вопросы функционирования сложных внутриклеточных систем репарации, репликации, транскрипции и трансляции; рассматривают процессы миграции генов, причины, вызвавшие нестабильность генома, изучают прикладные аспекты использования нестабильности в практической деятельности человека.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.ЧФУ: Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Логически дисциплина связана с дисциплинами: Популяционно-генетический анализ, Геномика и протеомика, Биотехнология, Генетическая инженерия и во многом освоение прочих дисциплин этих блоков способствует успешному изучению данной дисциплины. Кроме того, данная дисциплина тесно связана с блоками Б2 (практики).

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории - ПК-2

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории - ПК-2		Знает: фундаментальные разделы математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, знает как оформлять теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий

		<p>Умеет: самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий, использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>
--	--	---

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			7
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50
Лекции		16	16
Практические занятия		34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

### 3. Система оценивания

3.1. При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100. Перевод результатов, полученных студентом в формат традиционной оценки, осуществляется в соответствии с Регламентом учета посещаемости, результатов контроля и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования-программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (приказ № 635-1 от 09.10.2020).

Шкала перевода:

- от 0 до 60 баллов – «не зачтено»
- от 61 до 100 баллов – «зачтено»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение оценки по сумме набранных баллов.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные е/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	22	2	5	0	0
2.	Роль матричных процессов в стабилизации жизнедеятельности клетки	24	2	5	0	0
3.	Репликация и ее роль в стабильности генома	22	2	5	0	0
4.	Репарация	24	4	5	0	0
5.	Нестабильность генома	24	2	7	0	0
6.	Мобильные диспергированные гены	26	4	7	0	0
	Зачет	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	34	0	2



## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **5. Содержание дисциплины.**

#### **1. Введение**

Стабильность и изменчивость. Их взаимосвязь. Общие механизмы поддержания стабильности генома. Роль изменчивости и генетической нестабильности в приспособлениях особей. Общая характеристика мобильных генов. Хромосомная нестабильность. Геномная нестабильность. Роль митохондрий в стабилизации функциональных процессов в клетке. Апоптоз и его роль в стабилизации генома. Роль вегетативной нервной и нейроэндокринной систем, выработка глюкокортикоидных гормонов и генетическая стабильность.

#### **2. Роль матричных процессов в стабилизации жизнедеятельности клетки.**

Поливариантность матричных процессов как основа приспособляемости организмов к меняющимся условиям среды. Ферментные комплексы и поливариантность. Генетические основы контроля поливариантности. Кластер генов Zscan4. Регуляция активности генов. Способы регуляции.

#### **3. Реализация наследственной информации.**

Транскрибция, процессинг, трансляция как процессы стабилизации функциональной активности клетки. Структура РНК-полимеразы. Роль стволовых клеток в поддержании стабильности генетической информации. Гемопоз и генетическая стабильность.

#### **4. Репликация и ее роль в стабильности генома.**

Репликация. Репликонные вилки. Особенности репликации у про- и эукариот. Ферменты репликации. ДНК-полимеразы и их особенности. Инициация репликации. Прерывистый и непрерывный синтез. Конкурентный синтез ведущей и отстающей цепей ДНК. Проверка и коррекция ошибок. Когерентная модель синтеза. Теломеры. Теломеразы.

#### **5. Репарация.**

Основные виды репарации. Фотореактивация. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. PPP, SOS-репарация. Участие белка p53 в репарации. Тканеспецифичность репарации. Активация MAP-киназных каскадов в тканях в ходе репарации. Мутации как проявление ошибок репарации. Защита клеток от оксидативного стресса

#### **6. Нестабильность генома.**

Виды генетической нестабильности. Причины и факторы, влияющие на нестабильность. Вклад белковых систем в генетическую нестабильность. Особенности генетической нестабильности на границах ареалов. Радиация. Загрязнение среды химическими агентами. Физические факторы и генетическая нестабильность. Изменение в генетической структуре клеток и в популяциях особей в ходе адаптации особей к действию повреждающих агентов.

#### **7. Мобильные диспергированные гены.**

История открытия. Особенности строения. Роль транспозонов. Классы транспозонов. Ис-элементы, их строение и функционирование. Транспозазы. Особенности вирусов как транспозонов. Бактериальные транспозоны. Поддержание стабильности генома и наследственные заболевания. Синдром Цинссера-Энгмена-Коула, синдромом Вернера, синдромом Луи-Бар и др. Ген-супрессор опухолевого роста p53 и поддержание стабильности генома. Роль транспозонов в созревании половых клеток и в эмбриогенезе.

#### Зачет

При получении достаточного количества баллов студенты получают оценку, соответствующую набранным баллам.

Для компенсации недостающего количества баллов проводится зачет в традиционной очной форме.

### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
	7 семестр	
	Молекулярные механизмы стабильности и изменчивости генома	
1	Введение	Проработка лекционного материала
2	Роль матричных процессов в стабилизации жизнедеятельности клетки	Проработка лекционного материала
3	Реализация наследственной информации	Проработка лекционного материала
4	Репликация и ее роль в стабильности генома	Проработка лекционного материала
5	Репарация	Проработка лекционного материала
6	Нестабильность генома	Проработка лекционного материала
7	Мобильные диспергированные гены	Проработка лекционного материала
	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине по следующим вопросам:

Вопросы к зачету:

1. Виды генетической нестабильности
2. Конкурентный синтез ведущей и отстающей цепей ДНК
3. Транскрипция у прокариот
4. Процессинг у эукариот
5. Генетические основы контроля поливариантности.
6. Инициация репликации.
7. Регуляция активности генов.
8. Способы регуляции генной активности
9. Фотореактивация.
10. Эксцизионная репарация.

### 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	- способен участвовать в организации выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом лаборатории - ПК-2	Знает: фундаментальные разделы математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, знает как оформлять теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин в письменной форме,	Устный ответ, контрольная работа, реферат, сообщение, глоссарий	Формулировка в устной или письменной форме ответа на вопрос с обозначением позиции данной темы в общей картине мира. Формулировка в устной или письменной форме ответа на вопрос, с использованием методов наблюдения, описания, идентификации и научной классификации биологических объектов (прокариот, грибов, растений и животных)

		<p>излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий</p> <p>Умеет: использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин,</p> <p>Умеет: самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме,</p> <p>излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий</p>		
--	--	--	--	--

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература:**

1. Нефедова, Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Л.Н. Нефедова. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2012. - 104 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005494-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/302262> (дата обращения: 05.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **7.2 Дополнительная литература:**

1. Клещенко, Е. ДНК и ее человек: краткая история ДНК-идентификации / Елена Клещенко. - Москва : Альпина нон-фикшн, 2019. - 314 с. - ISBN 978-5-00139-137-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1078509> (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Сазанов, А. А. Основы генетики : учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург : ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2012. - 240 с. - ISBN 978-5-8290-1132-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445015> (дата обращения: 05.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Геномная нестабильность и нарушение репарации ДНК как факторы наследственной и соматической патологии человека / Р. И. Гончарова, Т. Д. Кужир, Н. В. Савина, Н. В. Никитченко ; под редакцией Р. И. Гончарова. — Минск : Белорусская наука, 2015. — 283 с. — ISBN 978-985-08-1859-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/50805.html> (дата обращения: 19.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

Maintenance of Genome Stability - Режим доступа:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4936602/>

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

National Center for Biotechnology Information - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>  
База статей - [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **Лицензионное ПО:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

StatSoft Statistica 13

FAR Manager

Vector NTI

UCSF Chimera

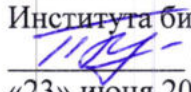
Python

Foldit

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Мультимедиа оборудование для показа слайдов презентации, воспроизведение аудио и видео.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Кертман А.В. Общая и неорганическая химия. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Общая и неорганическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Кертман А.В., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Химия – одна из важнейших фундаментальных естественных наук, которая изучает вещества, их свойства и превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и структуры.

Основной задачей курса «Общая и неорганическая химия» является обучение грамотному восприятию химических явлений в мире, в том числе в биологических объектах, создание химического мышления, помогающего решать вопросы, связанные с закономерностями протекания процессов в химических системах, в установлении связей между составом, строением и свойствами веществ.

Целью изучения дисциплины «Общая и неорганическая химия» состоит в том, чтобы помочь студентам познать материальный мир, законы его развития, химическую форму движения материи, законы ее развития, освоить основные понятия и законы химии и основные закономерности протекания химических реакций.

Конкретными задачами дисциплины «Общая и неорганическая химия» являются:

передать основные теоретические знания по курсу дисциплины;

помочь студентам получить навыки работы с химическими реактивами и проведения количественных расчетов;

научить решать типовые задачи и писать во всех формах уравнения химических реакций, что способствует неформальному усвоению изучаемого материала;

сформировать навыки химического мышления у студентов.

В результате изучения курса «Общая и неорганическая химия» студенты должны приобрести знания, которые помогут решать многочисленные химические и биохимические проблемы, возникающие при работе в различных отраслях промышленности.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули). Обязательная часть. «Общая и неорганическая химия», предназначена для студентов Института биологии очной формы обучения и относится к блоку обязательной части дисциплин рабочего учебного плана по программе специалитета 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

В информационном и логическом планах дисциплина «Общая и неорганическая химия» последовательно развивает знания, полученные из школьной программы по химии, и, в свою очередь, служит информационной и методологической основой для изучения следующих дисциплин:

- органическая и аналитическая химия;
- биохимия;
- физика.

Данный курс служит введением в химию вообще и в ее отдельные разделы в частности. Для изучения курса требуются знания по химии в объеме средней школы.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Планируемые результаты обучения: (знаниевые/функциональные)
-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов	<b>Знает</b> основные законы и теоретические концепции общей и неорганической химии, их современное содержание; методологические принципы общей и неорганической



математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	химии; существующие недостатки и проблемы основных концепций; ограничения основных законов химии; перспективы общей и неорганической химии для развития и совершенствования химической картины мира. <b>Знает</b> правила, технику безопасности, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры при проведении лабораторных работ; особенности применения теоретических основ общей и неорганической химии при проведении химического эксперимента; основы современных перспективных методов синтеза и анализа веществ, их особенности и недостатки; возможности их применения при проведении химического эксперимента.
	<b>Умеет</b> применять законы и принципы общей и неорганической химии для решения типовых задач; пользоваться учебной и справочной литературой в данной области знаний; разъяснять смысл химических формул и уравнений; выводить расчетные формулы исходя из условий равновесия и основных законов химии; критически анализировать научную и справочную литературу, а также экспериментальные данные, полученные в результате научного исследования. <b>Умеет</b> собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки; выбрать наиболее эффективные методы проведения химического эксперимента; планировать эксперимент в зависимости от поставленных целей исследования.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		I
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции	32	32
Практические занятия	-	-
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	32	32
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Экзамен</b>

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе 100-балльной системы. Баллы начисляются студентам за следующие активности:

- 1) посещение лекционного занятия – 1 балл;

2) работа на лабораторном занятии, выполнение отчета по лабораторной работе, тестового задания, контрольной работы – 0-10 (или 0-11) баллов в зависимости от темы занятия;

Для получения экзамена по дисциплине, согласно набранных баллов, обучающимся необходимо иметь за семестр не менее 61 балла.

Студенты, набравшие 61-76 баллов, получают оценку «удовлетворительно».

Студенты, набравшие 76-91 баллов, получают оценку «хорошо».

Студенты, набравшие 91-100 баллов, получают оценку «отлично».

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в обычном порядке. Студенты, желающие улучшить экзаменационную оценку, полученную по набранным баллам, могут сдать экзамен в обычном порядке, при этом, оценка, полученная по баллам, обнуляется.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Стехиометрия. Основные понятия и законы стехиометрии. Классы химических соединений.	8	4		4	
2	Основы химической термодинамики	8	4		4	
3	Основы химической кинетики	8	4		4	
4	Растворы. Химическое равновесие в растворах	16	8		8	
5	Окислительно-восстановительные процессы	12	4		8	
6	Строение атома и	6	4		2	

	периодическая система					
7	Химическая связь	6	4		2	
8	Индивидуальная консультация со студентами	2				2
9	Экзамен	6				6
	Итого (часов)	144	32	0	32	8

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Стехиометрия. Основные понятия и законы стехиометрии. Классы химических соединений"

Основные химические понятия. Материя и вещество. Химическая форма движения материи и ее место среди других форм. Атом. Молекула. Химический элемент. Валентность элемента. Простое и сложное вещество. Атомная и молекулярная масса. Химическая реакция. Моль. Атомно-молекулярное учение. Стехиометрические законы, условия их применимости. Строгость законов сохранения. Химический эквивалент элемента и соединения. Молярная масса эквивалента и молярный эквивалентный объем. Классы неорганических соединений. Роль химии в современном обществе. Проблемы защиты окружающей среды. Место химии в ряду других естественных гуманитарных наук.

##### 2. "Основы химической термодинамики"

Энергетика химических реакций (тепловые эффекты). Основные понятия и определения химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Тепловой эффект. Энтальпия образования, энтальпия сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него. Направление химических реакций. Понятие о самопроизвольных процессах. Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния системы. Изменение энтропии в некоторых процессах. Изменения энергий Гиббса и Гельмгольца. Критерии направленности самопроизвольного процесса. Температурная зависимость стандартной энтропии и стандартной энергии Гиббса химических реакций. Значение термодинамических расчетов при исследовании биологических объектов. Энергетика химических реакций (тепловые эффекты). Основные понятия и определения химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Тепловой эффект. Энтальпия образования, энтальпия сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него. Направление химических реакций. Понятие о самопроизвольных процессах. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия как функция состояния системы. Изменение энтропии в некоторых процессах. Изменения энергий Гиббса и Гельмгольца. Критерии направленности самопроизвольного процесса. Температурная зависимость стандартной энтропии и стандартной энергии Гиббса химических реакций. Значение термодинамических расчетов при исследовании биологических объектов.

##### 3. "Основы химической кинетики"

Элементы химической кинетики. Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость гомогенных химических реакций. Основной закон химической кинетики. Факторы, определяющие скорость реакции: природа вещества, концентрация (давление), температура. Понятие об энергии активации. Уравнение Аррениуса. Скорость гетерогенных химических реакций, их особенности. Катализ (гомогенный, гетерогенный). Автокатализ. Особенности ферментативного катализа. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Константа равновесия. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье, условия применимости.

#### **4. "Растворы. Химические равновесия в растворах"**

Растворы как многокомпонентные системы. Способы выражения состава растворов. Растворы (твердые, жидкие, газообразные). Растворимость. Условия образования растворов и влияние на растворимость веществ их природы и внешних факторов. Роль сольватации. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов: осмос, понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Закон Вант-Гоффа и законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия. Растворы как многокомпонентные системы. Способы выражения состава растворов. Растворы (твердые, жидкие, газообразные). Растворимость. Условия образования растворов и влияние на растворимость веществ их природы и внешних факторов. Роль сольватации. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов: осмос, понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов. Закон Вант-Гоффа и законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия. Процесс электролитической диссоциации. Коллигативные свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Процесс электролитической диссоциации. Изотонический коэффициент. Самоионизация. Физическая и химическая теория растворов. Современная теория растворов. Степень диссоциации. Закон действия масс в растворах электролитов. Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Ионная атмосфера. Активность ионов. Концентрационная константа равновесия. Кажущаяся степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Протолитические равновесия. Вода как растворитель. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. pH. Гидролиз солей. Типы гидролиза. Количественные характеристики гидролиза. Необратимый гидролиз. Расчет pH растворов солей. Буферные растворы. Равновесие осадок – раствор. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков.

#### **5. "Окислительно-восстановительные процессы"**

Окислительно-восстановительные процессы. Равновесие металл - раствор электролита. Гальванические элементы. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Водородный электрод. Ряд напряжений. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) и равновесия. Основные окислители и восстановители. Типы ОВР. Роль среды. Окислительно-восстановительные свойства веществ в зависимости от их степени окисления и от положения в периодической таблице. Окислительно-восстановительные свойства веществ в зависимости от их степени окисления и от положения в периодической таблице. Окислительно-восстановительные процессы. Равновесие металл - раствор электролита. Гальванические элементы. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Водородный электрод. Ряд напряжений. Направление и полнота протекания окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия ОВР.

#### **6. "Строение атома и периодическая система"**

Общее представление об атоме. Элементарные частицы атома. Поведение электрона в атоме. Квантовый характер изменений энергии. Двойственная природа электрона. Уравнение Луи де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Электронное строение атома. Понятие об описании квантовых систем с помощью волновой функции. Уравнение Шредингера. Электронная плотность вероятности. Атомные орбитали (АО) s-, p-, d-, f-типа. Энергетические диаграммы атомов. Заполнение АО электронами. Принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Хунда, Правила Клечковского.

Периодический закон Д.И.Менделеева, его физическое обоснование. Современная формулировка закона. Строение периодической системы. Причина периодичности изменения свойств элементов и их соединений. Современное значение периодического закона.

Структура периодической системы элементов. Периоды, группы, подгруппы. Радиусы атомов и ионов. Энергия ионизации, Средство к электрону. Электроотрицательность.

## 7. "Химическая связь"

Химическая связь, условия ее образования. Характеристики химической связи: энергия, длина, полярность, валентный угол. Энергетические кривые взаимодействующих атомов водорода.

Ковалентная химическая связь. Механизм ее образования. Перекрытие АО, как условие образования связи. Типы перекрытия (s-; p-). Понятие о методе валентных связей. Свойства ковалентной связи (направленность, насыщенность, поляризуемость). Концепция гибридизации АО и пространственное строение молекул. Простейшие типы гибридизации (sp-, sp<sup>2</sup>-, sp<sup>3</sup>-).

Полярная и неполярная ковалентная связь. Дипольный момент связи и молекулы.

Метод молекулярных орбиталей (его простейшее приближение – линейная комбинация АО) (ММО ЛКАО). Энергетические диаграммы двухатомных гомо- и гетероядерных молекул, образованных элементами 1-го и 2-го периодов.

Ионная связь и ее свойства. Понятие электрвалентности. Металлическая связь, ее особенности.

Водородная связь и ее влияние на физические и химические свойства молекул. Внутримолекулярная и межмолекулярная водородная связь.

### Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1: «Классы химических соединений»

Лабораторная работа № 2: «Химическая термодинамика»

Лабораторная работа № 3: «Химическая кинетика и химическое равновесие»

Лабораторная работа № 4: «Растворы неэлектролитов»

Лабораторная работа № 5: «Химическое равновесие в растворах электролитов»

Лабораторная работа № 6: «Окислительно-восстановительные реакции»

Лабораторная работа № 7: «Окислительно-восстановительные процессы»

Лабораторная работа № 8: «Строение атома и химическая связь»

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Стехиометрия. Основные понятия и законы стехиометрии. Классы химических соединений.	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
2.	Основы химической термодинамики	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
3.	Основы химической кинетики	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
4.	Растворы. Химические равновесия в растворах	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
5.	Окислительно-восстановительные процессы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
6.	Строение атома и периодическая система	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
7.	Химическая связь	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций.
8.	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
9.	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### 1. Вариант вопросов к самостоятельным работам

1. В закрытом сосуде находятся два стакана: с чистой водой и с раствором сахара в воде. Какой процесс будет наблюдаться и до какого предела он будет проходить? Обсудите его причины.
2. Почему вода хорошо растворяет хлорид натрия, но не растворяет парафин, а бензин, наоборот, не растворяет хлорид натрия, но хорошо растворяет парафин.
3. К растворам аммиака прилили растворы, содержащие одноименные ионы: NaOH, NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO. Как изменится реакция среды раствора?

#### Вариант задач контрольной работы

1. Если растворить 25,5 г BaCl<sub>2</sub> в 750 г воды, то получится раствор, кристаллизующийся при -0,756°C. Вычислить кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.
2. Рассчитайте концентрацию водородных ионов в водных растворах:
  - а) раствор получен разбавлением водой 50 см<sup>3</sup> 15-процентного раствора NH<sub>4</sub>OH до 350 см<sup>3</sup>;
  - б) раствор, в 650 см<sup>3</sup> которого содержится 4,8 г CH<sub>3</sub>COOH.
3. Какой объем воды необходим для растворения при 25°C 1 г BaSO<sub>4</sub>?
4. Укажите, какие соединения в водном растворе подвергаются гидролизу, а какие - не подвергаются. Напишите уравнения реакций гидролиза и объясните, почему протекает гидролиз, укажите среду растворов этих веществ: SbCl<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>.
5. Вычислить константу гидролиза по первой ступени фосфата калия. Какова степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и pH раствора?

## Варианты тестовых заданий

### Тест № 1

- Гидроксид натрия реагирует с  
1) CaO      2) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>      3) Mg(OH)<sub>2</sub>      4) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении реакции  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{кислая соль} + \dots$  равна  
1) 4      2) 5      3) 6      4) 9
- Сумма коэффициентов в молекулярном уравнении реакции получения сульфата алюминия действием кислоты на металл равна  
1) 4      2) 5      3) 6      4) 9
- Основание получают растворением в воде оксида  
1) углерода (IV)      2) бария      3) меди (II)      4) кремния
- Кислоту получают растворением в воде оксида  
1) углерода (IV)      2) бария      3) меди (II)      4) кремния

### Тест № 2

- Для приготовления 500 г 7 %-ного раствора FeSO<sub>4</sub> (M = 152 г/моль) необходимо взять железного купороса FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (M = 278 г/моль) массой \_\_\_\_\_ г  
1) 19      2) 35      3) 64      4) 89
- 10 см<sup>3</sup> 2н раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> довели дистиллированной водой до 1 дм<sup>3</sup>. Молярная концентрация раствора стала равной (моль/л)  
1) 0.001      2) 0.002      3) 0.010      4) 0.050
- Смешали 600 см<sup>3</sup> 1.6н и 200 см<sup>3</sup> 2.5н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Молярная концентрация эквивалента раствора составляет (моль/дм<sup>3</sup>)  
1) 1.82      2) 1.20      3) 0.95      4) 0.62
- 0.4М раствор серной кислоты является \_\_\_\_\_ нормальным  
1) 0.2      2) 0.4      3) 0.8      4) 1.0
- Раствор, содержащий 0.53 г карбоната натрия (M = 106 г/моль), нейтрализован согласно схеме  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{HCO}_3$ . Для этого потребовалось 1н раствора HCl объемом \_\_\_\_\_ мл  
1) 2.6      2) 3.7      3) 4.5      4) 5.0

### Тест № 3

- Используя метод электронно-ионных уравнений, осуществите превращения (в среде HNO<sub>3</sub>):  
 $\text{MoS}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4 + \text{SO}_4^{2-}$   
 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$   
Сумма коэффициентов молекулярного уравнения реакции равна  
1) 8      2) 19      3) 27      4) 46
- $K_d(\text{HNO}_2) = 4 \cdot 10^{-4}$ . Степень диссоциации (%) и величина pH 0.01М раствора HNO<sub>2</sub> равна соответственно  
1) 35; 1.9      2) 20; 2.7      3) 9.5; 3.3      4) 0.76; 4.1
- $K_d(\text{HNO}_2) = 4 \cdot 10^{-4}$ . Величина pH 0.01М раствора KNO<sub>2</sub> равна  
1) 11.7      2) 9.5      3) 8.3      4) 7.7
- В системе  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  исходные концентрации SO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> были соответственно равны 0.03 и 0.015 моль/л. В момент равновесия [SO<sub>2</sub>] = 0.01 моль/л. Константа равновесия равна  
1) 180      2) 260      3) 525      4) 800
- При повышении температуры на 20° скорость реакции, протекающей в газовой фазе, возросла в 9 раз. Температурный коэффициент скорости реакции равен  
1) 1      2) 2      3) 2.5      4) 3

### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и законы стехиометрии. Атомные и молекулярные массы. Моль. Постоянная Авогадро.
2. Для всех ли соединений справедливы законы простых кратных отношений и постоянства состава? Ответ обосновать.
3. Закон эквивалентов. Фактор эквивалентности. Атомные и молярные массы эквивалентов.
4. Периодический закон. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Физический смысл номера периода и группы. Правила Клечковского.
5. Развитие представлений о сложной структуре атома. Явление радиоактивности. Модели атома. Атомные спектры.
6. Нахождение электрона в атоме. Постулаты Бора. Уравнение Шредингера. Волновая функция.
7. Представление об электроны как о частице и волне. Принцип неопределенности Гейзенберга, уравнение волны Де-Бройля. Электронное облако.
8. Заполнение электронных оболочек в атомах. Принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Гунда (Хунда), правила Клечковского. Привести примеры.
9. Квантово-механическая теория строения атома. Квантовые числа. Форма и ориентация орбиталей. Принцип Паули. Правило Хунда.
10. s-, p-, d-элементы, их валентные электроны. Энергия ионизации, сродство к электрону. Электроотрицательность.
11. Как изменяется в группах энергия ионизации и сродство к электрону?
12. Основные типы химической связи. Отличительные особенности ионной связи от других связей (ковалентной, металлической). Существует ли в природе чистая ионная связь. Когда химическая связь считается ионной? Приведите примеры соединений с ионной связью.
13. Обменный и донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Понятие валентности.
14. Теория гибридизации. Виды гибридизации. Примеры. В чем ограниченность данной теории.
15. Основные положения теории гибридизации. Как теория гибридизации объясняет пространственное строение молекул (на примере молекулы аммиака)?
16. Направленность ковалентной связи. Перекрывание негибридных орбиталей. Изобразить перекрывание орбиталей в предложенных молекулах.
17. Основные характеристики связи: длина, энергия, валентные углы. Полярность связи. Дипольный момент связи.
18. Энергия. Закон сохранения энергии. Первый закон термодинамики.
19. Тепловой эффект. Энтальпия образования, энтальпия сгорания веществ. Закон Гесса и следствия из него.
20. Второй и третий законы термодинамики. Энтропия как функция состояния системы. Изменение энтропии в некоторых процессах.
21. Изменения энергий Гиббса и Гельмгольца. Критерии направленности самопроизвольного процесса.
22. Скорость химической реакции. Зависимость константы реакции от энергетического и стерического факторов. Понятие об активном комплексе. Энергия активации.
23. Каков физический смысл константы скорости реакции, от каких параметров она зависит.
24. Скорость химических реакций. Константа скорости. Факторы, влияющие на скорость реакции. Влияние температуры. Правило Вант-Гоффа.
25. Скорость химической реакции. Физический смысл константы скорости реакции. Ее зависимость от температуры. Правило Вант-Гоффа.
26. Зависимость скорости реакций от температуры. Правило Вант-Гоффа.
27. Обратимость химических реакций. Закон действия масс. Константа равновесия.
28. Константа равновесия в реакции гидролиза. Факторы, влияющие на равновесие реакции гидролиза. Пояснить на примерах.
29. Энергия активации. Пояснить понятие графически.
30. Катализаторы и ингибиторы. Механизм их действия. Пояснить графически.



31. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Биологические катализаторы. Принцип их действия. Ферменты, коферменты. Привести примеры.
32. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о механизме каталитической реакции.
33. Общие сведения о растворах. Классификация по агрегатному состоянию, другим признакам. Растворители. Растворимость. Растворы электролитов и неэлектролитов.
34. Осмос. Осмотическое давление. Зависимость осмотического давления от температуры и концентрации.
35. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Осмос в природе.
36. Растворы как фазы переменного состава. Понижение давления пара растворителя над раствором. Законы Рауля. Эбулиоскопия и криоскопия. Физический смысл эбулио- и криоскопических постоянных. Физико-химическое объяснение данных явлений.
37. Межмолекулярные взаимодействия: ориентационные, индукционные, дисперсионные.
38. Водородная связь. Образование, энергия связи. Внутримолекулярная и межмолекулярные связи. Водородная связь в биологических объектах.
39. Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации слабого электролита. Закон разбавления Оствальда. Активность и коэффициент активности.
40. Степень диссоциации электролитов. Сильные и слабые электролиты. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Кажущаяся степень диссоциации.
41. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Изотонический коэффициент, его физический смысл. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты.
42. Вода как важнейший растворитель. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели, их взаимосвязь.
43. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Методы измерения рН.
44. Буферные растворы, их типы. Принцип действия буферных растворов. Буферная емкость.
45. Растворимость. Произведение растворимости. Их взаимосвязь.
46. Гидролиз солей. Ионные уравнения реакций гидролиза. Факторы, влияющие на степень гидролиза. Константа и степень гидролиза.
47. Гидролиз солей. Виды гидролиза. Привести примеры.
48. Вывод формулы для расчета рН раствора соли, подвергающейся гидролизу по катиону.
49. Вывод формулы для расчета рН раствора соли, подвергающейся гидролизу по аниону.
50. Гидролиз солей. Расчет рН растворов солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой (с выводом).
51. Гидролиз солей образованных многозарядным катионом слабого основания и анионом сильной кислоты. По каким ступеням протекает гидролиз и почему?
52. Окислительно-восстановительные реакции, их классификация. Важнейшие окислители и восстановители.
53. Окислительно-восстановительные реакции. Направление протекания реакций. Окислительно-восстановительные потенциалы. Зависимость значений потенциалов от внешних условий. Уравнение Нернста. Пояснить на примере предложенной реакции.
54. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций.
55. Электродные потенциалы. Водородный электрод. Ряд напряжений. Гальванические элементы. Химические источники электрической энергии.

### **"Экзамен по курсу "Общая и неорганическая химия"**

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов - 2 теоретических и 3 практических.

Проходной балл для студентов, освоивших дисциплину "Общая и неорганическая химия", составляет 61 балл, набранных путем суммирования баллов на учебных встречах, из возможных 100 баллов.

Студенты, набравшие менее 61 балла за дисциплину, в обязательном порядке направляются на экзамен.

*Порядок прохождения экзамена:*

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме.

Каждый из экзаменуемых студентов должны иметь при себе зачетную книжку, ручку, бумагу, желательно иметь при себе справочные материалы, таблицы (периодическая система Д.И. Менделеева, растворимости и т.д.), калькулятор для проведения математических расчетов. Время на подготовку – 45 минут. Не разрешается пользоваться смартфонами и другими средствами, несущими фактическую информацию ответа на экзаменационные вопросы. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются по системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил практическую часть билета; «хорошо» - есть некоторое непонимание сущности вопроса и недочеты при ответе на билет; «удовлетворительно» - студент слабо разбирается в теоретических вопросах, при наводящих вопросах экзаменатора пытается сформулировать ответ, практические задачи не решены, но при помощи экзаменатора студент пытается довести решение до логического конца; «неудовлетворительно» - студент невразумительно или совсем не отвечает на теоретические вопросы, практическая часть билета не решена, на наводящие ответы экзаменатора ответить не может.

Если студент испытывает серьезные затруднения при подготовке по выбранному экзаменационному билету, то он имеет право выбора второго билета с продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа обучающегося оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

**6.2 Критерии оценивания компетенций:**

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	<b>Знает</b> основные законы и теоретические концепции общей и неорганической химии, их современное содержание; методологические принципы общей и неорганической химии; существующие недостатки и проблемы основных концепций; ограничения основных законов химии; перспективы общей и неорганической химии для развития и совершенствования химической картины мира; <b>Умеет</b> применять законы и принципы общей и неорганической химии для решения типовых задач; пользоваться учебной и	Конспекты лекций Устный опрос в ходе лабораторных занятий, решение задач. Тестирование и самостоятельные задания. Выполнение лабораторной работы, предоставление отчета по лабораторной работе.	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации

		справочной литературой в данной области знаний; разъяснять смысл химических формул и уравнений; выводить расчетные формулы исходя из условий равновесия и основных законов химии; критически анализировать научную и справочную литературу, а также экспериментальные данные, полученные в результате научного исследования;		обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
2	-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	<p><b>Знает</b> правила, технику безопасности, порядок работы, основные экспериментальные приемы и процедуры при проведении лабораторных работ; особенности применения теоретических основ общей и неорганической химии при проведении химического эксперимента; основы современных перспективных методов синтеза и анализа веществ, их особенности и недостатки; возможности их применения при проведении химического эксперимента.</p> <p><b>Умеет</b> собирать лабораторные приборы и конструировать лабораторные установки; выбрать наиболее эффективные методы проведения химического эксперимента; планировать эксперимент в зависимости от поставленных целей исследования.</p>	<p>Конспекты лекций</p> <p>Устный опрос в ходе лабораторных занятий, решение задач.</p> <p>Тестирование и самостоятельные задания.</p> <p>Выполнение лабораторной работы, предоставление отчета по лабораторной работе.</p>	<p>Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.</p> <p>Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".</p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник / Н. С. Ахметов. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 744 с. — ISBN 978-5-8114-4698-8. — Текст : электронный // Лань

: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130476> (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.] ; под редакцией Н. В. Коровина, Н. В. Кулешова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 492 с. — ISBN 978-5-8114-1736-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104946> (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература:

1. Мартынова, Т. В. Неорганическая химия: учебник / Т.В. Мартынова, И.И. Супоницкая, Ю.С. Агеева. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 336 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). —DOI 10.12737/25265. - ISBN 978-5-16-012323-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1206069> (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: по подписке

2. Мифтахова, Н.Ш. Общая и неорганическая химия: учебное пособие / Н.Ш. Мифтахова, Т.П. Петрова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 408 с.— [Электронный ресурс].— ISBN 978-5-7882-2174-8. — Текст: электронный. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/80237.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 01.04.2020). — Режим доступа: по подписке

## 7.3 Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека. <http://e-library.su>

## 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

<https://icdlib.nspu.ru/>

<https://rusneb.ru/>

<https://pubs.rsc.org/>

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):

- Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams
- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

## 9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;  
Для проведения лекционных занятий необходимо мультимедийное оборудование.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием (**Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа № 303а ЛК № 5** на 21 посадочное место оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель; доска аудиторная; учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модуль "Термостат"); магнитная мешалка C-mag Hs7 Package; весы M-ER 326 AFU 6/01; микроскоп металлургический; аквадистиллятор ДЭ-10 М; шкаф сушильный ШС-80-01-СПУ; шкафы вытяжные лабораторные; электроплитки лабораторные; ПК рабочая станция СКАТ в сборе: системный блок в комплекте с монитором.)

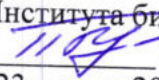
На ПК установлено следующее программное обеспечение:

- Офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Kaspersky;

Обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.)

Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся должны соответствовать требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ОРГАНИЧЕСКАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Шигабаева Г.Н., Кремлева Т.А., Русейкина А.В. Органическая и аналитическая химия. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Органическая и аналитическая химия [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Шигабаева Г.Н., Кремлева Т.А., Русейкина А.В., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Цель дисциплины «Органическая и аналитическая химия» - повышение профессионального уровня подготавливаемых специалистов-биологов, углубление их общехимической подготовки, в которую существенный вклад вносят курсы аналитической и органической химии, расширение научного кругозора, практических умений в результате освоения современных аналитических методов и методов органического синтеза и анализа, углубляющих и дополняющих методы биологии при решении практических задач.

Основные задачи курса:

- дать понятие об основных принципах пробоподготовки и определения содержания веществ в объектах,
- ознакомить с теоретическими и практическими основами традиционных методов анализа веществ в различных объектах, с сущностью современных методов анализа,
- показать многообразие методов с выявлением преимуществ и ограничений групп методов: от простого титрования (чисто химический метод) до сложных физико-химических методов, таких как спектрофотометрия и др.
- изучение теоретических и методологических основ органической химии;
- освоение практических методов работы с органическими соединениями и их композициями.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая и аналитическая химия» входит в базовую часть Б1. Дисциплины (модули). Обязательная часть. В информационном и логическом планах данная дисциплина последовательно развивает курс «Общая химия и неорганическая химия», а также тесно связан с рядом разделов курса «Биохимия».

Студент, приступающий к изучению курса «Органическая и аналитическая химия», должен:

Знать: основные понятия и законы химии, сущность реакций и процессов, используемых в химии, основные закономерности протекания химических реакций, правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

Уметь: работать с химическими реактивами, решать типовые задачи; работать с учебной и справочной литературой, в химической лаборатории, анализировать свойства химических элементов, а также формы и свойства их соединений на основе периодического закона, в соответствии с положением элементов и их совокупностей в периодической системе.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
<b>ОПК-2</b> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает: основные понятия и термины аналитической и органической химии, современные методы качественного и количественного анализа, органического синтеза необходимые для решения профессиональных задач в области биоинженерии и биохимии, основные виды современного оборудования для выполнения научно-исследовательских лабораторных работ по аналитической и органической химии, теоретические основы проведения синтетических и аналитических операций с использованием современного оборудования, строение и наиболее характерные химические свойства основных классов органических соединений.



	Знает: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории, правила работы с посудой, реактивами и приборами в аналитической лаборатории и лаборатории органического синтеза, приемы оказания первой помощи при несчастных случаях
	Умеет: осуществлять качественный и количественный химический анализ по методикам определения различных компонентов, применять стандартные приборы для решения задач в области органической и аналитической химии, правильно интерпретировать результаты полученных результатов, выявлять недостатки методов и осуществлять выбор оптимального метода решения задачи, классифицировать химические реакции и процессы, охарактеризовать особенности строения и химического поведения органических молекул.
	Умеет: проводить лабораторную работу с учетом требований техники безопасности

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	<b>6</b>	<b>6</b>
	час	<b>216</b>	<b>216</b>
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		<b>102</b>	<b>102</b>
Лекции		50	50
Практические занятия		0	0
Лабораторные/практические занятия по подгруппам		52	52
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		<b>114</b>	<b>114</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Система оценивания 100-балльная. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся в формат традиционной оценки.

Для получения экзамена по дисциплине, согласно набранных баллов, обучающимся необходимо иметь за семестр не менее 61 балла.

Студенты, набравшие 61-75 баллов, получают оценку «удовлетворительно».

Студенты, набравшие 76-90 баллов, получают оценку «хорошо».

Студенты, набравшие 91-100 баллов, получают оценку «отлично».

Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают экзамен по дисциплине в обычном порядке. Студенты, желающие улучшить экзаменационную оценку, полученную по набранным баллам, могут сдать экзамен в обычном порядке, при этом, оценка, полученная по баллам, обнуляется.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие вопросы аналитической химии. Качественный анализ.	26	2	0	4	0
2	Количественный химический анализ	38	16	0	12	0
3	Спектральные методы	6	2	0	4	0
4	Электрохимические методы	12	4	0	6	2
5	Основные понятия органической химии	38	4	0	12	2
6	Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов	32	6	0	4	2
7	Кислородсодержащие органические соединения	24	8	0	4	2
8	Углеводы	18	4	0	6	2
9	Азотистые соединения и гетероциклы	22	4	0	0	18
	Итого (часов)	216	50	0	52	28

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

###### Тема 1. Общие вопросы аналитической химии.

Предмет аналитической химии, её цели и задачи. Значение аналитической химии в развитии других наук и народном хозяйстве. Структура аналитической химии, классификация составляющих её разделов и направлений. Место аналитической химии в системе наук. Качественный и количественный анализ. Химические, физико-химические и физические методы анализа. Аналитический сигнал. Требования к методам анализа: правильность, воспроизводимость, селективность, экспрессность. Аналитический контроль в службе охраны природы, биологии и медицине. Основные принципы качественного анализа. Способы проведения качественного анализа. Аналитические химические реакции, типы аналитических реакций, предел обнаружения, условия

проведения аналитических реакций. Классификация и общая характеристика аналитических групп катионов и анионов.

## **Тема 2. Количественный химический анализ.**

Задачи количественного анализа в биологии. Методы количественного анализа: химические (титриметрические и гравиметрические). Выражение результатов анализа.

*Титриметрический анализ.* Общие сведения о титриметрическом анализе. Его применение в анализе биологических объектов. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Вычисление молярных масс эквивалентов в различных методах титриметрического анализа. Виды титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Источники ошибок в титриметрическом анализе. Первичные стандартные вещества, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Стандартизация растворов методом пипетирования и отдельных навесок.

*Кисотно-основное равновесие.* Теории кислот и оснований: Аррениуса, Бренстеда – Лоури, Льюиса. Понятие кислоты, основания, амфолита, сопряжённой кислотно-основной пары с позиций теории Бренстеда – Лоури. Автопротолиз амфипротных растворителей. Кисотно-основные равновесия в неводных растворителях, влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Вычисление pH в растворах кислот, оснований, солей. Буферные растворы. Кисотно-основное равновесие в растворах аминокислот.

*Кисотно-основное титрование.* Вычисление pH в различные моменты титрования. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Титрование в неводных и смешанных средах. Кисотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов. Выбор индикатора для обнаружения конечной точки титрования. Ошибки титрования. Приготовление рабочих растворов кислот и щелочей. Первичные стандарты для установления концентрации раствора кислоты. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Определение смесей кислот, смеси гидроксида и карбоната натрия, анализ некоторых других объектов.

*Окислительно-восстановительные реакции.* Возникновение электродного потенциала. Окислительно-восстановительная пара. Математическое выражение окислительно-восстановительного потенциала. Уравнение Нернста. Понятие о стандартном и реальном потенциале. Константа равновесия, её связь со значениями окислительно-восстановительных потенциалов. Влияние различных факторов (pH раствора, реакции комплексообразования, возможность образования малорастворимых соединений, соотношение концентраций окисленной и восстановленной форм) на величину окислительно-восстановительного потенциала. Направление реакций окисления-восстановления. Индуцированные реакции. Каталитические реакции. Понятие об автокатализе. Примеры окислительно-восстановительных процессов в биологических системах.

*Окислительно-восстановительное титрование.* Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различных точках титрования. Построение кривых титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Расчет молярной массы эквивалентов в методе окислительно-восстановительного титрования. Обзор основных окислительно-восстановительных методов анализа, методы предварительного окисления и восстановления. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление, хранение, установка титра рабочего раствора. Определение некоторых веществ перманганатометрическим методом. Иодометрия. Общая характеристика метода. Определение окислителей и восстановителей. Условия проведения иодометрических определений.

*Равновесие в растворах комплексных соединений.* Комплексные соединения и их характеристики. Понятие о координации, центральном атоме-комплексообразователе, лигандах. Координационное число как характеристика комплексообразователя. Дентантность (число донорных атомов) лиганда. Кинетическая и термодинамическая устойчивость комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Влияние комплексообразования на растворимость осадков, кислотно-основное равновесие, окисли-

тельно-восстановительный потенциал, стабилизацию неустойчивых степеней окисления элементов. Использование комплексных соединений для обнаружения, маскирования, разделения, концентрирования и определения.

*Комплексонометрическое титрование.* Комплексоны. Использование их в качестве органических лигандов. Особенности комплексонов как лигандов. Вид кривых титрования в методе комплексонометрии. Влияние различных факторов на ход титрования (побочные реакции металла и лиганда). Индикаторы, применяющиеся в комплексонометрии.

*Равновесие осаждения – растворения.* Равновесие между осадком и его насыщенным раствором. Константа равновесия (произведение растворимости). Факторы, влияющие на растворимость. Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Границы его применимости. Метод отгонки. Прямые и косвенные методы. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Схема образования осадков. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Условия получения чистых осадков. Примеры гравиметрических определений.

### **Тема 3. Спектральные методы**

Общие положения. Классификация спектроскопических методов. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в видимой области. Основные законы светопоглощения. Характеристики светопропускания и светопоглощения, их связь с концентрацией раствора светопоглощающего вещества. Причины несоблюдения законов поглощения излучений. Точность измерений в спектрофотометрическом методе. Принципиальная схема спектрофотометра. Способы увеличения точности фотометрических определений. Дифференциальная фотометрия.

### **Тема 4. Электрохимические методы**

Общие вопросы. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды, электроды сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Потенциометрия (прямая и косвенная). Классификация потенциометрических методов. Потенциометрическое титрование. Примеры проведения потенциометрических определений. Кондуктометрия. Понятие об общей, удельной и эквивалентной электропроводности. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электрогравиметрия.

### **Тема 5. Основные понятия органической химии.**

Предмет органической химии, ее значение для биологии, сельского хозяйства, промышленности. Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений.

Гомология и гомологические ряды. Способы построения названий (номенклатура) органических соединений: тривиальная, рациональная, систематическая. Основные типы и виды изомерии. Виды структурной и пространственной изомерии. Геометрическая изомерия алкенов и их производных. Оптическая изомерия. Хиральный атом углерода. Диастереомеры, энантиомеры, мезо-форма. Структурные формулы.

Типы химической связи: ковалентная, ионная, координационная и водородная. Валентные состояния углерода, кислорода, азота. Понятие о гибридизации электронных орбиталей атома углерода. Полярность и поляризуемость ковалентной связи. Электронные эффекты в органических соединениях – положительный и отрицательный индукционный и мезомерный эффекты.

Классификация реакций органических соединений по типу: замещение, присоединение, отщепление и перегруппировки. Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Типы промежуточных частиц: карбокатионы, карбанионы, свободные радикалы. Электрофильные, нуклеофильные и свободнорадикальные реагенты. Классификация органических реакций по механизму: электрофильные, нуклеофильные и радикальные реакции замещения и присоединения.

### **Тема 6. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов.**

*Алифатические (предельные и непредельные) углеводороды.* Строение углеводородов. Классификация углеводородов. Систематическая и рациональная номенклатура алканов, алкенов и алкинов. Гибридизация атомов углерода при одинарной, двойной и тройной связи, валентный угол, пространственное расположение электронных орбиталей. Конформации алканов, проекции Ньюмена. Геометрическая изомерия алкенов. Физические свойства углеводородов в гомологических рядах. Реакционная способность углеводородов с простыми и кратными углерод-углеродными связями. Реакции с галогенами, галогенводородами, с окислителями. Механизм реакций радикального галогенирования алканов. Механизм реакций электрофильного присоединения галогенводородов по двойной связи в молекулах алкенов. Правило Марковникова. Озонирование алкенов. Реакции гидрирования алкенов и алкинов. Природные источники углеводородов, способы получения углеводородов.

*Циклические углеводороды.* Классификация, изомерия и номенклатура циклических углеводородов. Сравнение устойчивости циклоалканов в зависимости от размера цикла. Гипотеза напряжения Байера. Современные представления о строении циклоалканов. Конформации циклогексана, аксиальные и экваториальные связи.

*Ароматические соединения и ароматичность.* Физические свойства, нахождение в природе, состав, строение, номенклатура, изомерия аренов. Правило ароматичности (правило Хюккеля). Химические свойства ароматических углеводородов. Реакции электрофильного замещения: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование. Роль кислот Льюиса в реакциях электрофильного замещения. Ориентанты первого и второго рода. Влияние заместителей и условий протекания на продукты реакции. Механизм ориентирующего действия. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции гомологов бензола. Замещение в боковой цепи, условия, механизм. Реакция хлорирования бензола.

*Галогенпроизводные алифатических углеводородов.* Классификация, строение, изомерия и номенклатура галогенпроизводных. Природа связи углерод – галоген. Способы получения (галогенирование углеводородов, присоединение галогенов и галогенводородов к непредельным соединениям, замещение гидроксильной группы на галоген в спиртах). Механизм реакций моно- и бимолекулярного нуклеофильного замещения. Химические свойства.

### **Тема 7. Кислородсодержащие органические соединения.**

*Спирты.* Классификация, строение, изомерия, номенклатура одноатомных алифатических спиртов. Способы получения спиртов. Электронные эффекты в молекулах спиртов. Характер связи углерод-кислород, кислород-водород. Кислотные свойства спиртов. Химические свойства: кислотность (образование алкоколятов), получение простых и сложных эфиров, замещение гидроксила на галоген, дегидратация и окисление спиртов. Правило Зайцева.

*Фенолы.* Классификация, строение, номенклатура. Электронные эффекты в молекуле фенола. Химические свойства фенолов: реакции по ароматическому ядру и по гидроксильной группе. Алкилирование и ацилирование. Феноло-формальдегидные соединения.

*Альдегиды и кетоны.* Классификация, строение, номенклатура карбонильных соединений. Строение карбонильной группы. Получение. Химические свойства: реакции присоединения нуклеофильных реагентов, образование ацеталей, взаимодействие с аммиаком и его производными.

*Карбоновые кислоты и их производные.* Классификация, строение, номенклатура. Получение. Химические свойства. Электронные эффекты в карбоксильной группе, строение карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства. Образование производных карбоновых кислот (солей, сложных эфиров, амидов, ангидридов). Реакция этерификации, механизм.

*Оксикислоты:* типичные представители, особенности строения, получение, свойства. Реакции дегидратации оксикислот. Представление о строении жиров, липидов. Физические и химические свойства жиров. Мыла и детергенты.

## **Тема 8. Углеводы**

Классификация и строение углеводов (сахаров). Моносахариды. Альдозы. Изомерия. Конфигурация и генетические ряды. Циклические формы моносахаридов. Таутомерия. Мутаротация. Свойства моносахаридов. Гликозиды. Окислительно-восстановительные реакции. Образование озаонов. Сложные сахара. Восстанавливающие и не восстанавливающие дисахара. Крахмал. Гликоген. Целлюлоза.

## **Тема 9. Азотистые соединения и гетероциклы**

*Азотсодержащие соединения. Амины, аминокислоты.* Классификация, номенклатура, изомерия аминов. Физические свойства аминов. Химические свойства аминов. Четвертичные аммониевые основания. Ароматические амины: анилин, строение и свойства. Строение аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Аминокислоты, входящие в состав белков

*Гетероциклические соединения.* Классификация гетероциклов. Ароматичность гетероциклов. Группа пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом. Группа пиридина.

## **Темы лабораторных работ.**

### **Лабораторная работа № 1. Техника безопасности. Мерная посуда.**

**Цель работы:** ознакомиться с правилами техники безопасности при работе в химической лаборатории, правилами работы с мерной посудой

**Оборудование и реактивы:** бюретка, плоскодонные колбы, градуированные пипетки, мерная колба, цилиндр, капельница, груша, воронка, фиксанал, бойки, керамический стакан для слива, предметное стекло, промывалка, хлорид натрия, пипетки Мора, пипетки дозаторы, штатив для бюретки, фильтровальная бумага, автоматическая бюретка.

### **Лабораторная работа № 2. Алкалометрия.**

**Цель работы:** установка титра раствора NaOH по щавелевой кислоте и определение содержания соляной кислоты в растворе.

**Оборудование и реактивы:** бюретка, колбы для титрования, пипетки, мерная колба, стандартный раствор щавелевой кислоты, раствор гидроксида натрия, раствор соляной кислоты, индикаторы.

### **Лабораторная работа № 3. Перманганометрия.**

**Цель работы:** установка титра рабочего раствора и определение содержания железа (II) в растворе.

**Оборудование и реактивы:** бюретка, колбы для титрования, пипетки, мерная колба, стандартный раствор щавелевой кислоты, раствор перманганата калия, раствор соли Мора.

### **Лабораторная работа № 4. Комплексометрия**

**Цель работы:** установка жесткости воды.

**Оборудование и реактивы:** бюретка, колбы для титрования, пипетки, мерная колба, стандартный раствор трилона Б, раствор ацетатно-аммонийного буфера.

### **Лабораторная работа № 5. Спектральные методы.**

**Цель работы:** Определение железа(III) сульфосалициловой кислотой.

**Оборудование и реактивы:** спектрофотометр, кюветы 1 см, мерные колбы для приготовления серии стандартных растворов, стандартный раствор соли железа, содержащий 0,1 мг/мл Fe, сульфосалициловая кислота, 10%-ный раствор, серная кислота, 1 М раствор, аммиак, 10%-ный раствор.

### **Лабораторная работа № 6. Прямая потенциометрия.**

**Цель работы:** определение pH в буферных растворах, в воде.

**Оборудование и реактивы:** pH-метр, стеклянный и хлорсеребряный электроды, электрохимическая ячейка, буферные растворы: pH 3,56 (насыщенный раствор  $K_2C_4H_4O_6$ ) и pH 9,18 (0,05 М  $Na_2B_4O_7 \cdot H_2O$ ), природная вода.

### **Лабораторная работа № 7. Вводное занятие по органическому практикуму**

**Цель работы:** ознакомиться с правилами техники безопасности при работе в химической лаборатории органического синтеза, правилами работы с оборудованием и органическими реактивами, ознакомиться со способами разделения, очистки и идентификации органических веществ.

**Оборудование и реактивы:** круглодонная колба на 100 мл, дефлегматор, термометр, прямой холодильник, аллонж, пробирки-приемники, плитка, смесь хлороформ-толуол, кипелки, конические колбы, конические воронки, фильтровальная бумага, колба Бунзена, воронка Бюхнера, чашка Петри, весы, фарфоровая чашка, вата, фталевый ангидрид.

#### **Лабораторная работа № 8. Методы разделения, очистки и идентификации органических веществ**

**Цель работы:** методом фракционной перегонки разделить смесь хлороформа и толуола, определить температуры кипения веществ, провести очистку бензойной кислоты методом перекристаллизации, провести очистку фталевого ангидрида методом сублимации.

**Оборудование и реактивы:** круглодонная колба на 100 мл, дефлегматор, термометр, прямой холодильник, аллонж, пробирки-приемники, плитка, смесь хлороформ-толуол, кипелки, конические колбы, конические воронки, фильтровальная бумага, колба Бунзена, воронка Бюхнера, чашка Петри, весы, фарфоровая чашка, вата, фталевый ангидрид.

#### **Лабораторная работа № 9. Хроматографические методы разделения и анализа органических веществ**

**Цель работы:** провести препаративное хроматографическое разделение красителей на колонке с оксидом алюминия, провести хроматографическое разделение смеси красителей в незакрепленном слое оксида алюминия, провести разделение пигментов зеленых листьев растений на закрепленном слое силикагеля.

**Оборудование и реактивы:** оксид алюминия, смесь красителей (нафтоловый желтый и фиолетовый кристаллический), дистиллированная вода, хроматографическая колонка, колба Бунзена, стакан, стеклянная палочка, пипетка, вата, смесь красителей, судан II, судан IV, азобензол, п-аминоазобензол, тетрахлорид углерода, хроматографическая камера, стеклянная пластина, хроматографический валик, капилляры, хроматографическая пластинка, свежие зеленые листья растений, изопропиловый спирт, смесь ацетон-толуол (1:4), ступка, пестик.

#### **Лабораторная работа № 10. Алифатические углеводороды**

**Цель работы:** изучить основные химические свойства алканов, алкенов, алкинов.

**Оборудование и реактивы:** спиртовая горелка, набор пробирок, набор холодильников, хлоркальциевая трубка, водяная баня, лакмусовая бумага, фарфоровая чашка, шпатель, кипятильники, штатив, набор лапок, держатель для пробирок, ацетат натрия, гидроксид натрия, 2%-ный раствор перманганата калия, бромная вода, этиловый спирт, концентрированная серная кислота, 10%-ный раствор карбоната натрия, карбид кальция, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди.

#### **Лабораторная работа № 11. Кислородсодержащие соединения**

**Цель работы:** изучить основные химические свойства спиртов, фенолов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их производных.

**Оборудование и реактивы:** фарфоровые чашки, пробирки, пинцет, спиртовая горелка, холодильник, колба для перегонки, приемник, ледяная баня, дистиллированная вода, этиловый спирт, бутиловый спирт, амиловый спирт, глицерин, фенол, металлический натрий, спиртовой раствор фенолфталеина, хромовая смесь, 2%-ный раствор сульфата меди, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор серной кислоты, бромная вода, 2%-ный раствор хлорида железа (III), 5%-ный раствор фенола, 1%-ный раствор резорцина, 1%-ный раствор пирокатехина, 1%-ный раствор пирогаллола, спиртовка, формалин, 2%-ный раствор сульфата меди (II), бензальдегид, анилин, пропанол-2, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, ацетон, насыщенный раствор гидросульфита

натрия, концентрированный раствор I<sub>2</sub> в KI, 4-метилпентанон-2, уксусный альдегид, формальдегид, циклопентанон, 1%-ный раствор муравьиной кислоты, 1%-ный раствор уксусной кислоты, 1%-ный раствор трихлоруксусной кислоты, 1%-ный раствор соляной кислоты, индикаторная бумага, 10%-ный раствор карбоната натрия, магний, цинк, оксид меди (II), ледяная уксусная кислота, муравьиная кислота, пропионовая кислота, уксусная кислота, октанол-1, бутанол-1, амиловый спирт, изоамиловый спирт, изобутиловый спирт, концентрированная серная кислота, мыло, 5%-ный раствор хлорида кальция, 5%-ный раствор ацетата свинца, 5%-ный раствор сульфата меди (II).

#### Лабораторная работа № 12. Химические свойства углеводов

**Цель работы:** изучить основные химические свойства моно-, ди- и полисахаридов.

**Оборудование и реактивы:** Пробирки, 1%-ный раствор сахарозы, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор сульфата меди (II), водный раствор аммиака, раствор нитрата серебра, 1%-ный раствор глюкозы, 1%-ный раствор фруктозы, водяная баня, 10%-ный раствор серной кислоты, фарфоровые кипятивники, реактив Фелинга, 1%-ный раствор крахмала, раствор иода в иодиде калия, спиртовая горелка, реактива Швейцера, концентрированная соляная кислота.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Общие вопросы аналитической химии. Качественный анализ.	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
2	Количественный химический анализ	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
3	Спектральные методы	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
4	Электрохимические методы	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
5	Основные понятия органической химии	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
6	Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
7	Кислородсодержащие органические соединения	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.



8	Углеводы	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
9	Азотистые соединения и гетероциклы	Проработка лекций. Чтение обязательной и дополнительной литературы.

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### Примерные задания для самостоятельной работы

#### Тема 1-2. Общие вопросы аналитической химии. Количественный анализ.

1. Сущность метода нейтрализации. Вид кривых титрования в методе нейтрализации. Понятия «конечной точки титрования» (КТТ), «точка эквивалентности» (ТЭ), «показатель титрования» (рТ), «интервал перехода окраски индикатора».
2. Рабочие растворы, определяемые вещества и установочные вещества, требования к ним. Понятия «молярная концентрация эквивалента» (нормальность), «молярная концентрация» (молярность), титр, массовая доля.
3. Сущность методов титрования (прямое, обратное, заместителя). Расчеты, применяемые в данных методах.
4. Понятия «эквивалент вещества». Способы определения эквивалентов в реакциях кислотно-основного титрования. Расставить коэффициенты и определить эквиваленты кислот, оснований и солей в следующих реакциях:  

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} = \text{CaOHCl} + \text{HCl}$$

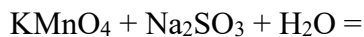
$$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl}$$
5. Чему равны молярная концентрация эквивалента и титр раствора азотной кислоты, если на титрование 20,00 см<sup>3</sup> ее израсходовано 15,00 см<sup>3</sup> 0,1200 н раствора гидроксида натрия.
6. Навеску карбоната натрия массой 0,5000 г растворили в мерной колбе емкостью 200 см<sup>3</sup>. На титрование 50,00 см<sup>3</sup> полученного раствора с метиловым оранжевым расходуется 48,00 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента и титр раствора соляной кислоты.
7. Рассчитайте массу карбоната натрия в исследуемом растворе, если на титрование его израсходовано 20,10 см<sup>3</sup> 0,1000 н. раствора серной кислоты.
8. Какой объем серной кислоты ( $\rho=1,84 \text{ г/см}^3$ ) требуется для приготовления 2,5 л 0,2 н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $f_{\text{эв}} = 1/2$ )?
9. Навеску щелочи массой 2,000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> расходуется 20,00 см<sup>3</sup> 0,4455 М раствора HCl. Определите, какое вещество титровали: KOH или NaOH.
10. Какая масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  содержится в растворе, если на нейтрализацию до  $\text{NaHCO}_3$  израсходовано 21,40 см<sup>3</sup> раствора HCl ( $T(\text{HCl}) = 0,002789 \text{ г/см}^3$ )?
11. Какие реакции называются окислительно-восстановительными реакциями? Какое уравнение используют для расчета потенциала окислительно-восстановительной системы?
12. Вид кривых титрования в методе редоксиметрии. Рабочие растворы, определяемые вещества и установочные вещества в редоксиметрии. Выбор индикаторов.

13. Что представляют собой окислительно-восстановительные индикаторы? Какой химический процесс является причиной изменения их окраски?
14. Что такое автокатализ? Приведите примеры автокаталитических реакций.
15. Допишите и расставьте коэффициенты в уравнениях окислительно-восстановительных реакций, используя ионно-электронный метод. Какие ионы или молекулы являются окислителями и восстановителями в данных процессах.



### Тема 3. Спектральные методы.

1. Фотометрический метод анализа. Спектр поглощения вещества.
2. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
3. Понятия «коэффициент пропускания» (Т) и «оптическая плотность» (А). Пределы изменения этих величин и их взаимосвязь.
4. Рассчитайте значение коэффициента пропускания, если оптическая плотность равна 0,324; 0,531; 0,879; 0,462.
5. Рассчитайте значение оптической плотности, если значение коэффициента пропускания равно: 1,0%; 44,2%; 98,1%; 0,355; 0,762.
6. Физический смысл молярного коэффициента поглощения. Факторы, влияющие на молярный коэффициент поглощения.
7. Вычислите молярный коэффициент светопоглощения раствора окрашенного соединения железа (III) с концентрацией 0,1 мг в 50 мл раствора, если оптическая плотность раствора составила 0,410 при толщине поглощающего слоя 3 см.
8. Рассчитайте оптимальную толщину поглощающего слоя кюветы (мм), необходимую для измерения оптической плотности раствора сульфата меди (II), содержащего 5 мг соли в 50 мл раствора. Величина оптической плотности составляет 0,610, молярный коэффициент светопоглощения  $\varepsilon = 10^3$ .

### Тема 4. Электрохимические методы.

1. Сущность метода потенциометрического титрования. Определяемые вещества и рабочие растворы. Кривые титрования. Методы расчета конечной точки титрования.
2. Электроды, используемые в потенциометрическом титровании. Строение и принцип действия электродов.
3. Сущность метода прямой потенциометрии. Электроды, применяемые в методах прямой потенциометрии.
4. Способы определения концентрации ионов в методе прямой потенциометрии.
5. Сущность методов прямой кондуктометрии. Область применения прямой кондуктометрии.
6. Сущность метода кондуктометрического титрования. Определяемые вещества, титранты в кондуктометрическом титровании. Кривые кондуктометрического титрования.
7. Понятия электрической проводимости, удельной электрической проводимости и эквивалентной электрической проводимости.

### Тема 5-6. Основные понятия органической химии. Углеводороды.

1. Что положено в основу классификации органических соединений? По какому принципу определяется принадлежность к определенному ряду и классу?

2. К какому ряду и классу следует отнести каждое из соединений: а) дивинил, б) изобутиловый спирт, в) ацетон, г) хлорциклопентан, д) циклогексиламин, е) нитробензол, ж) диоксан. Какие функциональные группы имеются в этих соединениях?

При написании формул воспользуйтесь предметными указателями учебных пособий.

3. Приведите примеры органических и неорганических молекул: а) с ионной связью, б) с ковалентной связью (полярной и неполярной), в) с координационной связью, г) с водородной связью.

4. Приведите примеры органических и неорганических соединений в молекулах

которых имеются: а) только  $\sigma$ -связи; б)  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи.

5. Охарактеризуйте химические связи в молекулах: а) этана, б) этилена, в) ацетилена. Приведите атомно-орбитальные схемы строения этих соединений.

6. Укажите тип гибридизации каждого атома углерода в следующих соединениях: а) пропан; б) пропен; в) пропин. Какие типы реакций характерны для них. Приведите конкретные примеры.

7. Напишите структурные формулы соединений:

а) 3-хлор-6-гидрокси-5-метилгексанон-2, б) 1-бромпропен-1-ол-3.

8. Напишите формулы оптических и геометрических изомеров следующих соединений (какие из них будут вращать плоскость поляризации света?): а) бутен-2, б)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$ , в) молочная кислота, г) бутен-1, д) гексин-3.

9. Расположите а) радикалы, б) катионы: метил, изопропил, трет-пентил в порядке увеличения их устойчивости. Объясните предлагаемую последовательность.

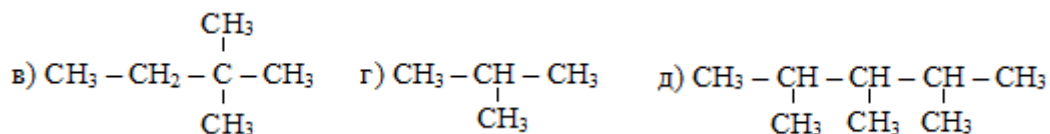
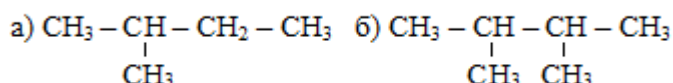
10. Напишите структурные формулы изомеров н-гептана и назовите их по систематической номенклатуре. Укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.

14. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов:  $\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7$ ,  $\text{C}_4\text{H}_9$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{11}$ . Назовите их.

15. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

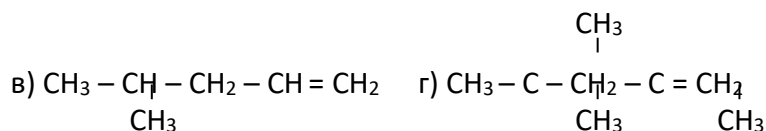
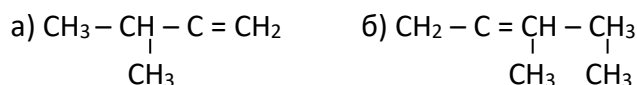
а) метилэтилпропилметан, б) метилдиизопропилметан, в) диметилдиэтилметан, г) диэтилизопропилметан. Назовите их по систематической номенклатуре.

16. Назовите следующие соединения по систематической и рациональной номенклатуре, укажите среди них гомологи и изомеры:



17. Сколько однозамещенных галогеналканов может образоваться при хлорировании изобутана? Рассмотрите механизм реакции, укажите, какой из изомеров образуется с большей скоростью и почему?

18. Назовите следующие соединения по систематической и рациональной номенклатуре, укажите среди них изомеры и вид структурной изомерии:

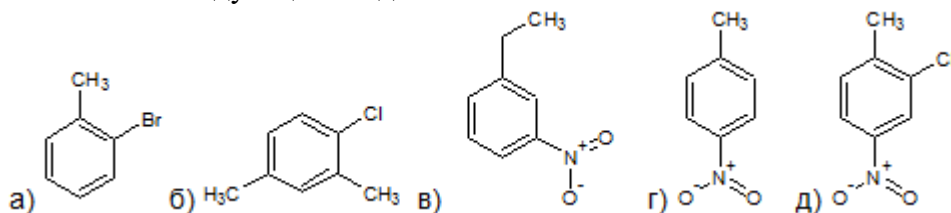


19. Напишите уравнения реакций получения пропена всеми известными Вам способами. К какому типу (или типам) относятся эти реакции?

20. Напишите уравнения реакций пропена со следующими реагентами: а) водород (в присутствии катализатора, какого?), б) бром, в) бромоводород, г) серная кислота, д) озон (с последующим гидролизом), е) хлорноватистая кислота. К какому типу относятся эти реакции? В каких из них имеет место правило Марковникова и по какому механизму они протекают?

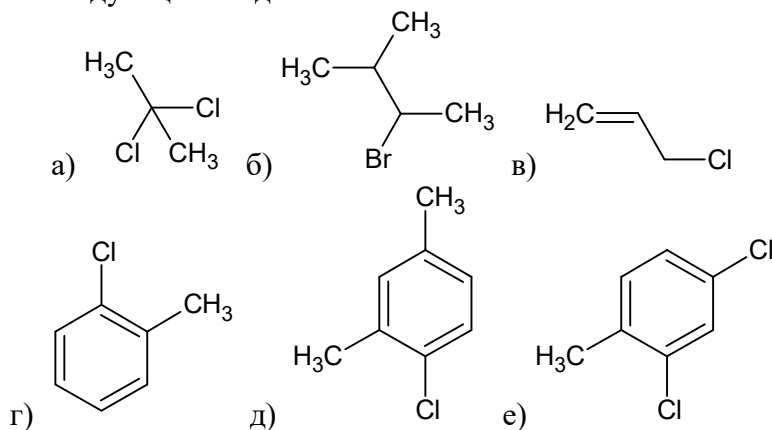
21. Напишите и назовите формулы всех изомеров в ряду циклобутана с брутто-формулой  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ . Укажите виды структурной изомерии для приведенных соединений.

22. Напишите уравнения реакций с бромом: а) циклопропана, б) циклопентана, в) циклогексана.
23. Напишите структурные формулы изомерных алкинов состава  $C_7H_{12}$ , главная цепь которых состоит из пяти углеродных атомов и назовите их. Укажите вид (или виды) структурной изомерии.
24. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов бензольного ряда составов: а)  $C_8H_{10}$ , б)  $C_9H_{12}$  и назовите их. Какие виды структурной изомерии характерны для них?
25. Назовите следующие соединения:

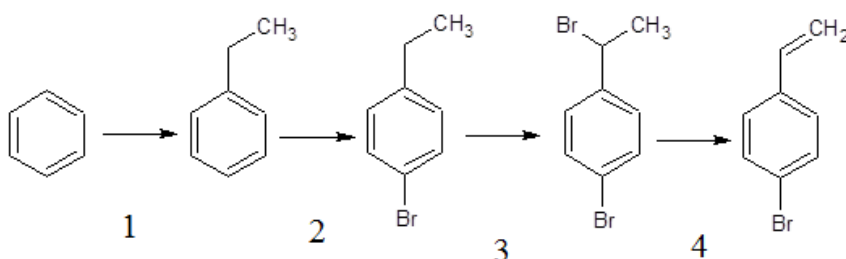


26. Напишите уравнения реакций толуола со следующими реагентами: а) серная кислота, б) азотная кислота в присутствии серной кислоты, в) бром в присутствии хлорида алюминия, г) метилбромид в присутствии хлорида алюминия. К какому (или каким) типу относятся эти реакции и по какому механизму они протекают?

27. Назовите следующие соединения:



28. Осуществите следующие превращения:



К какому типу относятся реакции галогенирования стадий 2) и 3)? Одинаковы ли их механизмы?

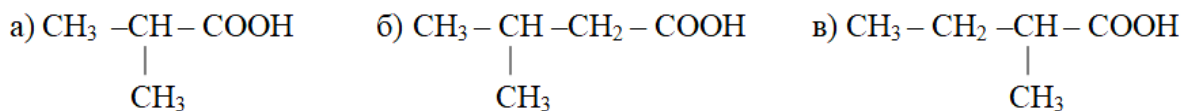
### Тема 7. Кислородсодержащие органические соединения

1. Напишите уравнения реакций п-крезола со следующими реагентами: а) едкий натр, б) бром, в) азотная кислота, г) уксусный ангидрид. По какому механизму протекает реакция в), укажите место преимущественного вступления новой группы.
2. Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов общей формулы  $C_5H_{10}O$  и назовите их. Какие виды структурной изомерии характерны для них? Можно ли утверждать, что они образуют единый гомологический ряд?
3. Получите известными вам способами (не менее 4-х) бутанон-2.
4. Напишите уравнения реакций пропионового альдегида со следующими веществами: а) бисульфит натрия, б) синильная кислота (в присутствии катализатора,

какого?), в) аммиак, г) метилмагний иодид, д) бром. К какому (или каким) типу относятся эти реакции? Рассмотрите механизм реакции а).

5. Расположите приведенные ниже соединения в порядке убывания активности в реакции с бисульфитом натрия: а) формальдегид, б) уксусный альдегид, в) ацетон, г) бензальдегид.

6. Назовите следующие соединения:



Какие виды структурной и пространственной (стерео-) изомерии характерны для них? Укажите, какие из них могут существовать в виде стереоизомеров?

3. Расположите в ряд по увеличению их силы следующие кислоты: уксусная, пропионовая,  $\alpha$ -хлорпропионовая,  $\beta$ -хлорпропионовая, изомаасляная.

4. Напишите уравнения реакций масляной кислоты со следующими веществами: а) едкий натрий, б) хлор (на свету), в) треххлористый фосфор, г) этиловый спирт (в присутствии серной кислоты), д) аммиак (на холоду и при нагревании). К какому типу (или типам) они относятся?

5. Напишите уравнения реакций бензойной кислоты со следующими веществами: а) этиловый спирт (в присутствии серной кислоты), б) бром (в присутствии кислотного катализатора). К какому типу (или типам) относятся реакции б) и в)?

6. Напишите уравнения реакций между хлористым бензоилом и следующими соединениями: а) бензоат натрия, б) этиламин, в) этилат натрия. Что общего имеется у этих реакций?

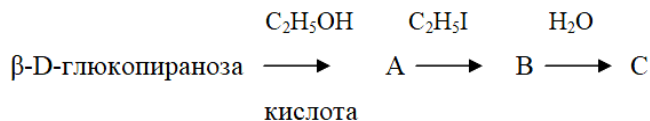
### Тема 8. Углеводы.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) альдотетроза, б) кетотетроза, в) альдогексоза (фуранозная и открытая формы). Отметьте в приведенных формулах асимметрические (хиральные) атомы углерода. Сколько стереоизомеров возможно для каждого соединения? Какой особый вид структурной изомерии имеет место в примере в)?

2. Приведите проекционную (Фишера) и циклическую (Хеуорса) формулы L-глюкозы, напишите формулы ее антипода, аномера, зпимера.

4. Что такое циклическая  $\alpha$ -форма и циклическая  $\beta$ -форма моносахаридов? Напишите  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиранозные формы альдопентозы D-ряда, используя формулы Колли-Толленса.

5. Осуществите следующие превращения:



7. Способна ли сахароза: а) к таутомерии, б) к мутаротации, в) образует ли гликозиды при действии спиртов в присутствия хлороводорода, г) образует ли простые и сложные эфиры?

### Тема 9. Азотистые соединения и гетероциклы

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-аминопропан, б) дипропиламин, в) третбутиламин, г) триэтиламин. Классифицируйте их по степени замещения у атома азота. Укажите среди них структурные изомеры и вид структурной изомерии.

2. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) N-метиланилин, б) N,N-диметиланилин, в) 2,4-диметиланилин, г) п-толуидин, д) бензиламин. Клас-

сифицируйте их по степени замещения у атома азота. Укажите среди них структурные изомеры и вид (или виды) структурной изомерии.

3. Напишите структурные формулы бромидов тетраэтиламмония и метилэтилпропилбутиламмония. Какое из этих соединений будет хиральным? Что является в данном примере центром хиральности?

4. Получите известными Вам способами (не менее четырех) пропиламин. Какие недостатки имеет метод синтеза, основанный на аминировании галогеналкилов.

5. Получите, исходя из бензола: а) п-толуидин, б) м-хлоранилин.

6. Расположите амины: а) этиламин, б) диметиламин, в) триметиламин в ряд по уменьшению основности. Ответ мотивируйте.

7. Расположите амины: а) анилин, б) 2,4,6-тринитроанилин, в) бензиламин, г) N-этиланилин в ряд по уменьшению основности. Ответ мотивируйте.

8. Напишите уравнения реакций этиламина со следующими реагентами: а) соляная кислота, б) нитрит натрия в присутствии избытка соляной кислоты, в) этилбромид, г) хлористый ацетил, д) уксусный альдегид. К какому типу (или типам) относятся эти реакции?

9. Напишите уравнения реакций п-толуидина со следующими реагентами: а) соляная кислота, б) нитрит натрия в присутствии избытка соляной кислоты, в) бензальдегид, г) хлористый ацетил, д) бромная вода. К какому (или каким) типу относятся эти реакции? Какая из них называется реакцией диазотирования?

### Вопросы к экзамену

1. Аналитическая химия, как наука, ее объект, цели и задачи.

2. Теоретические основы титриметрического анализа. Способы выражения концентрации растворов (массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, массовая концентрация, титр раствора, титр раствора по определяемому компоненту, поправочный коэффициент к концентрации раствора) и взаимосвязь между ними.

3. Установочные (исходные) вещества и требования, предъявляемые к ним.

4. Методы определения содержания вещества в титриметрическом анализе: 1) по способу титрования (прямое титрование, обратное титрование, титрование заместителя), 2) по типу химических реакций (кислотно-основное, окислительно-восстановительное и др.).

5. Реакции кислотно-основного взаимодействия. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации): сущность, рабочие растворы (ацидиметрия, алкалиметрия), определяемые и установочные вещества.

6. Комплексометрический метод анализа. Реакции комплексообразования. Основные характеристики комплексных соединений (комплексообразователь, координационное число, лиганды и их типы, дентантность). Хелаты, правило Чугаева.

7. Комплексометрический метод анализа (хелатометрия). Комплексоны и их особенности, как лигандов, побочные реакции, протекающие при комплексометрическом титровании, рабочие растворы, определяемые и установочные вещества.

8. Практическое применение и общая оценка комплексометрического метода анализа.

9. Окислительно-восстановительные реакции. Окисление, восстановление, окислитель, восстановитель. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста для расчета потенциала окислительно-восстановительной системы. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал.

10. Перманганатометрия: сущность, рабочие растворы, определяемые и установочные вещества, индикаторы. Явление автокатализа.

11. Иодометрия: сущность, рабочие растворы, определяемые и установочные вещества, индикаторы.

12. Электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов анализа.

13. Потенциометрические методы анализа. Классификация потенциометрических методов анализа. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка.

14. Прямая потенциометрия: сущность, ионселективные электроды, электроды сравнения, уравнение Нернста для ионселективных электродов.

15. Потенциометрическое титрование: сущность, рабочие растворы, определяемые и установочные вещества, электроды, кривые потенциометрического титрования и способы нахождения конечной точки титрования, достоинства и недостатки метода.

16. Прямая кондуктометрия: сущность, электроды. Расчет содержания вещества в анализируемом объекте методом калибровочного графика. Достоинства, недостатки и применение метода прямой кондуктометрии.

17. Кондуктометрическое титрование: сущность, рабочие растворы, определяемые и установочные вещества. Вид кривых кондуктометрического титрования и нахождение конечной точки титрования. Достоинства, недостатки и применение метода кондуктометрического титрования.

18. Основные положения теории химического строения А. М. Бутлерова. Классификация органических соединений.

19. Типы химической связи: ковалентная и ионная (их образование), семиполярная, координационная, водородная. Поляризуемость и поляризация ковалентных связей. Индукционный и мезомерный эффекты.

20. Валентные состояния углерода, кислорода, азота. Простые и кратные ковалентные связи, их строение.

21. Алканы. Гомологический ряд. Изомерия. Строение алканов. Тетраэдрическая модель молекулы метана. Природа  $\sigma$ -связей C–C и C–H.

22. Химические свойства алканов: галогенирование (механизм реакции). Реакционная способность и направление реакций замещения. Пиролиз. Окисление. Природные источники углеводородов.

23. Алкены. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение алкенов. Цис- и транс- изомерия алкенов и их производных.

24. Реакции электрофильного присоединения к алкенам: галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Механизм. Правило Марковникова.

25. Окисление алкенов: образование гликолей (реакция Вагнера).

26. Алкины. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение алкинов. Характеристики  $\text{C}\equiv\text{C}$ - связи.

27. СН-кислотные свойства алкинов: замещение на металл, присоединение к альдегидам и кетонам (Фаворский). Химические свойства алкинов: гидрирование, присоединение галогенов, галогенводородов, воды (реакция Кучерова).

28. Классификация алкадиенов. Сопряженные диены, строение ( $\pi, \pi$  - сопряжение).

29. Циклоалканы. Классификация, изомерия и номенклатура. Сравнение устойчивости циклоалканов. Гипотеза напряжения Байера. Современные представления о строении. Конформации циклогексана, аксиальные и экваториальные связи.

30. Изомерия и номенклатура производных бензола. Строение бензола. Условия ароматического состояния (правило Хюккеля).

31. Хлорирование толуола в боковую цепь и ядро (условия, механизмы). Введение ацильной группы в ароматическое ядро (Фридель-Крафтс). Роль кислот Льюиса в этой реакции. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование ароматического ядра. Механизм электрофильного замещения.

32. Заместители первого и второго рода, их влияние на скорость и направление реакций электрофильного замещения. Механизм ориентирующего действия.

33. Классификация, изомерия и номенклатура галогенпроизводных углеводородов. Реакции нуклеофильного замещения на примере гидролиза галогеналканов.

34. Классификация, изомерия и номенклатура одноатомных спиртов.

35. Характеристика связей С–О и О–Н в спиртах. Водородная связь и ее влияние на физические свойства спиртов.
36. Химические свойства спиртов: кислотность (образование алкоголятов), получение простых и сложных эфиров, замещение гидроксила на галоген, дегидратация и окисление. Многоатомные (гликоли, глицерин) спирты. Особенности химического поведения. Способы получения.
37. Фенолы. Реакции электрофильного замещения у фенолов и их ориентация (галогенирование, нитрование). Конденсация с альдегидами, роль кислотно-основного катализа. Фенолформальдегидные смолы.
38. Альдегиды. Кетоны. Гомологические ряды. Изомерия и номенклатура. Строение и характеристики карбонильной группы. Восстановление и окисление альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе спиртов (ацетали, кетали и их гидролиз). Взаимодействие карбонильных соединений с аммиаком, гидроксиламином, гидразином и фенилгидразином. Механизм.
39. Классификация, изомерия и номенклатура карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотные свойства. Константа диссоциации и показатель рК<sub>а</sub>. Влияние заместителей на кислотность.
40. Карбоновые кислоты и их производные в природе. Понятие о строении липидов и жиров. Получение функциональных производных карбоновых кислот: солей, галогенангидридов, ангидридов, амидов, нитрилов и сложных эфиров.
41. Стереизомерия молочной и винной кислот. Энантиомеры. Диастереомеры. Мезоформа. Рацематы и разделение.
42. Оксикарбоновые кислоты, примеры. Дегидратация оксикислот.
43. Альдогексозы (глюкоза, манноза). Кольчато-цепная таутомерия: открытая и циклическая формы (пиранозная и фуранозная). Формулы Хеуорса. Гликозидный гидроксил. Конформации глюкопиранозы (форма «кресло»), аксиальное и экваториальное расположение гидроксильных групп.
44. Стереизомерия цепной и циклической форм моноз D- и L- ряда. Аномеры.
45. Химические свойства цепной и циклических форм моноз: окисление, восстановление, алкилирование и ацилирование.
46. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды, их строение.
47. Крахмал. Клетчатка. Строение и биологическая роль. Пути химической переработки клетчатки.
48. Классификация, изомерия и номенклатура аминов. Строение атома азота в аминах. Стереохимия amino- и аммонийной групп. Основные свойства алифатических и ароматических аминов. Факторы, влияющие на основность. Нуклеофильные свойства аминов – алкилирование и ацилирование. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических аминов с азотистой кислотой.
49. Ароматические амины. Галогенирование, сульфирование и нитрование анилина (ориентация, защита аминогруппы). Галогенирование, сульфирование и нитрование анилина (ориентация, защита аминогруппы).
50. Строение пятичленных гетероароматических соединений (фуран, тиофен, пиррол). Химические свойства пятичленных гетероароматических соединений (фуран, тиофен, пиррол). Ацидофобность, реакции электрофильного замещения.
51. Шестичленные гетероароматические соединения. Пиридин. Строение. Реакционная способность и ориентация при электрофильном замещении.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций



№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаний/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	<b>ОПК-2</b> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	<p>Знает: основные понятия и термины аналитической и органической химии, современные методы качественного и количественного анализа, органического синтеза необходимые для решения профессиональных задач в области биоинженерии и биохимии, основные виды современного оборудования для выполнения научно-исследовательских лабораторных работ по аналитической и органической химии, теоретические основы проведения синтетических и аналитических операций с использованием современного оборудования, строение и наиболее характерные химические свойства основных классов органических соединений, правила техники безопасности при работе в химической лаборатории, правила работы с посудой, реактивами и приборами в аналитической лаборатории и лаборатории органического синтеза, приемы оказания первой помощи при несчастных случаях.</p> <p>Умеет: осуществлять качественный и количественный химический анализ по методикам определения различных компонентов, применять стандартные приборы для решения</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам, тесты, экзамен</p>	<p>Качественно оформленный отчет, с глубокой проработкой материала, оценивается максимальным числом баллов, предусмотренных за данное задание. Неверные или неполные задания оцениваются пропорционально от максимально возможного балла. В зависимости от сложности задач решение оценивается от 0 до 3 баллов за 5 задач. При проведении экзамена оценка «отлично» выставляется обучающемуся, который дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос с использованием информации, почерпнутой из дополнительной литературы, показывает совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющуюся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; раскрывает основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей; ответ формулируется в научных терминах, излагается литературным языком, характеризуется логичностью, доказательностью, демонстрирует авторскую позицию обучающегося; могут быть допущены недочеты в определении понятий или др., исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, который дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, раскрывает основные положения темы; показывает умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; ответ излагается литературным языком в научных терминах; в ответе допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью преподавателя. Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который дает недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; допускает ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые затрудняется исправить самостоятельно; не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя; речевое оформление ответа требует поправок, коррекции.</p>

		<p>задач в области органической и аналитической химии, правильно интерпретировать результаты полученных результатов, выявлять недостатки методов и осуществлять выбор оптимального метода решения задачи, классифицировать химические реакции и процессы, охарактеризовать особенности строения и химического поведения органических молекул, умеет проводить лабораторную работу с учетом требований техники безопасности</p>		
--	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Аналитическая химия/Апарнев А.И., Лупенко Г.К., Александрова Т.П. и др. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1702-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549082> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Практикум по органической химии : учебник / А. Ф. Пожарский, А. В. Гулевская, О. В. Дябло, В. А. Озерянский. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 320 с. - ISBN 978-5-9275-0612-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556021> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия/Александрова Т.П., Апарнев А.И., Казакова А.А. и др. - Новосибирск: НГТУ, 2016. - 63 с.: ISBN. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546115> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев. — Минск: Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 206 с.: ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006615-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/520527> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями : в 2 ч. Ч. 2 / Ливанцов М.В., Зайцева Г.С., Ливанцова Л.И.; Под ред. Зефиоров Н.С., - 2-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 717 с.: ISBN 978-5-9963-2594-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365600> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями : в 2 ч. Ч. 1 / Ливанцов М.В., Зайцева Г.С., Ливанцова Л.И.; Под ред. Зефиоров Н.С., - 2-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 258 с.: ISBN 978-5-9963-2593-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365577> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

5. Иванов, В. Г. Органическая химия. Краткий курс: Учебное пособие / Иванов В.Г., Гева О.Н. - Москва :КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 222 с. - ISBN 978-5-905554-61-2. -

Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912392> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Твердохлебов, В.П. Органическая химия : учебник / В.П. Твердохлебов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 492 с. - ISBN 978-5-7638-3726-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032163> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

7. Найденко, Е. С. Органическая химия : учебное пособие / Е. С. Найденко. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 91 с. - ISBN 978-5-7782-2513-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549401> (дата обращения: 01.04.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

1. <https://znanium.com/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. <https://library.utmn.ru/>

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. American Chemical Society/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
2. Cambridge University Press/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://www.cambridge.org/core>
3. Royal Society of Chemistry/ ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://pubs.rsc.org/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

Работа в сети Интернет.

Работа с информационным порталом ИБЦ ТюмГУ.

Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.

Лицензионное ПО: платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

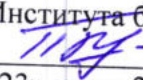
## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Все лекции обеспечены мультимедийными презентациями. Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер с программным обеспечением WORD, EXCEL, POWER POINT, проектор и др.) для демонстрации презентаций и пр.

Для проведения лабораторного практикума необходима оборудованная учебная лаборатория по аналитической и органической химии (приточно-вытяжная вентиляция, вытяжные шкафы, оборудование, лабораторная посуда и реактивы), дополнительно оснащенная мультимедийной техникой (компьютер, проектор и др.).

Для самостоятельной работы студентов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Жигилева О.Н. Популяционная генетика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Популяционная генетика. [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Жигилева О.Н., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Целью курса «Популяционная генетика» является формирование у студентов представления о популяции как сложно структурированной единице микроэволюционного процесса. В задачи входит изучение основных понятий генетики популяций, концепции генетического полиморфизма, генетической структуры популяций и способов ее описания, факторов генетической динамики популяций, а также применения популяционно-генетического подхода в решении прикладных задач селекции, демографии, охраны природы. Студенты учатся решать задачи по описанию генетической структуры популяций и выявлению происходящих в них генетических процессов с применением математического аппарата популяционной генетики.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули), обязательная часть.

Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с другими дисциплинами блока Б1. биохимия, молекулярная биология и молекулярная генетика, методы исследования макромолекул, блока Б1. ботаника, зоология, клеточная биология, микробиология и вирусология, генетика, экология и рациональное природопользование, эмбриология, теории эволюции. Для успешного освоения дисциплины необходимо умение использовать современные образовательные и информационные технологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает предмет, методы и историю популяционной генетики; вклад отечественных и зарубежных ученых в популяционную и эволюционную генетику; основные положения концепции генетического полиморфизма; факторы микроэволюции; принципы популяционной генетики в охране и рациональном использовании биологических ресурсов и селекции; основы популяционной генетики человека.
	Умеет решать популяционно-генетические задачи

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		6
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час</b>	4	4
	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0

<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

### 3. Система оценивания

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Если в период проведения текущей аттестации студент набрал 61 балл и более, то он автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода, но в то же время он имеет право повысить оценку, полученную по итогам рейтинга (удовлетворительно, хорошо), путем сдачи экзамена. Шкала перевода баллов в оценки: 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»; от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»; от 76 до 90 баллов – «хорошо»; от 91 до 100 баллов – «отлично». По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Экзамен предусматривает ответ на вопросы, изложенные в экзаменационном билете. Решение о сдаче экзамена выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы экзаменационного билета.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Предмет, методы и история популяционной генетики	6	2	0	0	0
2	Изменчивость в популяциях и методы ее изучения	6	0	2	0	0
3	Расчет показателей генетического полиморфизма популяции	6	0	2	0	0
4	Биохимический полиморфизм и генетические маркеры	6	2	0	0	0
5	Основные понятия и	6	0	2	0	0

	термины популяционной генетики					
6	Вклад отечественных и зарубежных ученых в популяционную и эволюционную генетику.	8	0	2	0	0
7	Генетическая структура популяций	6	2	0	0	0
8	Изменчивость в популяциях и методы ее изучения	6	0	2	0	0
9	Расчет частот аллелей, генотипов и оценка равновесности структуры популяции	6	0	2	0	0
10	Генетическая динамика популяций	6	2	0	0	0
11	Генетическая структура популяции	6	0	2	0	0
12	Решение задач с применением закона Харди-Вайнберга	6	0	2	0	0
13	Генетика популяций и охрана природы	6	2	0	0	0
14	Оценка генетического состояния популяции с использованием кодоминантных маркеров	6	0	2	0	0
15	Изучение популяционно-генетической структуры популяции с использованием доминантных маркеров	6	0	2	0	0



16	Генетика популяций и селекция	6	2	0	0	0
17	Генетические дистанции	6	0	2	0	0
18	Основные параметры распределений количественных признаков в популяциях	6	0	2	0	0
19	Популяционная генетика человека	6	2	0	0	0
20	Генетика популяций и селекция	6	0	2	0	0
21	Построение дендрограмм	6	0	2	0	0
22	Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности	8	2	0	0	0
23	Современные проблемы популяционной генетики человека	6	0	2	0	0
24	Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности	6	0	2	0	0
25	Итоговый тест по курсу	6	0	2	0	0
26	Консультация	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	16	34	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Предмет, методы и история популяционной генетики" (лекция)

Структурные уровни организации жизни. Понятие популяции и генофонда. Панмиксия и подразделенность. Популяция как единица эволюционного процесса и хозяйственной деятельности. Популяционная генетика человека и ее задачи.

##### 2. "Изменчивость в популяциях и методы ее изучения" (лекция)

Концепция генетического полиморфизма Е. Форда. Модели генетической структуры вида – классическая и балансовая. Полиморфизм белков и нуклеиновых кислот. Величина

генетической изменчивости в популяции. Полиморфность и гетерозиготность (наблюдаемая и ожидаемая). Методы оценки. Значения полиморфизма и гетерозиготности в разных группах организмов. Концепция оптимального уровня генетического разнообразия (Ю.П. Алтухов). Факторы, определяющие уровень генетической изменчивости популяции и вида. Механизмы поддержания генетического полиморфизма. Теория нейтральности и адаптивной значимости биохимического полиморфизма.

### **3. "Расчет показателей генетического полиморфизма популяции." Практикум №1.**

Решение задач.

### **4. "Биохимический полиморфизм и генетические маркеры" (лекция)**

Изоферменты и аллоферменты. Типы мутаций и их влияние на структуру и функции белка. Генетическая изменчивость белков и их функциональная значимость. Связь между метаболической функцией ферментов и уровнями их генетического полиморфизма. Методы изучения белкового полиморфизма. Применение полиморфных белковых маркеров. Рестрикционные ферменты (эндонуклеазы) и их открытие В. Арбером в 1962 г. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов ДНК (ПДРФ). Фингерпринтинг ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР), ее открытие К. Мюллисом в 1983 г. Типы полиморфизма ДНК. Полиморфизм ядерной ДНК. Генетические маркеры для изучения полиморфизма повторяющихся последовательностей ДНК. Особенности мультилокусных маркеров. Варьирующее число tandemных повторов (VNTR-изменчивость). Мини- и микросателлиты: понятие, происхождение, свойства, метод изучения, применение. RAPD, ISSR и AFLP-маркеры, их использование. Особенности полиморфизма митохондриальной ДНК, ее строение, свойства, область применения. Полиморфизм ДНК Y-хромосомы, ее свойства, особенности строения, перспективы использования. Полиморфизм единичного нуклеотидного сайта (SNR) и оценки изменчивости, получаемые с их использованием. Полиморфизм экспрессирующихся последовательностей генома (ESTP). Селективные ограничения ДНК-изменчивости.

### **5. "Основные понятия и термины популяционной генетики". Семинар №1.**

Вопросы для обсуждения:

1. Популяционная генетика как наука, предмет, объект, задачи.
2. Понятие популяции, ее основные критерии.
3. Применимость понятия популяции к человеку и сельскохозяйственным животным и растениям. Понятие «искусственная популяция».
4. Локальная, экологическая и географическая популяции.
5. Менделеевская (панмиктическая) популяция.
6. Ассортативность скрещивания.
7. Виды генетической неоднородности популяций: полиморфизм, диморфизм, генетическая изменчивость, модификационная изменчивость.
8. Половая структура популяции.

**Контрольная работа №1.**

### **6. "Вклад отечественных и зарубежных ученых в популяционную и эволюционную генетику. "**

Заслушивание и обсуждение докладов на темы: Биография и вклад в развитие популяционной генетики ученого (С.С. Четвериков, А.С. Серебровский, Н.И. Вавилов, Ф.Г. Добржанский, Н.П. Дубинин, Д.Д. Ромашов, Ю.П. Алтухов, С. Райт, Р. Фишер, Дж. Холдейн, М. Кимура, Р. Левонтин и др., на выбор)

### **7. "Генетическая структура популяций" (лекция)**

Понятие генетической структуры популяции. Частоты аллелей и генотипов. Правило Харди-Вайнберга. Менделеевская (идеальная) популяция. Понятие о равновесной структуре

популяции. Закон Пирсона. Подразделенные популяции. Эффект Валунда. Концепция системной организации популяций как естественно-исторически сложившихся структур. Модели популяционной структуры: островная (С. Райт) и лестничная (М. Кимура). Изоляция расстоянием. Клинальная изменчивость и ее причины.

#### **8. "Изменчивость в популяциях и методы ее изучения". Семинар №2.**

Вопросы для обсуждения:

1. Концепция генетического полиморфизма Е. Форда.
2. Типы полиморфизма: гетерозиготный и адаптационный. Примеры.
3. Типы полиморфизма: переходный и сбалансированный. Примеры.
4. Модели генетической структуры вида.
5. Полиморфизм белков и нуклеиновых кислот.
6. Величина генетической изменчивости в популяции.
7. Меры полиморфизма: полиморфность и гетерозиготность.
8. Значения полиморфизма и гетерозиготности в разных группах организмов.
9. Концепция оптимального уровня генетического разнообразия.
10. Генетический мономорфизм вида и его значение.
11. Факторы, определяющие уровень генетической изменчивости популяции и вида.
12. Механизмы поддержания генетического полиморфизма.
13. Теория нейтральности и адаптивной значимости биохимического полиморфизма.
14. Понятие «генетический маркер». Типы генетических маркеров.

#### **Контрольная работа 2.**

#### **9. "Расчет частот аллелей, генотипов и оценка равновесности структуры популяции." Практикум №2.**

Решение задач.

#### **10. "Генетическая динамика популяций" (лекция)**

Понятие о микроэволюции и факторах микроэволюции. Естественный отбор и адаптация. Виды естественного отбора (направленный, дизруптивный, балансирующий). Генетическая динамика популяций при разных видах отбора. Понятие о средней приспособленности генотипа. Компоненты приспособленности. Основная теорема естественного отбора. Мутационный процесс. Классификация мутаций. Частота спонтанных мутаций, их влияние на приспособленность. Понятие мутационного груза. Селективно-нейтральные мутации, их судьба в популяции (М. Кимура, Р. Фишер). Поток генов и его влияние на генетическую структуру популяции. Интрогрессия генов. Дрейф генов. Инбридинг. Общая, репродуктивная и эффективная численность популяций у различных видов. Неслучайное скрещивание и его влияние на частоты генов и генотипов.

#### **11. "Генетическая структура популяции". Семинар №3.**

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие генетической структуры популяции.
2. Подразделенные популяции.
3. Частоты генов и генотипов. Правило Харди-Вайнберга.
4. Эффект Валунда.
5. Концепция системной организации популяций.
6. Модели популяционной структуры: островная и лестничная.
7. Изоляция расстоянием.
8. Клинальная изменчивость и ее причины.
9. Факторы микроэволюционной динамики популяций: стохастические и систематические.
10. Мутационный процесс и генетический груз популяций.
11. Генетически эффективная численность популяции. Генетический дрейф, его виды.

12. Миграции и поток генов. Методы его оценки.
13. Естественный отбор и его формы.
14. Фундаментальная теорема естественного отбора (Фишер, 1930).

**12. "Решение задач с применением закона Харди-Вайнберга". Контрольная работа 3.**

**13. "Генетика популяций и охрана природы" (лекция)**

Генетические процессы в природных популяциях. Понятие нормального и неблагоприятного процессов. Принципы популяционной генетики в охране и рациональном использовании биологических ресурсов. Генетика популяций и охрана редких видов. Генетический мониторинг популяций. Экологическая генетика.

**14. "Оценка генетического состояния популяции с использованием кодоминантных маркеров". Электронный практикум №1.**

Задания для электронного практикума.

Рассчитайте основные популяционно-генетические показатели предложенной вам популяции с использованием специализированной программы (PopGen). Опишите генетическую структуру популяции с использованием известных Вам параметров. Дайте оценку ее состояния в текущий момент времени и составьте прогноз на будущее.

Инструкция по работе с программой PopGen32

1. Создайте файл данных в программе Excell по образцу (см. файл: Образец 1, Лист 1 Аллозимы – для кодоминантных маркеров).
2. Сохраните файл с данными в формате .txt, присвоив имя (см. файл: Образец 2).
3. Откройте программу PopGen32
4. Загрузите свои данные в программу: File – Load data – Co-Dominant marker data – выберите сохраненный Вами файл в формате .txt – Ok
5. Задайте параметры расчета: вкладка Co-Dominant – Diploid Data
6. Во вкладке Diploid data Analysis отметьте опции:
  - Single Populations
  - Genotypic Frequency – частоты генотипов
  - HW Test – Тест Харди-Вайнберга
  - Allele Frequency – Частоты аллелей
  - Allele Number – Наблюдаемое число аллелей
  - Effective Allele Number – Эффективное число аллелей
  - Polymorphic Loci – Доля полиморфных локусов
  - Obs. Heterozygosity – Наблюдаемая гетерозиготность
  - Exp. Heterozygosity – Ожидаемая гетерозиготностьOk
7. Задайте дополнительные параметры расчета:
  - Do you want to retain all loci for further analysis? Yes
  - Do you want to retain all populations for further analysis? Yes
8. Скопируйте полученные результаты расчета из файла с Вашим именем с расширением .rst в файл с расширением .txt

**15. "Изучение популяционно-генетической структуры популяции с использованием доминантных маркеров ". Электронный практикум №2.**

Задание (пример)

Рассчитайте основные популяционно-генетические показатели предложенных вам выборок с использованием специализированной программы (PopGen). Опишите популяционно-генетическую структуру с использованием известных Вам параметров. Сделайте вывод, относятся ли изученные выборки к одной или разным популяциям. Каков уровень их дифференциации?

**16. "Генетика популяций и селекция" (лекция)**

Количественная и качественная изменчивость организмов. Генетические коллекции. Отбор по количественным признакам. Значение биохимических и генетических маркеров в селекции. Наследуемость, корреляция и их значение для селекции. Адаптивная норма и норма реакции. Коррелированные эффекты отбора. Отбор по генным комплексам. Интеграция полигенных систем в процессах адаптивной эволюции.

**17. "Генетические дистанции." Практикум №4.**

**18. "Основные параметры распределений количественных признаков в популяциях". Электронный практикум №3.**

**19. "Популяционная генетика человека" (лекция)**

Генетические процессы в современных популяциях человека. Проблема неспецифической генетической устойчивости человеческого организма и ее значение для профилактической медицины.

**20. "Генетика популяций и селекция". Семинар №4.**

Вопросы для обсуждения:

1. Системы скрещивания. Инбридинг и аутбридинг.
2. Гибридизация в естественных условиях – последствия для экологии и эволюции.
3. Интрогрессия генов и приспособленность гибридов.
4. Генетические коллекции.
5. Отбор по количественным признакам.
6. Значение биохимических и генетических маркеров в селекции.
7. Наследуемость, корреляция и их значение для селекции.
8. Адаптивная норма и норма реакции.
9. Коррелированные эффекты отбора.
10. Отбор по генным комплексам.
11. Интеграция полигенных систем в процессах адаптивной эволюции.

**21. "Построение дендрограмм". Электронный практикум №4.**

**22. "Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности "**

Заслушивание и обсуждение докладов на темы: накопление генетического груза, уничтожение генетического разнообразия дикой флоры, фауны, утрата генетического разнообразия пород домашних животных, культурных растений, продовольственная проблема, др. (на выбор).

**23. "Современные проблемы популяционной генетики человека". Семинар №5.**

Вопросы для обсуждения:

1. Генетические процессы в древних популяциях человека: эффект основателя, интрогрессивная гибридизация, дрейф генов, миграция.
2. Генетические процессы в современных популяциях человека: панмиксия, аутбридинг и инбридинг, метисация, естественный отбор.
3. Миграции населения и их влияние на генетический состав популяций.
4. Гены предрасположенности и устойчивости к заболеваниям и их распространение в популяциях человека.
5. Проект «Геном человека», его основные результаты.
6. Оценки генетической изменчивости в популяциях человека.
7. Накопление генетического груза в популяциях человека.

8. Проблемы генетики популяций малых народностей.
9. Демографические проблемы крупных городов.
10. Акселерация, причины, механизмы и последствия – основные гипотезы.

#### 24. "Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности "

Заслушивание и обсуждение докладов на темы: проблема неспецифической генетической резистентности, глобальные проблемы генетики популяций человека, генетическая структура городского населения, охрана редких видов, организация генетического мониторинга популяций, др. (на выбор).

#### 25. "Итоговый тест по курсу"

Типовые тестовые задания (примеры).

1. Термин «генофонд» ввел в науку:
  - а) А.С. Серебровский,
  - б) С.С. Четвериков,
  - в) В.Л. Иогансен,
  - г) Г. Мендель.
2. Примером генетического полиморфизма в природной популяции можно считать:
  - а) различия особей женского и мужского пола у раздельнополых организмов,
  - б) изменчивость по массе и длине раковины моллюсков,
  - в) рождение особей - альбиносов,
  - г) разные изоформы ферментов в одном и том же организме.
3. Полиморфизм окраски надкрыльев в популяциях божьих коровок *Adalia bipunctata* относится к типу:
  - а) гетерозиготный,
  - б) адаптационный,
  - в) мутационный,
  - г) переходный.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Предмет, методы и история популяционной генетики	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Изменчивость в популяциях и методы ее изучения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Расчет показателей генетического полиморфизма популяции.	Проработка лекций
4	Биохимический полиморфизм и генетические маркеры	Подготовка к семинару
5	Основные понятия и термины популяционной генетики	Подготовка к контрольной работе
6	Вклад отечественных и зарубежных ученых в популяционную и эволюционную генетику.	Составление презентаций
7	Генетическая структура популяций	Чтение обязательной и дополнительной литературы

8	Изменчивость в популяциях и методы ее изучения	Проработка лекций
9	Расчет частот аллелей, генотипов и оценка равновесности структуры популяции.	Проработка лекций
10	Генетическая динамика популяций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Генетическая структура популяции	Подготовка к семинару
12	Решение задач с применением закона Харди-Вайнберга	Проработка лекций
13	Генетика популяций и охрана природы	Составление презентаций
14	Оценка генетического состояния популяции с использованием кодоминантных маркеров	Проработка лекций
15	Изучение популяционно-генетической структуры популяции с использованием доминантных маркеров	Проработка лекций
16	Генетика популяций и селекция	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Генетические дистанции.	Проработка лекций
18	Основные параметры распределений количественных признаков в популяциях	Проработка лекций
19	Популяционная генетика человека	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Генетика популяций и селекция	Подготовка к семинару
21	Построение дендрограмм	Проработка лекций
22	Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности	Составление презентаций
23	Современные проблемы популяционной генетики человека	Проработка лекций
24	Значение генетики популяций в решении актуальных проблем современности	Составление презентаций
25	Итоговый тест по курсу	Подготовка к контрольной работе
26	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала
27	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена.

Вопросы к экзамену:

1. Структурные уровни организации жизни. Понятие популяции, ее экологические и генетические свойства.
2. Популяция как единица эволюционного процесса и хозяйственной деятельности.
3. Популяционная генетика человека и ее задачи.
4. Вклад отечественных и зарубежных ученых в популяционную и эволюционную генетику.
5. Количественная и качественная изменчивость организмов. Основные параметры распределений количественных признаков в популяциях.

6. Концепция генетического полиморфизма Е. Форда. Модели генетической структуры вида – классическая и балансовая.
7. Полиморфизм белков и нуклеиновых кислот.
8. Частоты генов и генотипов. Правило Харди-Вайнберга.
9. Величина генетической изменчивости в популяции и методы ее оценки.
10. Значения полиморфизма и гетерозиготности в разных группах организмов. Факторы, определяющие уровень генетической изменчивости популяции и вида.
11. Концепция оптимального уровня генетического разнообразия (Ю.П. Алтухов). Генетический мономорфизм и его значение.
12. Механизмы поддержания генетического полиморфизма. Теория нейтральности и адаптивной значимости биохимического полиморфизма.
13. Понятие о микроэволюции и факторах микроэволюции.
14. Естественный отбор, его виды (направленный, дизруптивный, балансирующий).
15. Генетическая динамика популяций при разных видах отбора.
16. Понятие о средней приспособленности генотипа, компоненты приспособленности. Основная теорема естественного отбора.
17. Мутационный процесс. Классификация мутаций.
18. Частота спонтанных мутаций, их влияние на приспособленность. Понятие мутационного груза.
19. Поток генов и его влияние на генетическую структуру популяции. Интрогрессия генов.
20. Дрейф генов. Инбридинг. Общая, репродуктивная и эффективная численность популяций у различных видов.
21. Понятие генетической структуры популяции. Подразделенные популяции и эффект Валунда.
22. Концепция системной организации популяций как естественно-исторически сложившихся структур.
23. Модели популяционной структуры: островная (С. Райт) и лестничная (М. Кимура).
24. Изоляция расстоянием. Клинальная изменчивость и ее причины.
25. Генетические процессы в природных популяциях. Понятие нормального и неблагоприятного процессов.
26. Принципы популяционной генетики в рациональном использовании биологических ресурсов и охране редких видов.
27. Генетический мониторинг популяций. Экологическая генетика.
28. Генетические коллекции. Отбор по количественным признакам. Значение биохимических и генетических маркеров в селекции.
29. Наследуемость, корреляция, отбор по генным комплексам, интеграция полигенных систем и их значение для селекции.
30. Генетические процессы в современных популяциях человека.

## 6.2. Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальн	<b>Пороговый уровень (удовлетворительно)</b> Знает: о генетическом разнообразии животного и растительного мира, его значении для эволюции Биосферы и	Тестовые задания, вопросы для контрольных работ, вопросы для	Тест: - количество правильных ответов более 61%



	<p>ых разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатик и смежных дисциплин (модулей)</p>	<p>сохранения экологического равновесия, практики хозяйственной деятельности, способы изучения генетического разнообразия  Умеет: излагать основные понятия, концепции и теории популяционной генетики, давать количественную оценку генетического разнообразия популяций животных и растений  <b>Базовый уровень (хорошо)</b>  Знает: предмет, методы и историю популяционной генетики, основные положения концепции генетического полиморфизма, модели генетической структуры вида и популяции, виды, механизмы поддержания и методы изучения генетического полиморфизма, свойства, методы выявления и направления использования белковых и ДНК маркеров  Умеет: демонстрировать представление о генетических моделях популяций и методах изучения полиморфизма, соотносить полученные оценки изменчивости со средними показателями для данной группы организмов и данного вида маркеров  <b>Повышенный уровень (отлично)</b>  Знает: теорию нейтральности и адаптивной значимости биохимического полиморфизма, концепцию оптимального уровня генетического разнообразия, основы популяционной генетики человека, принципы популяционной генетики в охране и рациональном использовании биологических ресурсов и селекции  Умеет: демонстрировать основные закономерности и современные достижения генетики популяции в применении к решению прикладных задач, объяснять полученные значения показателей генетической изменчивости</p>	<p>устных ответов на семинарах, вопросы для подготовки к экзамену, практические задания, рефераты, презентации, доклады, отчеты по электронным практикумам</p>	<p>Устный ответ:  - демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике  Практикумы:  - расчеты параметров выполнены верно  - имеется вывод или заключение  - вывод обоснован, содержит рекомендации Презентации, доклады:  - материал актуальный, хорошо структурирован, не содержит биологических ошибок, отражает современный уровень знаний и позицию докладчика</p>
--	---	--	--	---

		исходя из свойств маркеров и разрешающей способности метода		
--	--	---	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Костерин, О. Э. Основы генетики. В 2 частях. Ч.2. Хромосомные перестройки, полиплоидия и анеуплоидия, мобильные генетические элементы и генетическая трансформация, генетика количественных признаков и популяционная генетика : учебное пособие / О. Э. Костерин ; под редакцией В. К. Шумного. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2016. — 247 с. — ISBN 978-5-4437-0575-0, 978-5-4437-0484-5 (ч.2). — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/93473.html> (дата обращения: 28.05.2020)

### 7.2 Дополнительная литература:

Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях: Учебное пособие / Ю.П. Алтухов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. - 431 с.

Клаг, У.С. Основы генетики: [курс лекций]: пер. с англ. / У. С. Клаг, М. Р. Каммингс. М: Техносфера, 2009. - 896 с.

Пухальский, В. А. Введение в генетику: Учебное пособие/Пухальский В. А. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 224 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009026-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010779> (дата обращения: 28.05.2020)

Кадиев, А. К. Генетика. Наследственность и изменчивость и закономерности их реализации : учебное пособие / А. К. Кадиев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-4985-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130187> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.3 Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/unilib>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Официальный сайт издательства: «Наука» [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.naukaran.ru>, свободный (дата обращения 02.05.2020)

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

При выполнении практических работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office. Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ.

#### – Лицензионное ПО:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

#### – Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:

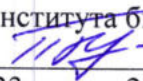
Felsenstein J. 2000. PHYLIP Phylogeny Inference Package. Version 3.6. Dept. Gen. Univ. Washington. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://evolution.genetics.washington.edu/phylip.html>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

Yeh F. C., Yang R., Boyle T. 1999. POPGENE. Version 1.31. Univ. Alberta and Centre Int. Forestry Res. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://download.cnet.com/Popgene/3000-2054\\_4-75328340.html](https://download.cnet.com/Popgene/3000-2054_4-75328340.html), свободный. (дата обращения 02.05.2020)

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Дисциплина обеспечена компьютерными презентациями и раздаточными материалами, составленными автором. Для проведения лекционных и практических занятий требуется учебная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, проектором и проекционным экраном. УВ №14, 15, 17, 18, 21 проводятся в компьютерном классе.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Жигилева О.Н. Популяционно-генетический анализ. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Популяционно-генетический анализ [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Жигилева О.Н., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Целью курса является освоение лабораторных методов популяционной и эволюционной генетики. В задачи курса входит изучение основ проведения метода электрофореза белков и нуклеиновых кислот в разных типах гелевых носителей, гистохимического выявления ферментов, интерпретации электрофореграмм; освоение методов расчета основных популяционно-генетических параметров; проведения полимеразной цепной реакции и способов компьютерной обработки данных анализа полиморфизма белков и нуклеиновых кислот.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1 Дисциплины (модули), обязательная часть.

Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами блока Б1. популяционная генетика, биохимия, молекулярная биология и молекулярная генетика, методы исследования макромолекул, блока Б1. ботаника, зоология, клеточная биология, микробиология и вирусология, генетика, экология и рациональное природопользование, эмбриология, теории эволюции; блока Б1. геномика и протеомика; базы данных и аннотация биополимеров. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, биохимии, молекулярной биологии и молекулярной генетике, теориям эволюции, популяционной генетике; умение использовать современные образовательные и информационные технологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	Знает основные методы изучения биохимического и генетического полиморфизма (электрофорез белков и нуклеиновых кислот в гелях, полимеразная цепная реакция, рестрикционный анализ); методы выявления и направления использования белковых и ДНК маркеров, принципы интерпретации электрофореграмм, принципы подбора праймеров; программное обеспечение по расчету популяционно-генетических параметров
	Умеет проводить анализ результатов электрофореза в гелях, полимеразной цепной реакции; давать количественную оценку генетической изменчивости, рассчитывать температуру отжига праймеров; оформлять результаты электрофореза в форме электронных баз для последующей статистической обработки данных; рассчитывать популяционно-генетические параметры,

	описывать и обсуждать результаты эксперимента
--	---

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре	
		7	
<b>Общий объем</b>	зач. ед. 4	4	4
	час 144	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	50	50	
Лекции	0	0	
Практические занятия	0	0	
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	50	50	
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94	
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

## 3. Система оценивания

В процессе освоения образовательной программы студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Если в период проведения текущей аттестации студент набрал 61 балл и более, то он автоматически получает зачет. При количестве баллов за учебный модуль 60 и менее студент имеет право быть аттестованным путем сдачи зачета. По данной дисциплине учебным планом предусмотрен устный зачет, который проводится в сроки, установленные учебной частью. Зачет предусматривает ответ на вопросы. Решение о сдаче зачета выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций (по количеству набранных баллов) и оценке за ответ на вопросы зачета.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в популяционно-генетический анализ. Электрофорез биомолекул.	14	0	0	6	0

2	Изоферментный анализ. Гистохимическое выявление белков и ферментов.	14	0	0	6	0
3	Интерпретация электрофореграмм изоферментов.	14	0	0	6	0
4	Методы выделения и очистки ДНК	14	0	0	6	0
5	Определение качества и количества выделенной ДНК.	14	0	0	6	0
6	ПЦР-анализ	14	0	0	6	0
7	Анализ доминантных ДНК-маркеров	20	0	0	6	0
8	Использование генетических маркеров в практической деятельности	20	0	0	6	0
9	Итоговое тестирование по курсу	20	0	0	2	0
10	Консультация	2	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	0	0	50	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Введение в популяционно-генетический анализ. Электрофорез биомолекул."

Разновидности метода электрофореза: блот-, диск-, горизонтальный, вертикальный. Типы носителей. Приборы, используемые для электрофореза на разных носителях, их принцип устройства и различия в конструкции. Режимы электрофореза. Приготовление буферных растворов и смесей. Понятие буферного раствора. Виды буферов, применяемых для электрофореза. Взятие образцов мышц и крови (на примере рыб и мелких наземных позвоночных животных). Методы сохранения образцов тканей: глубокая заморозка, использование фиксаторов. Подготовка проб к электрофорезу: экстракция белков, центрифугирование, утяжеление проб.

##### 2. "Изоферментный анализ. Гистохимическое выявление белков и ферментов."

Метод электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ). Вертикальный электрофорез в блоках (на примере камеры HELICON). Сборка камеры для вертикального электрофореза. Заливка камер. Полимеризация геля. Внесение проб в ячейки. Проведение электрофореза. Извлечение пластин геля. Понятие и принцип гистохимического выявления ферментов. Окраска на общий белок, неспецифические эстеразы, супероксиддисмутазу и аспаратаминотрансферазу. Краткая информация о свойствах и функциях изучаемых ферментов.



### **3. "Интерпретация электрофореграмм изоферментов."**

Типы фореграмм мономерных, димерных, тримерных, тетрамерных белков. Выявление гетерозиготных генотипов на фореграммах. Понятие нуль-аллеля. Доминантные и кодоминантные аллели. Способы обозначения аллелей. Расшифровка полученных фореграмм мономерных и димерных белков. Обозначение фенотипов и генотипов в соответствии с общепринятой номенклатурой. Расчет популяционно-генетических параметров по результатам электрофореза.

#### **Контрольная работа №1.**

### **4. "Методы выделения и очистки ДНК "**

Методы выделения и очистки ДНК из тканей беспозвоночных и позвоночных животных.

### **5. "Определение качества и количества выделенной ДНК."**

Спектрофотометрическое определение качества и количества выделенной ДНК. Определение качества и количества выделенной ДНК методом электрофореза в агарозном геле.

### **6. "ПЦР-анализ"**

Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип метода, стадии. Амплификаторы, их виды. Основные компоненты реакции. ДНК-полимеразы, их виды и свойства. Дезоксинуклеотидтрифосфаты. Праймеры, принцип и методы подбора. Расчет температуры отжига праймера. ПЦР-буфер, его состав. Матрицы для ПЦР. Стандартный ПЦР-протокол. Вещества, используемые для оптимизации ПЦР и ее ингибиторы. Параметры циклов ПЦР. Постановка реакции: последовательность, требования, строго положительный и строго отрицательный контроль.

### **7. "Анализ доминантных ДНК-маркеров"**

Анализ продуктов амплификации. Горизонтальный электрофорез ISSR-PCR-продуктов в агарозном геле. Окраска электрофореграмм бромистым этидием. Наблюдение электрофореграмм в ультрафиолетовом свете. Документирование гелей. Интерпретация электрофореграмм мультилокусных маркеров ДНК. Расчет популяционно-генетических параметров по результатам ПЦР.

### **8. "Использование генетических маркеров в практической деятельности"**

Защита проектов:

1. История открытия биохимического полиморфизма
2. Использование изоферментов в изучении популяционной генетики рыб
3. Использование изоферментов в изучении популяционной генетики млекопитающих
4. Полиморфизм гемоглобинов: примеры и значение
5. Полиморфизм белков человека
6. Группы крови, их ассоциация с предрасположенностью к заболеваниям
7. Использование генетических маркеров в криминалистике
8. Использование генетических маркеров в медицинской генетике
9. Использование генетических маркеров в селекции
10. Генетическая паспортизация
11. ГМО в продуктах питания: методы диагностики
12. Методы секвенирования ДНК
13. Генетический баркодинг
14. Изучение ДНК ископаемых организмов: проблемы, методы, успехи, перспективы
15. Геном человека

16. Генетические базы данных
17. Особенности митохондриальной ДНК, ее использование в генетике популяций
18. Метод RAPD, области применения, примеры исследований
19. Генетический полиморфизм инфекционных агентов, его значение
20. Генетический полиморфизм растений, методы изучения и примеры исследований

## 9. "Итоговое тестирование по курсу"

Типовые тестовые задания.

1. Подвижность белковых молекул в геле при электрофорезе не зависит от:
  - а) величины суммарного заряда;
  - б) массы;
  - в) первичной структуры;
  - г) ферментативной активности.
2. В ПЦР последовательно чередуются процессы:
  - а) денатурация, отжиг, элонгация;
  - б) отжиг, денатурация, элонгация;
  - в) денатурация, элонгация, отжиг;
  - г) отжиг, элонгация, денатурация.
3. Температура отжига праймера НЕ зависит от:
  - а) длины праймера;
  - б) соотношения G, C, A, T-оснований в его составе;
  - в) последовательности чередования G, C, A, T-оснований в его составе;
  - г) концентрации праймера.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Введение в популяционно-генетический анализ. Электрофорез биомолекул.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Изоферментный анализ. Гистохимическое выявление белков и ферментов.	Подготовка отчета по лабораторной работе
3	Интерпретация электрофореграмм изоферментов.	Подготовка к контрольной работе
4	Методы выделения и очистки ДНК	Подготовка отчета по лабораторной работе
5	Определение качества и количества выделенной ДНК.	Подготовка отчета по лабораторной работе
6	ПЦР-анализ	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Анализ доминантных ДНК-маркеров	Подготовка отчета по лабораторной работе
8	Использование генетических маркеров в практической деятельности	Написание проекта, подготовка доклада, презентации
9	Итоговое тестирование по курсу	Подготовка к итоговому тестированию
10	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала

11	Зачет	Самостоятельное изучение заданного материала
----	-------	--

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проходит в форме устного зачета.

Вопросы к зачету:

1. Популяционно-генетический анализ: задачи, области применения, методы.
2. Понятие генетического маркера, их свойства и классификация.
3. Открытие полиморфизма в природных популяциях. Значение биохимического полиморфизма (белков и ДНК) для популяционно-генетического анализа.
4. Генетический полиморфизм и мономорфизм. Особенности межвидовой изменчивости полиморфных и мономорфных генов.
5. Белки как генетические маркеры, их свойства.
6. Виды белковых маркеров, методы их изучения и области применения.
7. Понятие изоферментов и аллоферментов. Генетическая изменчивость белков и их функциональная значимость.
8. Типы полиморфизма ДНК.
9. Рестрикционные ферменты. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов ДНК (ПДРФ): принцип метода.
10. Особенности мультилокусных маркеров. RAPD, ISSR и др., их использование.
11. Мини- и микросателлиты: понятие, происхождение, свойства, метод изучения, применение.
12. Особенности полиморфизма митохондриальной ДНК, ее строение, свойства, область применения.
13. Полиморфизм ДНК Y-хромосомы, ее свойства, особенности строения, перспективы использования.
14. Электрофорез в гелях: принцип метода. Виды гель-электрофореза.
15. Методы забора образцов для генетического анализа.
16. Частоты аллелей и генотипов. Закон Харди-Вайнберга.
17. Количественная оценка генетической изменчивости. Гетерозиготность. Полиморфность, критерии полиморфности. Число аллелей.
18. Доля вариабельных нуклеотидных сайтов и ожидаемая гетерозиготность на уровне нуклеотидов.
19. Индексы генетического подобия. Измерение генетического расстояния.
20. Факторы, влияющие на оценки изменчивости.
21. Соотношение уровней полиморфизма ДНК и белков.
22. Оценки генетического полиморфизма в популяциях растений, животных и человека.
23. Факторы, определяющие уровень изменчивости вида.
24. Теория нейтральности биохимического полиморфизма.
25. Концепция адаптивной значимости полиморфизма белков.

### 6.2. Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

#### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
-------	--------------------------------	--------------------------------------	---------------------	---------------------

1	<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований</p>	<p><u>Знает:</u> способы изучения генетического разнообразия; свойства, методы выявления и направления использования белковых и ДНК маркеров; методологию популяционно-генетического анализа; основные физико-химические методы изучения полиморфизма белков и нуклеиновых кислот; теоретические основы метода электрофореза и полимеразной цепной реакции; принципы подбора условий проведения метода электрофореза и полимеразной цепной реакции; принципы интерпретации электрофореграмм ДНК-маркеров и изоферментов; математические методы обработки результатов электрофореза макромолекул; основные компьютерные программы для математической обработки данных о генетической изменчивости популяций</p> <p><u>Умеет:</u> собирать электрофоретические камеры разных типов, работать пипеткой-дозатором, готовить гели, реакционные и буферные смеси; экстрагировать белки и нуклеиновые кислоты из биологического материала, проводить электрофоретическое исследование смесей ДНК, РНК и белков, ставить полимеразную цепную реакцию; интерпретировать электрофореграммы ДНК-маркеров и изоферментов; проводить графическую и математическую обработку данных электрофореза ДНК-маркеров и изоферментов с использованием</p>	<p>Тестовые задания, вопросы для контрольных работ, вопросы для подготовки к зачету, защита лабораторных работ, презентация проекта, устный опрос на зачете</p>	<p><b>Пороговый уровень (зачтено)</b></p> <p>Тест:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- количество правильных ответов более 61%</li> </ul> <p>Практикумы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчеты параметров выполнены верно</li> <li>- имеется вывод или заключение</li> <li>- вывод обоснован, содержит рекомендации</li> </ul> <p>Устный ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике;</li> </ul> <p>Презентации, доклады:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материал актуальный, хорошо структурирован, не содержит биологических ошибок, отражает современный уровень знаний и позицию докладчика</li> </ul> <p>Устный ответ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрация теоретических знаний и представлений о том, как они могут быть использованы на практике</li> </ul>
---	--	--	---	---

		специализированных компьютерных программ; самостоятельно и в составе группы выполнять практическое задание и задание электронного практикума; ставить цель работы, планировать и выполнять исследовательское задание; формировать суждение по изученному вопросу, формулировать вывод и заключение по работе, объяснять результаты исследований		
--	--	---	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Жимулёв И.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65279.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 28.05.2020).

Порозов Ю.Б. Биоинформатика [Электронный ресурс]/ Порозов Ю.Б.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012.— 54 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65798.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 28.05.2020).

### 7.2 Дополнительная литература:

Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях: Учебное пособие / Ю.П. Алтухов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 431 с.

Костерин, О. Э. Основы генетики. В 2 частях. Ч.2. Хромосомные перестройки, полиплоидия и анеуплоидия, мобильные генетические элементы и генетическая трансформация, генетика количественных признаков и популяционная генетика : учебное пособие / О. Э. Костерин ; под редакцией В. К. Шумного. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2016. — 247 с. — ISBN 978-5-4437-0575-0, 978-5-4437-0484-5 (ч.2). — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/93473.html> (дата обращения: 28.05.2020)

Пухальский, В. А. Введение в генетику: Учебное пособие/Пухальский В. А. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 224 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009026-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010779> (дата обращения: 28.05.2020)

Кадиев, А. К. Генетика. Наследственность и изменчивость и закономерности их реализации : учебное пособие / А. К. Кадиев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-4985-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130187> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.3 Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/unilib>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Официальный сайт издательства: «Наука» [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.naukaran.ru>, свободный (дата обращения 02.05.2020)

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

При выполнении практических работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета Microsoft Office. Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ.

– **Лицензионное ПО:**

платформа для электронного обучения Microsoft Teams

– **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**

Felsenstein J. 2000. PHYLIP Phylogeny Inference Package. Version 3.6. Dept. Gen. Univ. Washington. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://evolution.genetics.washington.edu/phylip.html>, свободный. (дата обращения 02.05.2020)

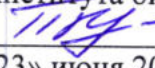
Yeh F. C., Yang R., Boyle T. 1999. POPGENE. Version 1.31. Univ. Alberta and Centre Int. Forestry Res. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://download.cnet.com/Popgene/3000-2054\\_4-75328340.html](https://download.cnet.com/Popgene/3000-2054_4-75328340.html), свободный. (дата обращения 02.05.2020)

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Дисциплина обеспечена компьютерными презентациями, составленными автором. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием, проектором и проекционным экраном.

УВ№1-7 проводятся в лаборатории генетических исследований (№309 УЛК №6, Пирогова, 3) с комплексом оборудования, реактивов и лабораторной посуды для молекулярно-генетических исследований (камеры для вертикального и горизонтального электрофореза, источники питания, шейкеры, термостаты, микроцентрифуги, магнитные мешалки, электроплита, лабораторный холодильник, спектрофотометр, амплификатор, ламинарный бокс, гель-документирующая система, транслюминатор, смотровой столик и др.)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ПСИХОГЕНЕТИКА**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Пак И.В. Психогенетика. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Психогенетика [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.



*Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:*

## **1. Пояснительная записка**

В настоящее время огромный интерес вызывают вопросы, связанные с тем, какую роль в нашем поведении, умственных способностях играют гены, а за что отвечает среда: воспитание, образование. На все эти вопросы пытается ответить психогенетика.

Целью дисциплины «Психогенетика» является получение базовых знаний об относительной роли и взаимодействии факторов наследственности и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим и психофизиологическим признакам.

Задачи. В процессе изучения дисциплины специалисты в систематизированной форме усваивают необходимые сведения о методах современной психогенетики; о роли генов и среды в формировании интеллекта, о генных основах темперамента, девиантного поведения человека: агрессивности, алкоголизма и т.д. Рассматривается роль генов и среды в формировании депрессивных состояний, шизофрении, аутизма.

В процессе изучения дисциплины специалисты получают необходимые сведения по психогенетическому изучению системных процессов; источникам вариативности когнитивных процессов, природе межиндивидуальной изменчивости темперамента и личности.

### **1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.В.ЧФУ.ДВ. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплины по выбору. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами специалитета: физиологией человека и животных; генетикой, эмбриологией, молекулярной биологией и молекулярной генетикой, генетикой, генетической инженерией. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, эмбриологии, умение к биометрической обработке материала, владение компьютерными статистическими программами. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее изучение следующих дисциплин: физиологии человека и животных, генетики, молекулярной биологии и молекулярной генетики, геномики и протеомики.

### **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

-способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований – ПК-1.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

•Знать: базовые представления об относительной роли и взаимодействии факторов наследственности и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим и психофизиологическим признакам.

•Уметь: демонстрировать базовые представления по психогенетике, применять их на практике, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований, владеет методами психогенетических исследований.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	--------------------------------------

-способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований – ПК-1	Знает: основы психогенетики: развитие и формирование представлений об относительной роли и взаимодействии факторов наследственности и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим и психофизиологическим признакам, базовые основы психогенетики: о роли генов и среды в формировании психологических характеристик; о принципах проведения исследований в области психогенетики.
	Умеет: использовать базовые знания по психогенетике для саморазвития и реализации творческого потенциала, владеет навыками оформления и демонстрации материалов по психогенетике, умеет в устной форме излагать основные достижения в области психогенетики, вести дискуссии по актуальным проблемам психогенетики.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		9
<b>Общий объем</b> <b>зач. ед.</b> <b>час</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
Лекции	22	22
Практические занятия	22	22
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	Зачет	Зачет

## 3. Система оценивания

**3.1.** При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100.

Шкала перевода:

-от 0 до 60 баллов – «не зачтено»;

-от 61 до 100 баллов – «зачтено».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение зачета по сумме набранных баллов.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Предмет психогенетики. История психогенетики.	6	2			
2.	Проблемы психогенетики.	6		2		
3.	Методы психогенетики.	6	2			
4.	Эффективность методов психогенетики.	6		2		
5.	Моделирование на животных.	6	2			
6.	Поведение животных – как основа для оценки поведения человека	6		2		
7.	Генетика психических расстройств.	6	2			
8.	Гены, среда и умственная отсталость.	6		2		
9.	Генетика электроэнце- фалограммы (ЭЭГ).	6	2			
10.	Межиндиви- дуальная изменчивость ЭЭГ	6		2		
11.	Генетика аффективных расстройств и шизофрении.	6	2			
12.	Гены, среда и депрессия.	6		2		

13.	Генетика когнитивных расстройств.	6	2			
14.	Генетический контроль аутизма и болезни Альцгеймера. Этические аспекты.	6		2		
15.	Психогенетические исследования темперамента.	6	2			
16.	Психогенетические исследования интеллекта.	6		2		
17.	Психогенетические исследования интеллекта.	6	2			
18.	Методы оценки интеллекта	6		2		
19.	Психогенетические исследования одаренности (гениальность).	6	2			
20.	Методы оценки интеллекта	6		2		
21.	Психогенетика сенсорных способностей и психогенетические исследования движений	8	2			
22.	Итоговое занятие	8		2		
23.	Консультация по дисциплине	2				2
24.	Зачет по дисциплине	6				
20.	Итого	144	22	22	0	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Предмет психогенетики. История психогенетики.

Предмет и проблематика психогенетики. Проблема индивидуальности и уникальности психологического облика человека. Двойкий смысл термина «индивидуальность». Факторы, формирующие человеческую индивидуальность. Проблема «био-социо» как соотношение биологического и социального, врожденного и приобретенного, генотипического и средового.

Теоретическая и практическая значимость проблемы. Генетические исследования как метод изучения психологических проблем.

Зарождение и становление научной дисциплины: работы Гальтона, Флоринского. Открытие законов Менделя, закона Харди-Вайнберга, работы Райта, Вундта, Эббингауза, Кюльпе, Крепелина, Бине, Симона. Евгеническое движение. Накопление эмпирического материала: работы Сименса, Гордона, Барка, Ньюмана, Фримана. Современный этап в развитии психогенетики. Развитие психогенетики в России. Работы Кольцова, Филиппченко, Суханова, Юдина, Бунак, Соболева, Левита, Небылицына.

## 2. Проблемы психогенетики.

Конструктивное противостояние: что является определяющим в формировании умственных способностей и поведения: среда или гены?

Обсуждение основных проблем психогенетики, их значения в современном обществе

## 3. Методы психогенетики.

Генеалогический метод. Метод приемных детей. Близнецовый метод: метод монозиготных полусиблингов, метод контрольного близнеца, метод близнецовой пары.

## 4. Эффективность методов психогенетики.

Семинар. Темы для обсуждения:

1. Эффективность генеалогического метода в решении задач, стоящих перед психогенетикой.
2. Преимущества метода приемных детей перед другими методами психогенетики.
3. Возможности метода близнецов.

Глоссарий: Дать развернутое толкование терминов:

Генеалогический метод

Генеалогическое древо

Сиблинг

Нуклеарная (ядерная) семья

Пробанд

Биологический родитель

Репрезентативная выборка

Монозиготные близнецы

Дизиготные близнецы

Полусиблинг

Конкордантность

Наследуемость

Коэффициент наследуемости

## 5. Моделирование на животных.

Исследования на насекомых: диалекты языка пчел, фиксированный комплекс действий у дрозофилы. Исследования на млекопитающих.

## 6. Поведение животных – как основа для оценки поведения человека.

Дискуссия на тему: Можно использовать результаты исследований по поведению животных для оценки поведения человека. Написание эссе.

## 7. Генетика психических расстройств.

Сфера и концептуальные трудности генетики поведения человека. Нормальное и аномальное поведение человека. Генетика психических расстройств: задержка умственного развития и умственная отсталость. Хромосомные aberrации и психические расстройства. Аутомсомные aberrации. Аберрации X-хромосомы. Синдром Мартина-Белла (фрагильная X-хромосома). Синдром Клайнфельтера (XXY). Синдром Тернера (XO). Синдром трипло-X. Синдром ХУУ. Синдромы частичных анеуплоидий: синдром Лежена.

Генетическая изменчивость, которая может влиять на поведение человека. Общий метаболизм. Генетическая изменчивость ферментов. Изменчивость гормонов. Гетерозиготы по рецессивным заболеваниям. Томбойизм у девочек и тестикулярная феминизация у мальчиков.

#### 8. Гены, среда и умственная отсталость.

Заслушивание докладов с компьютерной презентацией. Обсуждение. Темы рефератов:

1. Синдром Шерешевского-Тернера.
2. Синдром Клайнфельтера.
3. Синдром Дауна.
4. Фенилкетонурия и умственная отсталость.

#### 9. Генетика электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Вариативность ЭЭГ. Целостный паттерн ЭЭГ. Ритмическое составление ЭЭГ в состоянии покоя. Реактивные изменения суммарной ЭЭГ. Наследственная детерминация ЭЭГ и психология индивидуальных различий. Природа межиндивидуальной изменчивости вызванных потенциалов.

#### 10. Межиндивидуальная изменчивость ЭЭГ.

Обсуждение темы: Межиндивидуальная изменчивость ЭЭГ

Выполнение контрольной работы

##### **Вариант № 1.**

1. Определение ЭЭГ.
2. Наследственные варианты ЭЭГ, их генетическая основа и психологические последствия.

##### **Вариант № 2.**

1. Типы колебаний (волн) ЭЭГ человека.
2. Влияние этанола на показатели ЭЭГ.

##### **Вариант № 3.**

1. Наследование ЭЭГ.
2. Структуры мозга, участвующие в генерации ЭЭГ.

#### 11. Генетика аффективных расстройств и шизофрении.

Биполярная и униполярная депрессия. Дистимия и циклотимия. Модели генетической передачи шизофрении. Шизофрения и средовые воздействия.

#### 12. Гены, среда и депрессия.

Конференция. На тему «Проблема роста депрессий в современном обществе»

Темы докладов:

1. Статистика роста депрессий в разных странах.
2. Генетика униполярной депрессии.

3. Генетика биполярных расстройств.
4. Методы лечения депрессии.
5. Влияние средовых условий на возникновение депрессии.

### 13. Генетика когнитивных расстройств.

Генетические исследования психического дизонтогенеза: аутизм, дислексия, синдром дефицита внимания и гиперактивности. Генетический контроль болезни Альцгеймера.

### 14. Генетический контроль аутизма и болезни Альцгеймера. Этические аспекты.

Кейс. Решение ситуационных задач, связанных с ранней диагностикой болезни Альцгеймера (секвенирование и обнаружение генов болезни Альцгеймера). Разработка подходов к решению этических проблем, возникающих в данной ситуации (на примере историй известных людей, болевших болезнью Альцгеймера). Обсуждение разных форм аутизма, возможных механизмов возникновения: синдрома Аспергера, синдрома Саванта.

### 15. Психогенетические исследования темперамента.

Подход к темпераменту как стилю поведения. Характеристики темперамента. Психобиологический подход к исследованию темперамента: исследование темперамента у детей, подростков и взрослых. Генные основы темперамента. Психогенетические исследования экстраверсий. Психогенетические исследования свойств личности.

### 16. Психогенетические исследования интеллекта.

Исследовательский семинар. Решение проблемных задач: определение типа темперамента по типу поведения (на основе просмотра видеороликов), описание позитивных и негативных черт, попытка установления связи с признаками «поиска новизны» и «избеганием вреда».

### 17. Психогенетические исследования интеллекта.

Интеллект как предмет психогенетики. Психометрические измерения интеллекта. Исследования на близнецах. Исследования на приемных детях. Различия в показателях коэффициента интеллектуальности (IQ) и достижениях между этническими группами. Воздействия среды и IQ.

### 18. Методы оценки интеллекта.

Дискуссия об эффективности методов оценки интеллекта по тестам на определение IQ. Сравнение разных систем: Айзенка, Гилфорда.

### 19. Психогенетические исследования одаренности (гениальность).

Концепция врожденного таланта. Эмергенез. Импрессинг. Средовые воздействия и одаренность.

### 20. Методы оценки интеллекта.

Исследовательский семинар. Анализ биографий выдающихся людей и определение факторов, способствующих проявлению способностей.

## 21. Психогенетика сенсорных способностей и психогенетические исследования движений.

Генетические основы межиндивидуальной изменчивости: вкус и обоняние, зрение. Генетика тугоухости. Сложные поведенческие навыки, стандартизированные двигательные пробы, физиологические системы обеспечения мышечной деятельности, нейрофизиологический уровень обеспечения движений.

## 22. Итоговое занятие.

Выполнение теста по психогенетике.

Примерные вопросы:

1. Комплекс наших автоматических ответов на эмоциональные стимуляторы, который формируется в привычки, запрограммирован генетически, передается по наследству и стабильно проявляется с детства до зрелого возраста называется \_\_\_\_\_
2. В психогенетике используются следующие основные методы:  
1) \_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_ 3) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_
3. Исследования роли и взаимодействия генов и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим признакам являются предметом \_\_\_\_\_
4. Простой тип наследования поведенческих признаков впервые был продемонстрирован на \_\_\_\_\_ (укажите объект) при изучении \_\_\_\_\_ (укажите заболевание)

## 23. Консультация по дисциплине.

## 24. Зачет по дисциплине.

**5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся**

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Предмет психогенетики. История психогенетики.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2.	Проблемы психогенетики	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы.
3.	Методы психогенетики	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к семинару, выполнению глоссария.
4.	Эффективность методов психогенетики.	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
5.	Моделирование на животных	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к дискуссии.
6.	Поведение животных – как основа для оценки поведения человека	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками



7.	Генетика психических расстройств.	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка докладов.
8.	Гены, среда и умственная отсталость	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
9.	Генетика электроэнцефалограммы (ЭЭГ).	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к контрольной работе.
10.	Межиндивидуальная изменчивость ЭЭГ	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
11.	Генетика аффективных расстройств и шизофрении.	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка докладов.
12.	Гены, среда и депрессия	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
13.	Генетика когнитивных расстройств	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к решению кейсов.
14.	Генетический контроль аутизма и болезни Альцгеймера. Этические аспекты	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
15.	Психогенетические исследования темперамента	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к семинару.
16.	Психогенетические исследования интеллекта	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
17.	Психогенетические исследования интеллекта	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
18.	Методы оценки интеллекта	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
19.	Психогенетические исследования одаренности (гениальность).	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к семинару.
20.	Методы оценки интеллекта	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками
21.	Психогенетика сенсорных способностей и психогенетические исследования движений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к выполнению теста
22.	Итоговое занятие.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала
23.	Консультация по дисциплине	Формулировка неясных вопросов для консультации
24.	Зачет по дисциплине	Знание ответов на контрольные вопросы к зачету

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Психогенетика – как научное направление. Предмет психогенетики.
2. Методы психогенетического исследования.
3. Сфера и концептуальные трудности генетики поведения человека.
4. Парадигмы Менделя и Гальтона в генетике поведения. Исследования генетики поведения насекомых (пчелы, дрозофила).
5. Эксперименты по генетике поведения мышей (тучная мышь).
6. Нормальное и аномальное поведение.
7. Семейные исследования поведения.
8. Близнецовый метод.
9. Задержка умственного развития и умственная отсталость.
10. Две биологические группы лиц со сниженным уровнем умственного развития (патологическая и субкультурная).
11. Умственная отсталость, сцепленная с полом (синдром Мартина-Белла).
12. Интеллектуальная деятельность на нормальном и высшем уровнях.
13. Интеллект и его исследование с помощью тестов.
14. Оценка наследуемости интеллектуальных особенностей.
15. Специальные познавательные способности и личность.
16. Продольное исследование близнецов (Германия, США).
17. Генетика сенсорного восприятия и поведение.
18. «Аномальное» и социально девиантное поведение.
19. Хромосомные aberrации у человека и поведение.
20. Аутосомные aberrации (синдром Дауна).
21. Синдром Клайнфельтера.
22. Синдром Тернера.
23. Синдром трипло-Х.
24. Синдром ХХУ.
25. Новые подходы в исследовании генетики поведения.
26. Гетерозиготы по рецессивным заболеваниям (ФКУ и др.).
27. Генетическая изменчивость, влияющая на поведение человека (общий метаболизм).
28. Генетическая изменчивость, влияющая на поведение человека (действие гормонов).
29. Физиология мозга: генетика ЭЭГ.
30. Влияние наследственных вариаций ЭЭГ на личность.
31. Генетика алкоголизма.
32. Физиология мозга: генетическая изменчивость нейромедиаторов.
33. Аффективные расстройства и шизофрения.
34. Биполярные и униполярные типы расстройств.
35. Величины эмпирического риска заболеваний и генетическая предрасположенность.
36. Интеллект как предмет психогенетики.
37. Биологическая система академика Т.Лысенко (основные положения Мичуринской биологии).
38. Дискуссия по проблеме «Природа – воспитание».
39. Евгеника и неоевгеника.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	-способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований ПК-1	Знает: основы психогенетики: развитие и формирование представлений об относительной роли и взаимодействии факторов наследственности и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим и психофизиологическим признакам. Умеет: использовать базовые знания по психогенетике для саморазвития и реализации творческого потенциала.	Контрольные работы, кейсы, доклады, презентации, тесты	Зачтено (от 61 до 100 баллов): Знает: о роли генов и среды в поведении животных и человека, о современных проблемах психогенетики, Имеет базовые знания о генетических основах психологических признаков, современных направлениях в психогенетике.  Умеет: самостоятельно получать новую информацию о современных направлениях в психогенетике, проводить анализ, систематизировать данные о роли психогенетики в современном обществе, умеет использовать новую информацию для саморазвития, в профессиональной и социальной деятельности, умеет использовать специализированные знания по психогенетике для проведения исследований, умеет анализировать, обобщать и оформлять полученные результаты, участвовать в дискуссиях по проблемам психогенетики.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Ермаков, В. А. Психогенетика : учебное пособие / В. А. Ермаков. — Москва : Евразийский открытый институт, 2011. — 134 с. — ISBN 978-5-374-00127-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11091.html> (дата обращения: 29.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Психогенетика агрессивного и враждебного поведения: Учебное пособие / Воробьёва Е.В., Ермаков П.Н., Абакумова И.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 102 с.: ISBN 978-5-9275-1992-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989944> (дата обращения: 29.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Костяк Т.В., Хузеева Г.Р. Психогенетика и психофизиология развития дошкольника: учебное пособие/ Костяк Т.В., Хузеева Г.Р. / Издательство: Московский педагогический государственный университет. 2016. 64 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106009> (дата обращения 29.05.2020).

---

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

---

#### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

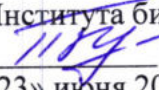
#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

#### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ЗООЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Некрасов И.С. Зоология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01. Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): «Молекулярная и клеточная биотехнология», форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Зоология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Зоология» является получение базовых знаний по анатомии, морфологии, физиологии, эмбриологии, систематике и экологии беспозвоночных и хордовых животных мировой и региональной фауны.

В процессе изучения дисциплины студенты решают следующие задачи:

- 1) изучить вопросы происхождения и эволюции беспозвоночных и хордовых животных;
- 2) изучить анатомию, морфологию и физиологию беспозвоночных и хордовых животных,
- 3) познакомиться с особенностями систематики и экологии беспозвоночных и хордовых животных.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть. Дисциплина «Зоология» логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами этого блока: Эмбриологией, Клеточной биологией, Экологией и рациональным природопользованием, Теориями эволюции.

Для успешного освоения дисциплины необходимо умение работать с определителями и компьютерными программами.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля).

Код и наименование компетенции	Компонент
- способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1	Знать: основы зоологии беспозвоночных и хордовых животных.
	Уметь: демонстрировать базовые представления по зоологии беспозвоночных и хордовых, применять их на практике, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований.
	Владеть: навыками научно-исследовательской работы, преподавания зоологии беспозвоночных и хордовых животных и ведения дискуссии.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			2
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	5	5
	час	180	180
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		84	84
Лекции		50	50
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая</b>		96	96

<b>самостоятельную работу обучающегося</b>		
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Экзамен

### 3. Система оценивания

**3.1.** Система оценивания 100 бальная. Осуществление преподавателем в течение семестра текущего контроля за учебной деятельностью студента посредством выставления баллов, которые носят комплексный характер и учитывают достижения студентов: знания, умения, навыки, сформированность компетенций.

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,

от 76 до 90 баллов – «хорошо»,

от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Протисты: строение, биология.	2	2	0	0	0
2	Систематика протистов	2	2	0	0	0
3	Инфузории. Малярийный плазмодий	2	0	0	2	0
4	Многоклеточные животные. Пластинчатые. Губки	2	2	0	0	0
5	Кишечнополостные	2	2	0	0	0
6	Строение кишечнополостных	2	0	0	2	0
7	Плоские черви. Турбеларии	2	2	0	0	0
8	Плоские черви. Неодермата	2	2	0	0	0
9	Строение и циклы развития паразитических плоских червей	2	0	0	2	0
10	Круглые черви	2	2	0	0	0



11	Круглые черви	2	0	0	2	0
12	Кольчатые черви. Щупальцевые.	2	2	0	0	0
13	Дождевой червь	2	0	0	2	0
14	Моллюски	2	2	0	0	0
15	Брюхоногие моллюски	2	0	0	2	0
16	Членистоногие. Ракообразные	2	2	0	0	0
17	Речной рак	2	0	0	2	0
18	Многоножки. Насекомые.	2	2	0	0	0
19	Строение насекомых	2	0	0	2	0
20	Хелицеровые	2	2	0	0	0
21	Иглокожие. Полухордовые.	2	2	0	0	0
22	Индивидуальная консультация по разделу зоология беспозвоночных.	0	0	0	0	0
23	Инфузирии. Малярийный плазмодий	2	0	0	2	0
24	Введение. Предмет и задачи зоологии. Тип Хордовые. Подтип Оболочники, Бесчерепные.	2	2	0	0	0
25	Бесчерепные. Строение, функции и особенности экологии.	2	0	0	2	0
26	Подтип Позвоночные.	2	2	0	0	0
27	Класс Круглоротые. Особенности строения, биологии и систематики.	2	0	0	2	0
28	Раздел Челюстноротые. Надкласс Рыбы. Общая характеристика.	2	2	0	0	0
29	Хрящевые рыбы.	2	2	0	0	0
30	Класс Хрящевые рыбы.	2	0	0	2	0
31	Костные рыбы.	2	2	0	0	0
32	Класс Костные рыбы.	2	0	0	2	0
33	Надкласс Четвероногие. Происхождение наземных позвоночных.	2	2	0	0	0
34	Класс Земноводные.	2	2	0	0	0
35	Класс Земноводные.	2	0	0	2	0
36	Класс Пресмыкающиеся.	2	2	0	0	0
37	Класс Пресмыкающиеся.	2	0	0	2	0
38	Класс Птицы.	2	2	0	0	0
39	Систематика Класс Птиц.	2	2	0	0	0
40	Класс Птицы.	2	0	0	2	0
41	Класс Млекопитающие.	2	2	0	0	0
42	Систематика Класс Млекопитающие.	2	2	0	0	0
43	Класс Млекопитающие.	2	0	0	2	0
44	Консультация перед экзаменом	2	0	0	0	2
45	Зоология.	0	0	0	0	0
	Итого (часов)	84	50	0	34	2

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **1. "Протисты: строение, биология."**

Структура органического мира. Прокариоты и эукариоты. Царства эукариот. Предмет и задачи зоологии как науки о животных. История развития представлений о животных: с доаристотелевских времен до наших дней. Система животного царства Аристотеля. Зоология в Средние века и эпоху Возрождения. К.Линней и его система животных. Ж.Б.Ламарк как зоолог и эволюционист. Значение работ Ч.Дарвина в развитии зоологии. Основные этапы и направления развития зоологии в России. Крупнейшие научные центры зоологических исследований.

Классификация животных, понятие об естественной системе и представление о главных систематических категориях (вид, род, семейство, отряд, класс, тип). Реконструирование филогении беспозвоночных.

Методы зоологических исследований: от традиционных до современных.

Протисты как сборная группа организмов. Гетеротрофные протисты (простейшие) как традиционный объект зоологии. Особенности организации клетки протистов.

Основные типы клеточных органелл. Гипотеза эндосимбиогенеза Л.Маргелис. Компарментализация. Покровы клеток протистов. Способы передвижения: с помощью жгутика, ресничек, амeboидный, скольжение, метаболия и др. Строение жгутика. Механизм работы жгутика. Скелетные образования протистов. Прикрепительные аппараты.

Захват пищи. Пиноцитоз, фагоцитоз. Циклоз. Дефекация.

Размножение протистов. Формы бесполого размножения. Половое размножение и его эволюционное и экологическое значение. Жизненные циклы протистов.

Современные подходы к системе протистов. Проблемы мегасистематики протистов. Пути эволюции протистов.

### **2. "Систематика протистов"**

Особенности современной систематики представителей сборной группы протистов. Основные представители.

Экскаваты. Особенности организации. Разнообразие. Эвглена. Паразитические жгутиконосцы. Трипаносомоз. Лейшманиоз. Лямблиоз. Трихомоноз.

Амебозои. Разнообразие амeboидных протистов. Формы псевдоподий, механизм амeboидного движения. Голые амебы, свободноживущие и паразитические. Амебиаз. Раковинные корненожки. Типы раковин. Биоиндикация с использованием корненожек.

Супергруппа SAR. Ризарии. Фораминиферы как руководящие ископаемые. Жизненный цикл фораминифер. Строение и биология радиолярий.

Альвеоляты. Апикомплексы. Особенности ультраструктуры апикомплекс. Жизненные циклы грегаринов и кокцидий. Кровяные споровики. Малярия. Жизненные циклы малярийных плазмодиев человека. Борьба с малярией. Профилактика малярии. Токсоплазмоз.

Ресничные. Строение клетки ресничных. Кортекс. Особенности организации клеточных органелл. Ядерный дуализм. Функции макро- и микронуклеуса. Половой процесс. Конъюгация. Автогамия. Экологическое разнообразие ресничных.

Одноклеточные представители опистхонконт. Хоанофлагелляты. Микроспоридии. Особенности организации и жизненного цикла.

### **3. "Инфузории. Малярийный плазмодий"**

Цель занятия: познакомиться со строением и особенностями размножения на примере инфузорий. Изучить строение и жизненный цикл возбудителя малярии.

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Алешина О.А., Столбов В.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические

указания к лабораторным занятиям. Часть 1. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 68 с.

#### **4. "Многоклеточные животные. Пластинчатые. Губки"**

Особенности организации многоклеточных животных. Гипотетические пути становления многоклеточности. Направления эволюции многоклеточных.

Пластинчатые животные. Строение и биология трихоплакса.

Губки. Анатомическая организация губок. Формирование скелета. Развитие губок. Метаморфоз. Особенности развития пресноводной бадяги. Геммулы.

#### **5. "Кишечнополостные"**

Книдарии. Строение радиально-симметричных многоклеточных. Устройство книдоцитов. Анатомическое строение полипоидного поколения гидроидных. Метагенез. Отклонения от типичной схемы метагенеза у гидроидных. Анатомическое строение медузоидного поколения сцифомедуз. Метагенез сцифоидных. Организация шести- и восьмилучевых коралловых полипов. Развитие скелета. Рифообразование. Происхождение атоллов.

Гребневики. Особенности организации. Филогенетические отношения гребневиков.

#### **6. "Строение кишечнополостных"**

Цель занятия: познакомиться со строением и циклами развития кишечнополостных на примере пресноводной гидры и медузы аурелии.

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Алешина О.А., Столбов В.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к лабораторным занятиям. Часть 1. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 68 с.

#### **7. "Плоские черви. Турбеларии "**

Плоские черви. Билатеральная симметрия. Трехслойность. Становление типичной организации плоских червей на примере турбеллярий отряда Бескишечных. Покровы. Паренхима. Кишечник. Строение протонефридиев. Ортогон. Органы чувств. Половая система. Развитие турбеллярий. Мюллеровская личинка.

#### **8. "Плоские черви. Неодермата"**

Строение трематод. Гетерогония трематод на примере печеночного сосальщика, ланцетовидной и кошачьей двуусток. Значение трематод-паразитов человека.

Цестоды. Адаптации к паразитическому образу жизни. Прикрепительные аппараты. Строение покровов. Особенности анатомии. Жизненные циклы цестод. Цестоды – паразиты человека и животных. Дифиллоботриоз. Тениоз. Тениоринхоз. Эхинококкоз.

#### **9. "Строение и циклы развития паразитических плоских червей"**

Цель занятия: познакомиться со строением и циклами развития паразитических плоских червей на примере сосальщиков и цепней.

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Алешина О.А., Столбов В.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические

указания к лабораторным занятиям. Часть 1. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 68 с.

## 10. "Круглые черви"

Круглые черви как сборная группа первичнополостных трехслойных многоклеточных.

Гастротрихи как примитивные представители первичнополостных. Организация. Гнатиферы. Коловратки. Отделы тела. Строение мастакса. Цикломорфоз. Скребни.

Циклонеяралии как представители кланды линяющих. Нематоды. Причины эволюционного успеха. Строение тела. Полость тела. Гидроскелет. Особенности передвижения. Экологическое разнообразие. Значение в природных экосистемах. Паразитизм нематод. Биогельминты и геогельминты. Нематоды – паразиты человека. Жизненные циклы. Аскаридоз. Энтеробиоз. Трихоцефалез. Трихинеллез. Дракункулез. Вухерериоз. Лоаоз. Анкилостомоз.

Волосатики. Жизненный цикл волосатиков.

Скалидофоры. Особенности строения. Киноринхи. Метамерия. Приапулиды. Лорициферы.

## 11. "Круглые черви"

Цель занятия: познакомиться со строением и циклами развития круглых червей.

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Алешина О.А., Столбов В.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к лабораторным занятиям. Часть 1. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 68 с.

## 12. "Кольчатые черви. Щупальцевые."

Кольчатые черви. Возникновение вторичной полости (цёлома), её значение.

Многощетинковые черви. Метамерия. Олигомеризация и гетерономизация. Строение кутикулы. Параподии. Строение и эволюция кровеносной, выделительной и половой систем. Размножение и развитие. Личинки полихет. Трохофора, метатрохофора, нектохета. Ларвальное и постларвальное развитие. Экологическое разнообразие многощетинковых.

Организация малощетинковых червей. Размножение и развитие. Роль почвообитающих олигохет в процессе почвообразования.

Пиявки. Строение. Экологическое разнообразие. Приспособления к паразитическому образу жизни.

Щупальцевые (лофофоровые) как сборная группа имеющих лофофор вторичнополостных беспозвоночных. Деление тела на отделы: просому, мезосому и метасому.

Мшанки. Колониальность. Строение зооидов. Развитие морских и пресноводных мшанок. Типы статобластов пресноводных мшанок.

Плеченогие (брахиоподы). Строение раковины. Беззамковые и замковые брахиоподы. Развитие. Значение как руководящих ископаемых.

Форониды. Сидячий образ жизни в хитиновых трубках. Развитие.

## 13. "Дождевой червь"

Цель занятия: познакомиться со строением и размножением кольчатых червей на примере дождевого червя.

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Столбов В.А., Алешина О.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к лабораторным занятиям. Для студентов направления 06.03.01 - Биология. Форма обучения – очная. Часть 2. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 60 с.

#### 14. "Моллюски"

Моллюски.

Отделы тела. Мантия. Строение и типы раковин.

Моноплакофоры как примитивная группа моллюсков.

Хитоны. Метамерия тела. Размножение и развитие.

Брюхоногие. Спиральная закрученность раковины. Развитие асимметрии. Торсионный процесс и хиастоневрия. Адаптации к жизни на суше легочных форм. Экологическое разнообразие. Значение.

Двустворчатые. Особенности раковины. Механизм образования жемчуга. Замковые механизмы. Лигамент. Приспособления к образу жизни пассивных фильтраторов. Размножение и развитие. Глохидии – паразитические личинки пресноводных двустворчатых моллюсков.

Лопатоногие. Строение раковины, ноги.

Головоногие как наиболее высокоорганизованные моллюски. Эволюция раковины. Исходная организация на примере наутилуса. Строение ископаемых моллюсков: белемнитов и аммонитов. Преобразование ноги. Способы передвижения: «ходьба», плавание с помощью плавников, медленное и быстрое реактивное движение, «медузоидное» движение. Высокий уровень организации нервной системы. Сложное поведение головоногих – «приматов моря».

#### 15. "Брюхоногие моллюски"

Цель занятия: познакомиться со строением и особенностями размножения брюхоногих моллюсков на примере виноградной улитки

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Столбов В.А., Алешина О.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к лабораторным занятиям. Для студентов направления 06.03.01 - Биология. Форма обучения – очная. Часть 2. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 60 с.

#### 16. "Членистоногие. Ракообразные"

Протоартроподы. Сборная группа близких к членистоногим беспозвоночных. Онихофоры. Черты сходства с кольчатыми червями.

Тихоходки. Экологическое разнообразие. Переживание неблагоприятных условий.

Членистоногие: строение, биология, систематика и филогения. Общие черты строения. Выход членистоногих на сушу.

Трилобиты – вымершие морские членистоногие, руководящие ископаемые.

Ракообразные. Тагмозис тела. Строение конечностей. Жаберное дыхание. Размножение. Личиночные стадии. Экологическое разнообразие. Современные представления о системе ракообразных. Жаброногие раки. Цефалокариды. Максиллоподы. Остракоды. Высшие раки. Хозяйственное значение ракообразных.

#### 17. "Речной рак"

Цель занятия: познакомиться со строением ракообразных на примере речного рака

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Столбов В.А., Алешина О.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к

лабораторным занятиям. Для студентов направления 06.03.01 - Биология. Форма обучения – очная. Часть 2. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 60 с.

#### **18. "Многоножки. Насекомые."**

Классы многоножек: пауроподы, симфилы, двупарноногие, губоногие. Основные отличия между представителями разных классов.

Насекомые. Скрыточелюстные и открыточелюстные.

Возникновение крыла и полета насекомых как крупнейший ароморфоз.

Морфология крылатых насекомых. Основные типы ротовых аппаратов: грызущий, лакающий, сосущий, колюще-сосущий, лижущий. Развитие насекомых. Сложный метаморфоз. Группы насекомых с неполным и полным превращением.

Значение насекомых в природе и для человека.

#### **19. "Строение насекомых"**

Цель занятия: познакомиться со строением и развитием насекомых

Задания и методика выполнения лабораторной работы приведены в пособии: Столбов В.А., Алешина О.А., Иванов С.А. Зоология беспозвоночных. Методические указания к лабораторным занятиям. Для студентов направления 06.03.01 - Биология. Форма обучения – очная. Часть 2. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2015. 60 с.

#### **20. "Хелицеровые"**

Хелицеровые. Тагмозис тела. Общие черты строения.

Мечехвосты – первичноводные хелицеровые. Строение, образ жизни. Ракоскорпионы – ископаемые хелицеровые.

Паукообразные. Разделение на отряды: скорпионы, кенении, сольпуги, ложноскорпионы, сенокосцы, ризидулеи, жгутоногие, пауки. Клещи. Экологическое разнообразие паукообразных. Клещи как паразиты и переносчики опасных заболеваний человека и животных.

#### **21. "Иглокожие. Полухордовые".**

Иглокожие. Строение. Симметрия. Особенности строения. Развитие. Разнообразие личинок.

Разделение на классы. Морские лилии – сидячие иглокожие с анцестральным положением ротового отверстия. Морские звезды. Морские ежи. Змеехвостки. Голотурии. Ископаемые иглокожие как руководящие ископаемые. Роль в морских экосистемах. Значение для человека.

Организация полухордовых: одиночные, свободноподвижные кишечнодышащие и прикрепленные, тесно сближенные перистожаберные. Онтогенез полухордовых. Сходство с низшими хордовыми.

#### **22. "Индивидуальная консультация по разделу зоология беспозвоночных."**

В ходе индивидуальной консультации студенты получают ответы на конкретные вопросы или объяснение сложных для самостоятельного осмысления проблем. Консультация помогает обучающимся преодолеть трудности, возникшие при самостоятельной разработке материала.

Консультации весьма полезны для студентов, которые успешно проходят обучение по данной дисциплине, и намерены углубить и расширить свои знания. В связи с этим

преподаватель должен посоветовать научную литературу студентам для дальнейшего использования, как ее лучше обработать и использовать и т.д.

### **23. "Введение. Предмет и задачи зоологии. Тип Хордовые. Подтип Оболочники, Бесчерепные."**

Предмет, цель и задачи зоологии. Тип Хордовых Chordata. Общая характеристика типа хордовых, их положение в системе животного мира. Связи с другими типами вторичноротых: иглокожими и полухордовыми. Основные морфофизиологические, биохимические и экологические особенности хордовых. Первичные хордовые. Приобретение миохордального комплекса и его первоначальное значение. Усложнение органов движения и нервной системы – основное условие прогресса хордовых. Роль преобразований на разных уровнях организации: клеточном, организменном и надорганизменном. Подтипы хордовых животных. Теоретическое и практическое значение изучения хордовых. Подтип Бесчерепные – Acrania. Организация, развитие и биология ланцетника. Теоретическое значение изучения бесчерепных как подтип, близкого к предкам позвоночных.

### **24. "Бесчерепные. Строение, функции и особенности экологии".**

Подтип Бесчерепные Acrania. Организация, развитие и биология ланцетника. Теоретическое значение изучения бесчерепных как подтипа, близкого к предкам позвоночных.

### **25. "Подтип Позвоночные".**

Подтип Позвоночные Vertebrata. Характеристика позвоночных. Покровы. Осевой скелет, череп, скелет конечностей. Мускулатура и локомоция позвоночных; совершенствование биохимии мышечного сокращения как условие интенсификации их движений. Пищеварительная система. Механизм пищеварения, его отличия от пищеварения беспозвоночных. Кровеносная система, сердце. Кровь, ее форменные элементы и кровяные пигменты; их отличия от пигментов беспозвоночных. Органы дыхания. Нервная система, мозг, органы чувств. Выделительная и половая системы. Органы внутренней секреции. Гормоны и их роль в адаптации организма к среде.

Система подтипа позвоночных. Бесчелюстные и челюстноротые, анамнии и амниоты. Гомойотермные и пойкилотермные. Геологическая история и филогения позвоночных. Основные характерные черты анамний как первичноводных позвоночных.

Раздел Бесчелюстные Agnatha: строение, биология, филогения. Ископаемые бесчелюстные. Характеристика бесчелюстных, отличающихся особыми формами дыхания и питания. Класс Pteraspidomorphi (Muxini). Класс Cephalaspidomorphi (Petromyzontes). Современные бесчелюстные – миноги и миксины; их морфологические, физиологические и экологические особенности. Географическое распространение; промысловое значение. Место бесчелюстных в системе позвоночных; филогенетические отношения в пределах группы и связь с челюстноротыми.

### **26. "Класс Круглоротые. Особенности строения, биологии и систематики."**

Бесчелюстные: строение, биология, филогения.

Вскрытие и зарисовка внутреннего строения круглоротых на примере речной миноги.

### **27. "Раздел Челюстноротые. Надкласс Рыбы. Общая характеристика."**

Раздел Челюстноротые (Gnathostomata). Надкласс Рыбы Pisces. Общая морфологическая и биологическая характеристики надкласса рыб как первичноводных челюстноротых позвоночных животных. Экологическая характеристика надкласса. Биологические группы рыб: пелагические, донные, хищные, мирные. Ориентация и коммуникация у рыб. Стайное поведение и миграции.

## 28. "Хрящевые рыбы. "

Класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes. Морфофизиологические и биохимические особенности; нервная деятельность, поведение и внутривидовая организация; размножение и развитие. Подкласс Пластиножаберные Elasmobranchii. Обзор систем органов: развитие центральной нервной системы и органов чувств; внутреннее оплодотворение и др. Отряды акул и скатов; основные различия в строении и биологии. Географическое распространение и промысловое значение пластиножаберных.

Подкласс Цельноголовые Holocephali. Характерные морфологические и биологические особенности химеровых. Географическое распространение. Происхождение и эволюция хрящевых рыб. Место хрящевых рыб в системе позвоночных и значение ископаемых для объяснения происхождения парных конечностей.

## 29. "Класс Хрящевые рыбы. "

Изучение внешнего вида и расположения внутренних органов хрящевых рыб, на пример черноморского катрана.

Необходимо сделать следующие рисунки:

1. внешний вид акулы.
2. общее расположение внутренних органов.
3. мочеполовая система самца и самки.
4. жабра в поперечном разрезе.
5. схема кровеносной системы.

## 30. "Костные рыбы. "

Класс Костные рыбы Osteichthyes. Морфофизиологические и биохимические особенности костных рыб, размножение, развитие, поведение и общие экологические черты. Подкласс Лопастеперые (мясистолапастные) Sarcopterygii. Общие черты организации.

Надотряд Кистеперые Crossopterygii. Особенности строения вымерших представителей и современной латимерии. Основные ископаемые формы и их отношение к эволюции наземных позвоночных.

Надотряд Двоякодышащие Dipnoi. Особенности строения двоякодышащих рыб. Отряды однолегочных и двулегочных двоякодышащих и их представители. Биология и географическое распространение. Ископаемые формы. Эволюционное развитие двоякодышащих рыб и их положение в системе позвоночных.

Подкласс Лучеперые Actinopterygii. Общая морфофункциональная характеристика. Разнообразие биологических типов и систематика лучеперых. Их роль в природе, хозяйственное значение. Надотряд Многоперы Polypteri. Особенности организации и биологии; географическое распределение и эволюция группы.

Надотряд Хрящевые ганоиды Chondrostei. Морфологические и биологические особенности осетровых рыб (примитивные и прогрессивные черты организации). Географическое распространение осетровых в водоемах России и сопредельных стран; их биология и промысловое значение.

Надотряд Костные ганоиды Holostei. Особенности строения; биология и географическое распространение. Группа надотрядов Костистых рыб Teleostei. Общая



морфологическая характеристика костистых рыб как прогрессивной группы водных челюстноротых. Систематика костистых рыб. Характеристика основных отрядов – сельдеобразные, лососеобразные, карпообразные, трескообразные, окунеобразные. Географическое распространение костистых рыб. Промысловое значение рыб. Основные промысловые районы и объекты рыбного промысла. Рыбное хозяйство в России и Зарубежье. Рыбоводство и акклиматизация.

### 31. "Класс Костные рыбы. "

Костные рыбы: строение, биология, систематика, экология.

Вскрытие и зарисовка внутреннего строения костистой рыбы (плотва, окунь, карп); определение пресноводных и морских рыб.

### 32. "Надкласс Четвероногие. Происхождение наземных позвоночных. "

Происхождение наземных позвоночных. Надкласс Четвероногие – Tetrapoda. Происхождение наземных позвоночных. Палеозойские земноводные – стегоцефалы, или панцирноголовые. Происхождение и распространение отрядов современных земноводных. Реорганизация органов движения, дыхания, кровообращения и др. Формирование пятипалых конечностей. Изменение покровов и перестройка водно-солевого обмена; органы чувств, нервная система, поведение и ориентация наземных позвоночных. Работы И.И. Шмальгаузена, Ярвика и др.

### 33. "Класс Земноводные. "

Амфибии: строение, биология, экология, систематика. Общая морфологическая и биологическая характеристика класса Амфибий Amphibia. Особенности строения в связи с водным и наземным образом жизни. Сравнительно-анатомический обзор организации амфибий. Основные экологические группы: водные, наземные, древесные и роющие земноводные. Защитные приспособления. Питание. Размножение. Развитие и метаморфоз. Поведение и внутрипопуляционная организация. Географическое распространение земноводных. Хозяйственное значение земноводных. Разделение земноводных на отряды: 1) Хвостатые Caudata; 2) Бесхвостые Anura; 3) Безногие Apoda. Характеристика отрядов и их основные представители.

### 34. "Класс Земноводные."

Познакомиться с особенностями внешнего вида лягушки, вскрыть ее и рассмотреть строение основных систем органов.

Сделать следующие рисунки:

1. внешний вид лягушки.
2. ротовая полость.
3. общее расположение внутренних органов.
4. мочеполовая система другого (по сравнению со вскрытым объектом) пола.
5. схема кровеносной системы.

### 35. "Класс Пресмыкающиеся. "

Рептилии: строение, биология, систематика и филогения. Морфологические и физиологические особенности амниот по сравнению с анамниями. Развитие; строение яйца, образование зародышевых оболочек. Строение кожного покрова и его производных. Перестройка выделительной системы. Значение этих преобразований как приспособлений к наземному образу жизни. Морфобиологическая характеристика пресмыкающихся (рептилий)

как первого класса первичноназемных позвоночных. Прогрессивные преобразования конечностей, осевого скелета, черепа. Органы дыхания. Строение сердца и кровеносной системы. Биология рептилий: географическое распространение, экологические группы, размножение, элементы терморегуляции.

Система класса. Подклассы ящерогадов (гаттерия), крокодилов, чешуйчатых (отряды ящериц, змей, хамелеонов), черепах; краткая морфобиологическая характеристика подклассов. Происхождение и эволюция пресмыкающихся. Ископаемые формы, их экологическое и морфологическое разнообразие. Древние пресмыкающиеся как предки млекопитающих и птиц.

### 36. "Класс Пресмыкающиеся. "

Глоссарий. Дать развернутое пояснение элементам скелета амфибий:

Чешуйчатая кость

Квадратно-скуловая кость

Надлопаточный хрящ

Грудина

Подвздошная кость

Лобковый хрящ

Седалищная кость

Уростиль

Процельный позвонок

Опистоцельный позвонок

Амфицельный позвонок

Познакомиться с особенностями внешнего облика рептилий (на примере ящерицы), обратить внимание на расчленение тела на отделы, строение покровов, внешнее строение глаз, наружные отверстия ноздрей, ушные отверстия и т.д.

Произвести вскрытие, ознакомиться с общим расположением внутренних органов, последовательно рассмотреть строение отдельных систем органов.

Сделать следующие рисунки:

1. внешний вид ящерицы.
2. скелет.
3. общее расположение внутренних органов.
4. мочеполовая система (самец и самка).
5. схема кровеносной системы.
6. нервная система и органы чувств.

### 37. "Птицы. "

Птицы: строение, биология, систематика и филогения. Особенности строения птиц как амниот, приспособившихся к полету. Адаптивные черты в строении и функции скелета, дыхательной системы, сердца и системы кровообращения; гомойотермия и терморегуляция. Биология птиц: географическое распространение, экологические группы; полет и его вариации в связи с биологией; размножение и развитие, забота о потомстве; миграции птиц. Питание и народнохозяйственное значение птиц; птицы как истребители вредных насекомых и грызунов; отрицательное значение некоторых видов в сельском хозяйстве, медицине и авиации. Промысловые и домашние птицы; птицеводство. Охрана и привлечение полезных птиц.

### 38. "Систематика Класс Птиц."

Система класса птиц. Подклассы ящерохвостых и веерохвостых.

Разделение веерохвостых на бескилевых, плавающих и килевых (летающих). Краткая характеристика главных отрядов. Происхождение птиц; археоптерикс и другие ископаемые формы.

### 39. "Класс Птицы."

Внешнее строение и скелет птиц.

Объекты исследования: влажные препараты птиц, скелет птиц, плакаты.

Проверочная работа по теме.

Тип черепа птиц?

Количество затылочных мышечков у птиц?

Аптерии – это...?

Птерилии – это...?

Типы пигментов перьев птиц?

Признаки пневматизации костей птиц?

Тип позвонка птиц?

Кинетизм черепа?

Внутреннее строение и скелет птиц.

Объекты исследования: свежеумерщвленные птицы.

Проверочная работа по теме.

Функция зоба птиц?

Отделы желудка птиц?

Функция гастролитов в желудке птиц?

Как называется голосовой аппарат птиц ?

В какой части легких птиц идет газообмен?

Воздушные мешки – это ...?

Левая часть сердца птиц содержит ... кровь?

У самок птиц развит ..... яичник?

### 40. "Класс Млекопитающие. "

Млекопитающие: строение, биология, систематика и филогения. Общая характеристика класса. Особенности строения, связанные с происхождением от древнейших рептилий; черты прогрессивной эволюции; гомойотермия и её морфоорфофункциональные основы. Многообразие класса в связи с освоением различных экологических условий. Морфофункциональный очерк основных систем органов. Особенности строения центральной нервной системы и головного мозга; сложные формы поведения. Особенности размножения и развития; забота о потомстве.

Биология млекопитающих. Географическое распространение; экологические группы, вторичное освоение водной Среды. Питание, место в экосистемах. Запасание корма, миграции, спячка и другие приспособления к переживанию неблагоприятных условий. Значение млекопитающих в жизни человека. Промысловые виды, их охрана и воспроизводство. Вредители сельского хозяйства, переносчики эпидемических заболеваний, проблема контроля их численности. Домашние млекопитающие, биологические основы domestикации.

### 41. "Систематика Класс Млекопитающие. "

Система класса млекопитающих. Подкласс яйцекладущих млекопитающих (прототерии); представители, распространение; примитивные черты организации, приспособительные особенности; размножение, развитие. Подкласс живородящих млекопитающих (терии).

Инфракласс сумчатые; особенности строения, размножения, развития; географическое распространение, экологический параллелизм с высшими млекопитающими.

Инфракласс плацентарные; морфобиологическая характеристика, плацента, ее строение и функции; обзор главнейших отрядов. Происхождение млекопитающих; вымершие формы, их связь с древнейшими рептилиями; прогрессивная эволюция, примеры эволюционных рядов (лошади, слоны). Место человека в системе млекопитающих. Биологические и социальные факторы в становлении человека; место и роль человека в биосфере.

#### 42. "Класс Млекопитающие. "

Познакомиться с особенностями внешнего облика млекопитающего (на примере крысы). Вскрыть крысу и рассмотреть общее расположение внутренних органов. Последовательно изучить строение отдельных систем органов.

Сделать следующие рисунки:

1. Волосной покров млекопитающих.
2. Скелет.
3. Общее расположение внутренних органов.
4. Мочеполовая система (самец и самка).
5. Схема кровеносной системы.
6. Нервная система и органы чувств.

Используя коллекционный материал черепов млекопитающих из зоомузея ТюмГУ составить зубные формулы для 3 представителей млекопитающих из разных отрядов.

#### 43. "Консультация перед экзаменом"

В ходе консультации студенты получают ответы на конкретные вопросы или объяснение сложных тем для самостоятельного осмысления проблем. Консультация помогает обучающимся преодолеть трудности, возникшие при самостоятельной разработке материала.

#### 44. "Зоология"

Обучающиеся осуществляют проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы и готовятся к ответам на заранее предоставленный список вопросов к экзамену по дисциплине.

##### **Вопросы к экзамену.**

*Раздел "Зоология беспозвоночных".*

1. Предмет и задачи зоологии как науки о животных.
2. Главнейшие систематические категории животных.
3. Особенности организации клетки протистов.
4. Строение жгутика. Механизм работы жгутика.
5. Размножение протистов. Эволюционное и экологическое значение полового размножения. Жизненные циклы.
6. Пути эволюции протистов.
7. Саркодовые. Разнообразие. Значение в природе и для человека.
8. Жгутиконосцы. Разнообразие. Паразитические жгутиконосцы.
9. Споровики. Строение. Жизненные циклы.
10. Малярия. Жизненный цикл малярийных плазмодиев человека.

11. Ресничные. Строение клеток. Размножение. Конъюгация. Экологическое разнообразие.
12. Пути становления и эволюция многоклеточности.
13. Пластинчатые животные. Строение и биология трихоплакса.
14. Губки. Строение и развитие.
15. Гидроидные полипы. Строение. Метагенез.
16. Сцифоидные медузы. Строение. Метагенез.
17. Коралловые полипы. Строение. Развитие скелета. Рифообразование.
18. Гребневики. Строение. Размножение и развитие.
19. Турбеллярии. Строение.
20. Трематоды. Гетерогония. Цикл развития трематод – паразитов человека.
21. Цестоды. Адаптации к паразитизму.
22. Нематоды. Строение, образ жизни.
23. Разнообразие и жизненные циклы нематоды – паразитов человека.
24. Коловратки. Строение. Цикломорфоз.
25. Головохоботные черви. Строение. Разнообразие.
26. Функции целома.
27. Многощетинковые черви. Строение. Размножение и развитие.
28. Малощетинковые черви. Размножение и развитие. Роль в процессе почвообразования.
29. Пиявки. Приспособления к паразитическому образу жизни.
30. Брюхоногие. Строение. Экологическое разнообразие. Значение.
31. Двустворчатые. Приспособления к образу жизни пассивных фильтраторов.
32. Головоногие как наиболее высокоорганизованные моллюски.
33. Протоартроподы. Признаки, сближающие протоартропод с членистоногими.
34. Членистоногие. Общая характеристика.
35. Трилобиты. Строение. Значение.
36. Ракообразные. Строение. Разнообразие. Хозяйственное значение ракообразных.
37. Хелицерные. Общие черты строения.
38. Мечехвосты. Строение, образ жизни.
39. Пауки. Строение, образ жизни.
40. Клещи как паразиты и переносчики возбудителей опасных заболеваний человека.
41. Двупарноногие многоножки. Строение. Значение.
42. Губоногие. Строение. Значение.
43. Типы ротовых аппаратов насекомых.
44. Группы насекомых с неполным и полным превращением.
45. Значение насекомых в природе и для человека.
46. Общая характеристика иглокожих.
47. Морские звезды. Строение, развитие.
48. Морские ежи. Строение, развитие.
49. Мшанки. Строение. Значение.
50. Плеченогие. Строение. Значение как руководящих ископаемых.
51. Форониды. Строение. Развитие.
52. Погонофоры и вестиментиферы. Особенности питания.
53. Полухордовые. Сходство с низшими хордовыми.
54. Филогения животного мира.

#### **Вопросы к экзамену.**

##### *Раздел "Зоология хордовых".*

1. Общая характеристика типа Хордовых.
2. Происхождение хордовых.
3. Общая характеристика подтипа Позвоночные.
4. Оболочники. Классы Асцидии, Сальпы, аппендикулярии.

5. Миохордальный комплекс ланцетника.
6. Приспособления у позвоночных к водному образу жизни.
7. Класс Лопастеперые, Подклассы Кистеперые, Двоякодышащие.
8. Поведение и образ жизни рыб, распространение.
9. Органы дыхания и газообмен у рыб
10. Происхождение и эволюция рыб.
11. Общая характеристика Класса Хрящевые рыбы.
12. Общая характеристика подкласса Костистые рыбы.
13. Экономическое значение рыб.
14. Общая характеристика Класса Земноводные
15. Происхождение и эволюция земноводных.
16. Систематика земноводных. Отряды бесхвостые, хвостатые, безногие.
17. Строение сердца земноводных.
18. Скелет земноводных
19. Значение земноводных для человека.
20. Происхождение и эволюция пресмыкающихся
21. Строение черепа пресмыкающихся. Структура костной ткани.
22. Приспособление у позвоночных к воздушному образу жизни.
23. Общая характеристика Класса Пресмыкающиеся.
24. Строение черепа у пресмыкающихся.
25. П/Кл. Анапсида. Отряд Черепахи.
26. П/Кл. Архозавры. Крокодилы.
27. П/Кл. Лепидозавры. Отряд Чешуйчатые.
28. Головной мозг пресмыкающихся.
29. Значение пресмыкающихся для человека.
30. Общая характеристика Класса Птицы.
31. Органы дыхания и газообмен у птиц.
32. Строение кожи и ее производные у птиц.
33. Мускулатура птиц.
34. Строение яйца птицы.
35. Сравнительно-анатомический обзор осевого скелета птиц.
36. Двигательная система и основные типы движения птиц.
37. Отряд СOVOобразные.
38. Отряд Соколообразные.
39. Отряд Гагарообразные, поганкообразные.
40. Отр. Буревестникообразные.
41. Отряд Курообразные.
42. Отряд Воробьинообразные.
43. Отряд Аистообразные.
44. Отряд Пингвинообразные.
45. Отряд Гусеобразные.
46. Ржанкообразные.
47. Отряд Журавлеобразные.
48. Страусообразные: африканские, нандуобразные, казуарообразные, страусы; кивиобразные.
49. Отряд пеликанообразные.
50. Сезонные явления в жизни птиц
51. Годовые циклы у птиц.
52. Миграции птиц.
53. Поведение и образ жизни птиц.
54. Значение птиц для человека.
55. Происхождение и эволюция птиц.

56. Характеристика анамний и амниот.
57. Первозвери, или клоачные.
58. Сравнительно-анатомический обзор нервной системы позвоночных.
59. Сравнительно-анатомический обзор дыхательной системы позвоночных.
60. Сравнительно-анатомический обзор черепа позвоночных.
61. Сравнительно-анатомический обзор кожных покровов.
62. Сравнительно-анатомический обзор мочеполовой системы позвоночных.
63. Сравнительно-анатомический обзор пищеварительной системы позвоночных.
64. Сравнительно-анатомический обзор кровеносной системы позвоночных.
65. Сравнительно-анатомический обзор органов чувств позвоночных.
66. Общая характеристика Класса Млекопитающие.
67. Поведение и образ жизни млекопитающих.
68. Сезонные явления в жизни млекопитающих.
69. Строение кожи и ее производные у млекопитающих.
70. Инфракласс Сумчатые.
71. Отряд Грызуны.
72. Отряд Китообразные.
73. Отряд Приматы.
74. Отряд Ластоногие.
75. Отряд Рукокрылые.
76. Отряд Насекомоядные.
77. Отряд Хищные.
78. Отряд Неполнозубые
79. Отряд Парнокопытные.
80. Происхождение и эволюция млекопитающих.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Протисты: строение, биология.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Систематика протистов	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Инфузирии. Малярийный плазмодий	Проработка лекций
4	Многоклеточные животные. Пластинчатые. Губки	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Кишечнополостные	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Строение кишечнополостных	Проработка лекций
7	Плоские черви. Турбеларии	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Плоские черви. Неодермата	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Строение и циклы развития паразитических плоских червей	Проработка лекций
10	Круглые черви	Чтение обязательной и дополнительной литературы

11	Круглые черви	Проработка лекций
12	Кольчатые черви. Щупальцевые.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
13	Дождевой червь	Проработка лекций
14	Моллюски	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Брюхоногие моллюски	Проработка лекций
16	Членистоногие. Ракообразные	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Речной рак	Проработка лекций
18	Многоножки. Насекомые.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
19	Строение насекомых	Проработка лекций
20	Хелицерные	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Иглокожие. Полухордовые.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Индивидуальная консультация по разделу зоология беспозвоночных.	Самостоятельное изучение заданного материала
23	Инфузирии. Малярийный плазмодий	Проработка лекций
24	Введение. Предмет и задачи зоологии. Тип Хордовые. Подтип Оболочники, Бесчерепные.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
25	Бесчерепные. Строение, функции и особенности экологии.	Проработка лекций
26	Подтип Позвоночные.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
27	Класс Круглоротые. Особенности строения, биологии и систематики.	Проработка лекций
28	Раздел Челюстноротые. Надкласс Рыбы. Общая характеристика.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
29	Хрящевые рыбы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Класс Хрящевые рыбы.	Проработка лекций
31	Костные рыбы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Класс Костные рыбы.	Проработка лекций
33	Надкласс Четвероногие. Происхождение наземных позвоночных.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Класс Земноводные.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Класс Земноводные.	Проработка лекций
36	Класс Пресмыкающиеся.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
37	Класс Пресмыкающиеся.	Проработка лекций
38	Класс Птицы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
39	Систематика Класс Птиц.	Чтение обязательной и дополнительной литературы



40	Класс Птицы.	Проработка лекций
41	Класс Млекопитающие.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
42	Систематика Класс Млекопитающие.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
43	Класс Млекопитающие.	Проработка лекций
44	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
45	Зоология.	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

#### Зоология

##### Типовые контрольные задания.

##### Введение. Тип хордовые.

##### Вариант № 1.

1. Строение современных миног и миксин.
2. Происхождение бесчелюстных.

##### Вариант № 2.

1. Образ жизни миног и миксин в связи с их биологией.
2. Роль бесчелюстных в филогении позвоночных.

##### Вариант № 3.

1. Особенности строения и экологии вымерших бесчелюстных.
2. Систематика современных и вымерших бесчелюстных.

##### **Рыбы.**

##### Контрольная работа № 1

##### Вариант № 1.

1. Анатомо-физиологические особенности пластиножаберных.
2. Филогения цельноголовых.

##### Вариант № 2.

1. Анатомо-физиологические особенности цельноголовых.
2. Филогения акул и скатов.

##### Вариант № 3.

1. Место и роль хрящевых рыб в экосистемах Мирового океана.

##### Контрольная работа № 2

##### Вариант № 1.

1. Анатомо-физиологические особенности и биология лопастеперых рыб.
2. Систематика костистых рыб до отрядов.

##### Вариант № 2.

1. Анатомо-физиологические особенности и биология хрящевых ганоидов.
2. Систематика двоякодышащих и кистеперых рыб.

##### Вариант № 3.

1. Анатомо-физиологические особенности костистых рыб.
2. Систематика осетровых рыб.

## **Амфибии и пресмыкающиеся.**

Контрольная работа № 1

Вариант № 1.

1. Строение опорно-двигательной системы современных амфибий.
2. Систематика бесхвостых амфибий.

Вариант № 2.

1. Строение пищеварительной и дыхательной систем амфибий.
2. Систематика хвостатых амфибий.

Вариант № 3.

1. Строение кровеносной и нервной систем амфибий.
2. Экология и образ жизни амфибий.

Вариант №4.

1. Преобразования характерные для класса Пресмыкающиеся в связи с их выходом на сушу.
2. Характеристика группы амниот.
3. Особенности строения отряда Клювоголовые.

Вариант №5.

1. Преобразования характерные для класса Пресмыкающиеся в связи с их выходом на сушу.
2. Происхождение класса Пресмыкающихся.
3. Особенности строения отряда Черепахи.

Вариант №6.

1. Преобразования характерные для класса Пресмыкающиеся в связи с их выходом на сушу.
2. Покровы, осевой скелет и мышечная система пресмыкающихся.
3. Особенности строения отряда Крокодилы.

Вариант №7.

1. Преобразования характерные для класса Пресмыкающиеся в связи с их выходом на сушу.
2. Конечности и их пояса. Систематика класса Пресмыкающихся.
3. Особенности строения подотряда Хамелеоны.

Вариант №8.

1. Преобразования характерные для класса Пресмыкающиеся в связи с их выходом на сушу.
2. Особенности строения черепа пресмыкающихся.
3. Особенности строения подотряда Ящерицы.

## **Птицы и млекопитающие.**

Контрольная работа № 1

Вариант 1

1. Морфологические преобразования класса птиц, обеспечивающие гомойтермию и возможность полета
2. Особенности биологии отр. Сивообразных.

Вариант 2

1. Морфологические преобразования класса птиц, обеспечивающие гомойтермию и возможность полета
2. Особенности биологии отр. Пингвинообразных.

Вариант 3

1. Морфологические преобразования класса птиц, обеспечивающие гомойтермию и возможность полета
2. Особенности биологии отр. Веслоногих.

Вариант 4

1. Морфологические преобразования класса птиц, обеспечивающие гомойтермию и

возможность полета

2. Особенности биологии отр. Гусеобразных.

Вариант 5

1. Морфологические преобразования класса птиц, обеспечивающие гомойтермию и возможность полета

2. Особенности биологии отр. Аистообразных.

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Черты организации млекопитающих, характеризующие их, как высший класс позвоночных животных.

2. Пищеварительная система. Особенности в связи с типом питания.

Вариант 2

1. Черты организации млекопитающих, характеризующие их, как высший класс позвоночных животных.

2. Структура костной ткани млекопитающих.

Вариант 3

1. Черты организации млекопитающих, характеризующие их, как высший класс позвоночных животных.

2. Строение дыхательной системы, акт дыхания.

Вариант 4

1. Черты организации млекопитающих, характеризующие их, как высший класс позвоночных животных.

2. Строение и особенности кровеносной системы.

Вариант 5

1. Черты организации млекопитающих, характеризующие их, как высший класс позвоночных животных.

2. Выделительная система и ее особенности.

### **Типовые тестовые задания.**

1. Какие воздушные мешки образуют переднюю группу?

1. межключичные, шейные, передне- и заднегрудные, брюшные
2. межключичные, шейные, переднегрудные
3. шейные, передне- и заднегрудные
4. межключичные, передне- и заднегрудные
5. шейные и переднегрудные

2. Ярко выраженным миофагом (питается мышами) является:

1. гриф черный
2. пустельга обыкновенная
3. сокол средиземноморский
4. чеглок

3. Что такое спинная кость?

1. сросшиеся последние хвостовые позвонки
2. сросшиеся поясничные, крестцовые и часть хвостовых позвонков
3. сросшиеся грудные позвонки
4. сросшиеся крестцовые и поясничные позвонки
5. крючковидный отросток ребра

4. Крупнейшей птицей мировой фауны (масса до 136-150 кг, высота до 270 см) является:

1. эму

2. страус африканский
3. казуар шлемоносочный
4. дрофа Кори
  
5. Перья, покрывающие все тело птиц называются ...
6. Где располагаются слуховые косточки?
  1. в слуховом отделе внутреннего уха
  2. в наружном слуховом проходе
  3. в улитке
  4. в полости среднего уха
  5. в евстахиевой трубе
  
6. Какой тип позвонков характерен для млекопитающих?
  1. амфицельный
  2. процельный
  3. опистоцельный
  4. платибазальный
  5. гетероцельный
  
7. Млекопитающие возникли в...
  1. перми
  2. триасе
  3. юре
  4. девоне
  
8. Описано ныне живущих видов млекопитающих
  1. 4000 видов
  2. 6000 видов
  3. 8000 видов
  4. 10000 видов
9. Самое крупное современное наземное млекопитающее:
  1. индийский слон
  2. белый медведь
  3. африканский слон
  4. белый носорог

### **Зоология**

В процессе освоения дисциплины студенты выполняют контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрен экзамен, который проводится в сроки, установленные учебной частью Института биологии. Экзамен предусматривает ответы на вопросы, изложенные в экзаменационном билете. Решение об экзамене выводится на основе деятельности студента на этапах формирования компетенций и оценке за ответ на вопрос к экзамену. Экзамен проводится в устной форме.

#### **Вопросы к экзамену.**

*Раздел "Зоология беспозвоночных".*

1. Предмет и задачи зоологии как науки о животных.
2. Главнейшие систематические категории животных.
3. Особенности организации клетки протистов.

4. Строение жгутика. Механизм работы жгутика.
5. Размножение протистов. Эволюционное и экологическое значение полового размножения. Жизненные циклы.
6. Пути эволюции протистов.
7. Саркодовые. Разнообразие. Значение в природе и для человека.
8. Жгутиконосцы. Разнообразие. Паразитические жгутиконосцы.
9. Споровики. Строение. Жизненные циклы.
10. Малярия. Жизненный цикл малярийных плазмодиев человека.
11. Ресничные. Строение клеток. Размножение. Конъюгация. Экологическое разнообразие.
12. Пути становления и эволюция многоклеточности.
13. Пластинчатые животные. Строение и биология трихоплакса.
14. Губки. Строение и развитие.
15. Гидроидные полипы. Строение. Метагенез.
16. Сцифоидные медузы. Строение. Метагенез.
17. Коралловые полипы. Строение. Развитие скелета. Рифообразование.
18. Гребневики. Строение. Размножение и развитие.
19. Турбеллярии. Строение.
20. Трематоды. Гетерогония. Цикл развития трематод – паразитов человека.
21. Цестоды. Адаптации к паразитизму.
22. Нематоды. Строение, образ жизни.
23. Разнообразие и жизненные циклы нематоды – паразитов человека.
24. Коловратки. Строение. Цикломорфоз.
25. Головохоботные черви. Строение. Разнообразие.
26. Функции целома.
27. Многощетинковые черви. Строение. Размножение и развитие.
28. Малощетинковые черви. Размножение и развитие. Роль в процессе почвообразования.
29. Пиявки. Приспособления к паразитическому образу жизни.
30. Брюхоногие. Строение. Экологическое разнообразие. Значение.
31. Двустворчатые. Приспособления к образу жизни пассивных фильтраторов.
32. Головоногие как наиболее высокоорганизованные моллюски.
33. Протоартроподы. Признаки, сближающие протоартропод с членистоногими.
34. Членистоногие. Общая характеристика.
35. Трилобиты. Строение. Значение.
36. Ракообразные. Строение. Разнообразие. Хозяйственное значение ракообразных.
37. Хелицеровые. Общие черты строения.
38. Мечехвосты. Строение, образ жизни.
39. Пауки. Строение, образ жизни.
40. Клещи как паразиты и переносчики возбудителей опасных заболеваний человека и животных.
41. Двупарноногие многоножки. Строение. Значение.
42. Губоногие. Строение. Значение.
43. Типы ротовых аппаратов насекомых.
44. Группы насекомых с неполным и полным превращением.
45. Значение насекомых в природе и для человека.
46. Общая характеристика иглокожих.
47. Морские звезды. Строение, развитие.
48. Морские ежи. Строение, развитие.
49. Мшанки. Строение. Значение.
50. Плеченогие. Строение. Значение как руководящих ископаемых.
51. Форониды. Строение. Развитие.

52. Погонофоры и вестиментиферы. Особенности питания.
53. Полухордовые. Сходство с низшими хордовыми.
54. Филогения животного мира.

**Вопросы к экзамену.**

*Раздел "Зоология хордовых".*

1. Общая характеристика типа Хордовых.
2. Происхождение хордовых.
3. Общая характеристика п/типа Позвоночные.
4. Оболочники. Классы Асцидии, Сальпы, аппендикулярии.
5. Миохордальный комплекс ланцетника.
6. Приспособления у позвоночных к водному образу жизни.
7. Класс Лопастеперые, Подклассы Кистеперые, Двоякодышащие.
8. Поведение и образ жизни рыб, распространение.
9. Органы дыхания и газообмен у рыб
10. Происхождение и эволюция рыб.
11. Общая характеристика Класса Хрящевые рыбы.
12. Общая характеристика подкласса Костистые рыбы.
13. Экономическое значение рыб.
14. Общая характеристика Класса Земноводные
15. Происхождение и эволюция земноводных.
16. Систематика земноводных. Отряды бесхвостые, хвостатые, безногие.
17. Строение сердца земноводных.
18. Скелет земноводных
19. Значение земноводных для человека.
20. Происхождение и эволюция пресмыкающихся
21. Строение черепа пресмыкающихся. Структура костной ткани.
22. Приспособление у позвоночных к воздушному образу жизни.
23. Общая характеристика Класса Пресмыкающиеся.
24. Строение черепа у пресмыкающихся.
25. П/Кл. Анапсида. Отряд Черепахи.
26. П/Кл. Архозавры. Крокодилы.
27. П/Кл. Лепидозавры. Отряд Чешуйчатые.
28. Головной мозг пресмыкающихся.
29. Значение пресмыкающихся для человека.
30. Общая характеристика Класса Птицы.
31. Органы дыхания и газообмен у птиц.
32. Строение кожи и ее производные у птиц.
33. Мускулатура птиц.
34. Строение яйца птицы.
35. Сравнительно-анатомический обзор осевого скелета птиц.
36. Двигательная система и основные типы движения птиц.
37. Отряд СOVOобразные.
38. Отряд Соколообразные.
39. Отряд Гагарообразные, поганкообразные.
40. Отр. Буревестникообразные.
41. Отряд Курообразные.
42. Отряд Воробьинообразные.
43. Отряд Аистообразные.
44. Отряд Пингвинообразные.
45. Отряд Гусеобразные.
46. Ржанкообразные.
47. Отряд Журавлеобразные.

48. Страусообразные: африканские, нандуобразные, казуарообразные, страусы; кивиобразные.
49. Отряд пеликанообразные.
50. Сезонные явления в жизни птиц
51. Годовые циклы у птиц.
52. Миграции птиц.
53. Поведение и образ жизни птиц.
54. Значение птиц для человека.
55. Происхождение и эволюция птиц.
56. Характеристика ананний и амниот.
57. Первозвери, или клоачные.
58. Сравнительно-анатомический обзор нервной системы позвоночных.
59. Сравнительно-анатомический обзор дыхательной системы позвоночных.
60. Сравнительно-анатомический обзор черепа позвоночных.
61. Сравнительно-анатомический обзор кожных покровов.
62. Сравнительно-анатомический обзор мочеполовой системы позвоночных.
63. Сравнительно-анатомический обзор пищеварительной системы позвоночных
64. Сравнительно-анатомический обзор кровеносной системы позвоночных.
65. Сравнительно-анатомический обзор органов чувств позвоночных.
66. Общая характеристика Класса Млекопитающие.
67. Поведение и образ жизни млекопитающих.
68. Сезонные явления в жизни млекопитающих.
69. Строение кожи и ее производные у млекопитающих.
70. Инфракласс Сумчатые.
71. Отряд Грызуны.
72. Отряд Китообразные.
73. Отряд Приматы.
74. Отряд Ластоногие.
75. Отряд Рукокрылые.
76. Отряд Насекомоядные.
77. Отряд Хищные.
78. Отряд Неполнозубые
79. Отряд Парнокопытные.
80. Происхождение и эволюция млекопитающих.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	- способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных) – ОПК-1	Знает черты общей организации беспозвоночных и хордовых животных; умеет объяснить влияние экологических факторов на структуру и функционирование сообществ животных.	Контрольная работа, практические задания	<p><b>Пороговый (удовлетворительно):</b>  <b>Знает:</b>                      Основные термины и понятия зоологии, наиболее важные черты общей организации беспозвоночных и хордовых животных.  <b>Умеет:</b> объяснить влияние экологических факторов на структуру и функционирование сообществ животных.  <b>Владеет:</b> знаниями некоторых разделов зоологии; основными навыками, используемыми при выполнении практических работ при определении и идентификации животных.</p> <p><b>Базовый (хорошо):</b>  <b>Знает:</b> основные анатомо-морфологические и физиологические особенности организации беспозвоночных и хордовых животных.  <b>Умеет:</b> самостоятельно работать с учебной литературой и источниками в сети Интернет, обрабатывать ее для подготовки к выступлениям на занятиях, при подготовке рефератов и презентаций.  <b>Владеет:</b> приемами изложения материала; адекватно использует терминологию из разных областей зоологии</p> <p><b>Повышенный (отлично):</b>  <b>Знает:</b> конкретные эколого-физиологические механизмы, обеспечивающую устойчивость беспозвоночных и хордовых животных при обитании в различных условиях окружающей среды.  <b>Умеет:</b> сопоставлять информацию из разных источников; анализировать,</p>



				полученные результаты; формулировать собственные суждения об основных проблемах зоологии; разрабатывать презентации по заданной теме. Владеет: навыками применения полученных зоологических знаний для решения отдельных научных проблем.
--	--	--	--	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Буруковский, Р. Н. Зоология беспозвоночных : учебное пособие / Р. Н. Буруковский. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2017. — 960 с. — ISBN 978-5-903090-40-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35830.html> (дата обращения: 26.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Зоология позвоночных: теория и практика : учебно-методическое пособие / Н. В. Погодина, В. А. Коровин, О. С. Загайнова, О. С. Госькова. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-7996-1672-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98456> (дата обращения: 26.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Зайцев, А. И. Лабораторные работы по зоологии беспозвоночных : учебно-методическое пособие / А. И. Зайцев. — Москва : Московский городской педагогический университет, 2013. — 156 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/26511.html> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Бокова, А. И. Проверочные задания по зоологии. Часть 1. Зоология беспозвоночных : учебно-методическое пособие / А. И. Бокова, С. А. Фирсова, Н. А. Кузнецова. — Москва : Прометей, 2012. — 174 с. — ISBN 978-5-7042-2325-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/18604.html> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Шариков, А. В. Проверочные задания по зоологии. Часть 2. Позвоночные животные : учебно-методическое пособие / А. В. Шариков, А. А. Мосалов, В. В. Алпатов. — Москва : Прометей, 2012. — 96 с. — ISBN 978-5-7042-2326-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/18605.html> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Козлов, С. А. Зоология позвоночных животных : учебное пособие / С. А. Козлов, А. Н. Сибен, А. А. Лящев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-2428-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103904> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Дауда, Т. А. Зоология позвоночных : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Кощаев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1708-

7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53679> (дата обращения: 27.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

<http://www.zin.ru/projects/zinsecta/rus/zinsecta.asp>  
<http://zooex.baikal.ru/>  
<http://botan0.ru/?cat=3&id=188>  
[http://vertebrata.bio.msu.ru/html/zoogeo\\_rus.html](http://vertebrata.bio.msu.ru/html/zoogeo_rus.html)  
<http://bse.sci-lib.com/article048452.html>  
<http://biosoil.isu.ru/kafedra/vertebrata/program/zoogeo.htm>  
[http://www.zoomet.ru/metod\\_zveri.html](http://www.zoomet.ru/metod_zveri.html)  
<http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>  
<http://www.floranimal.ru/>  
<http://www.sevin.ru/vertebrates/>  
<http://www.zooeco.com/>  
<http://www.birds.krasu.ru>  
<http://www.rbcu.ru>  
<http://www.dino.claw.ru>  
<http://www.zoo-eco.zooclub.ru>

### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Журналы издательства Wiley / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://onlinelibrary.wiley.com>
2. Clarivate Analytics – Web of Science Core Collection / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: [https://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=](https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C2ivzMxspGLnBiQvQWN&preferencesSaved=)

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

Компьютерные программы «STATISTICA»; STATAN, электронная мультимедийная база данных «Орнитофауна Тюменской области», мультимедийная игра-тест «Кто оставил след», электронный ресурс znanium, режим доступа: [www.znanium.com/](http://www.znanium.com/), платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

1. Гашев С.Н. База данных «Рабочее место орнитолога». Свидетельство № 2012620405 (зарегистрировано в Реестре баз данных 3 мая 2012).

2. Гашев С.Н., Сорокина Н.В., Хританько О.А. База данных «Рабочее место териолога». Свидетельство № 2013620056 (зарегистрировано в Реестре баз данных 9 января 2013).

3. Гашев С.Н., Андреев А.В., Политова С.С. Программа для ЭВМ «BirdCalc». Свидетельство № 2014661284 (зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 28 октября 2014).

### **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Занятия по дисциплине «Зоология» проводятся в специализированной лаборатории кафедры зоологии и эволюционной экологии животных, оборудованной компьютерной системой и переносным видеооборудованием.

В качестве учебного материала используются географические карты и атласы, специальные таблицы, серии фильмов BBC об эволюции и многообразии беспозвоночных и

хордовых животных, фонд Зоомузея ТюмГУ (коллекции тушек и чучел животных, коллекции насекомых и др. беспозвоночных, являющихся представителями разных отрядов), коллекции скелетов и влажных препаратов животных из учебной лаборатории позвоночных им. В.И. Азарова кафедры зоологии и эволюционной экологии животных.

### Зоология

УВ №1 Лекционная аудитория

УВ №1 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №2 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №2 Лекционная аудитория

УВ №3 Наборы микропрепаратов, живые культуры инфузорий

УВ №3 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №3 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №3 Лекционная аудитория

УВ №4 Лекционная аудитория

УВ №4 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №5 Лекционная аудитория

УВ №5 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №6 Наборы микропрепаратов гидры, живые гидры, влажные препараты медуз и актиний

УВ №6 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №6 Лекционная аудитория

УВ №6 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №7 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №7 Лекционная аудитория

УВ №8 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №8 Лекционная аудитория

УВ №9 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №9 Препараты кошачьей, печеночной и ланцетовидной двуустки, свиного и бычьего цепня, широкого лентеца, влажные препараты цестод, муляжи сколексов ленточных червей.

УВ №9 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №9 Лекционная аудитория

УВ №10 Лекционная аудитория

УВ №10 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №11 Микропрепараты и влажные препараты аскариды, острицы, трихинеллы. Кюветы и инструменты для вскрытия.

УВ №11 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №11 Лекционная аудитория

УВ №11 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №12 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №12 Лекционная аудитория

УВ №13 Микропрепараты, влажные препараты полихет и олигохет, анестезированные дождевые черви, инструменты для вскрытия

УВ №13 Лекционная аудитория

УВ №13 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №13 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №14 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №14 Лекционная аудитория

УВ №15 Влажные препараты виноградных улиток, беззубок

УВ №15 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №15 Лекционная аудитория

УВ №15 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №16 Лекционная аудитория

УВ №16 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №17 Микропрепараты, препараты речного рака

УВ №17 Лекционная аудитория

УВ №17 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №17 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №18 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №18 Лекционная аудитория

УВ №19 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №19 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №19 Лекционная аудитория

УВ №19 Живые и свежемёрзшие тараканы, препараты ротовых аппаратов, сухие коллекции насекомых

УВ №20 Лекционная аудитория

УВ №20 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №21 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №21 Лекционная аудитория

УВ №22 Мультимедийный комплекс.

УВ №22 Аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №22 Микроскопы, стереомикроскопы, инструменты для препарирования, предметные и покровные стекла

УВ №22 Лекционная аудитория

УВ №22 Наборы микропрепаратов, живые культуры инфузорий

УВ №22 Компьютер, мультимедийный проектор

УВ №23 Мультимедийный комплекс.

УВ №23 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №24 Микроскопы, предметные и покровные стекла, препараты (целого ланцетника, лежащего на боку на предметном стекле, просветленного и окрашенного кармином; препарат поперечного разреза ланцетника в области глотки; препарат поперечного разреза ланцетника в области кишечника), лупа.

УВ №24 Лекционная аудитория

УВ №25 Мультимедийный комплекс.

УВ №25 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №26 Необходимый инструментарий: практикум по зоотомии ходовых, определители; фиксированная в спирте минога, кюветы, ножницы, препаровальные иглы, скальпели, лупа.

УВ №26 Лекционная аудитория

УВ №27 Мультимедийный комплекс.

УВ №27 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №28 Мультимедийный комплекс.

УВ №28 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным комплексом.

УВ №29 Фиксированная в спирте или формалине акула, предварительно отпрепарированная, ванночка, пинцет, иглы препаровальные, булавки, лупы.

УВ №29 Лекционная аудитория

УВ №30 Мультимедийный комплекс.

УВ №30 Лекционная аудитория

УВ №31 Необходимый инструментарий: практикум по зоотомии позвоночных; фиксированные объекты (речной окунь, плотва, карась), кюветы, ножницы, препаровальные иглы, скальпели. Определители пресноводных и морских рыб.

УВ №31 Лекционная аудитория.

УВ №32 Мультимедийный комплекс.

УВ №32 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №33 Мультимедийный комплекс.

УВ №33 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №34 Необходимый инструментарий: практикум по зоотомии позвоночных; свежеемерщвленные лягушки, ванночки, скальпель, пинцет, ножницы, иглы препаровальные, булавки, марлевые салфетки.

УВ №34 Лекционная аудитория

УВ №35 Мультимедийный комплекс.

УВ №35 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным комплексом.

УВ №36 Необходимый инструментарий: практикум по зоотомии позвоночных; свежие и фиксированные ящерицы и змеи, ванночки, скальпель, пинцет, ножницы, иглы препаровальные, булавки, марлевые салфетки, определители пресмыкающихся.

УВ №36 Лекционная аудитория

УВ №37 Мультимедийный комплекс.

УВ №37 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №38 Мультимедийный комплекс.

УВ №38 Аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №39 Оборудование: ванночка, пинцет анатомический, ножницы хирургические, скальпель, иглы препарировальные - 2, булавки - 10-15, вата гигроскопическая, марлевые салфетки - 2-3; свежеумерщвленные птицы, калломофилическая коллекция, скелеты птиц, плакаты.

УВ №39 Лекционная аудитория

УВ №40 Мультимедийный комплекс.

УВ №40 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным комплексом.

УВ №41 Мультимедийный комплекс.

УВ №41 Лекционная аудитория, снабженная мультимедийным комплексом.

УВ №42 Коллекции черепов млекопитающих. Необходимый инструментарий: практикум по зоотомии позвоночных; фиксированные и свежеумерщвленные объекты (серая крыса), кюветы, ножницы, препарировальные иглы, скальпели. Определители млекопитающих.

УВ №42 Лекционная аудитория

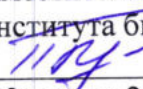
УВ №43 Лекционная аудитория

УВ №44 Мультимедийный комплекс.

УВ №44 Аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.

УВ №45 Лекционная аудитория

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ИММУНОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнологии и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнологии  
форма обучения очная



Пак И.В. Иммунология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Иммунология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

## 1. Пояснительная записка

В современном обществе роль в связи с развитием биомедицины все более возрастает роль иммунологии. Многие проблемы иммунологии перешагнули границы чисто научной проблемы и приобрели социальное звучание. Широко дискутируются в настоящее время проблемы вакцинации как защиты от инфекционных заболеваний, обсуждаются возможные пути излечения и охраны от СПИДа, онкологических заболеваний, аллергии.

Целью дисциплины «Молекулярные основы жизни: Иммунология» является получение базовых знаний по иммунологии, представлений о научных и прикладных аспектах использования данной научной дисциплины. В настоящее время прикладное и теоретическое значение иммунологии для биологии, современной медицины, здоровья человека трудно переоценить.

В процессе изучения дисциплины специалисты формируют основные представления о данной научной дисциплине. В курсе рассматриваются понятия «антиген», «антитело», особенности их взаимодействия. Специалисты изучают механизмы клеточного и гуморального иммунитета. Рассматриваются механизмы иммунной защиты от инфекции, принципы вакцинации, трансплантационный, противоопухолевый иммунитет. Студенты изучают гиперчувствительность, лежащую в основе аллергических проявлений, аутоиммунитет, иммуногенетику.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами направления: физиологией человека и животных, биохимией и молекулярной биологией, общей и молекулярной генетикой. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, физиологии, биохимии, умение к биометрической обработке материала, владение компьютерными статистическими программами. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее изучение следующих дисциплин: физиологии человека, биохимии и молекулярной биологии, общей и молекулярной генетики.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:  
- способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: основы иммунологии.
- Уметь: демонстрировать базовые представления по иммунологии, применять их на практике, критически анализировать полученную информацию и представлять результаты исследований, обладает навыками к научно-исследовательской работе, преподаванию иммунологии, ведению дискуссии по актуальным вопросам иммунологии.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	--------------------------------------

- способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	Знает: фундаментальные основы иммунологии, имеет расширенные представления об использовании иммунологии в практической деятельности, знает основные области использования биоинженерии в иммунологии.
	Умеет: демонстрировать и передавать знания о фундаментальных основах иммунологии, способен освоить и применить на практике базовые методики, необходимые при проведении исследований по иммунологии, умеет анализировать и обобщать данные по иммунологии, использовании достижений биоинженерии в иммунологии.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		8
<b>Общий объем</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
зач. ед. час	<b>144</b>	
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	Экзамен	

## 3. Система оценивания

**3.1.** При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100. Перевод результатов, полученных студентом в формат традиционной оценки осуществляется в соответствии с Регламентом учета посещаемости, результатов контроля и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования-программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (приказ № 635-1 от 09.10.2020).

Шкала перевода:

- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение зачета по сумме набранных баллов.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Предмет иммунологии. История иммунологии	7	2			
2.	Основные понятия иммунологии. Врожденный и приобретенный иммунитет	9		2		
3.	Антигены, антитела, лимфоидная (иммунная) система	7	2			
4.	Общие представления об иммунной системе. Антигены и антитела	7		2		
5.	Иммуногенетика	7	2			
6.	Генетика групп крови системы АВ0 и Резус.	7		2		
7.	Реакции клеточного иммунитета и гуморальный иммунный ответ	9	2			
8.	Клеточный и гуморальный иммунитет	9		4		

9.	Защита организма от инфекции и вакцинация	9	2			
10.	Противоинфекционный иммунитет. Вакцинация.	9		4		
11.	Гиперчувствительность	7	2			
12.	Гиперчувствительность замедленного и немедленного типов	9		4		
13.	Иммунологическая толерантность и иммунодефициты	7	1			
14.	Иммунодефициты Иммунологическая толерантность	9		4		
15.	Аутоиммунитет. Трансплантационный и противоопухолевый иммунитет	9	1	4		
16.	Аутоиммунитет Трансплантационный иммунитет	7		4		
17.	Противоопухолевый иммунитет	8	2	4		
18.	Консультация по дисциплине	2				2
19.	Экзамен по дисциплине "Иммунология"	6				
20.	Итого	144	16	34		2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

1. Введение. Предмет иммунологии. История иммунологии Врожденный и приобретенный иммунитет.

Предмет иммунологии

Определение иммунологии. Предмет и задачи иммунологии; ее место и роль в современной биологии, медицине и сельском хозяйстве. Исторические этапы развития иммунологии. Работы Э.Дженнера. Рождение иммунологии как науки. Основоположники научной иммунологии

Л.Пастер, Р.Кох. Возникновение неинфекционной иммунологии. И.И.Мечников, Эмиль фон Беринг, П. Эрлих, Н.Н. Чистович, К. Ландштайнер и др.

Традиционное определение иммунитета. Становление современной иммунологии. Новое определение иммунитета. Уровни изучения и проявления иммунологической реактивности. Биологический смысл иммунитета и биологическое содержание иммунологии.

Врожденный и приобретенный иммунитет

Понятия о неспецифических и специфических (иммунологических) факторах защиты организма. Неспецифические факторы защиты и резистентности организма: физические барьеры (кожа, слизистые покровы, секреты слизи, слезных и слюнных желез), физиологические барьеры (температура, рН. Напряженность кислорода, кислотность желудка), растворимые факторы (лизоцим, интерферон, комплемент), клетки (макрофаги, нейтрофилы, натуральные киллеры).

Специфические факторы защиты организма. Виды иммунитета: врожденный (конституционный) и приобретенный (активный и пассивный). Клеточный и гуморальный специфический иммунитет.

## 2. Основные понятия иммунологии. Врожденный и приобретенный иммунитет

Разбор и обсуждение основных иммунологических понятий: клетки и медиаторы иммунной системы, понятие антиген, антитело, реакции взаимодействия антиген-антитело.

Выполнение контрольной работы. Написание глоссария по иммунологии.

Пример:

Дать развернутое толкование терминов:

Антиген

Антитело

Агглютинация

Преципитация

Гаптен

Эпитоп

Гетероантиген

Антигенпрезентирующие клетки (АПК)

Изотипическая изменчивость

Идиотипическая изменчивость.

## 3. Антигены, антитела, лимфоидная (иммунная) система.

Определение антигенов. Факторы, определяющие свойства антигенов. Основные характеристики антигенов: чужеродность, антигенность, иммуногенность, специфичность. Типы антигенной специфичности: видовая специфичность, групповая специфичность, гетероспецифичность и гетероантигены. Распознавание антигена – основа приобретенного иммунитета. Эпитопы. В-клеточные эпитопы. Т-клеточные эпитопы.

Природа антител. Общее строение иммуноглобулинов. Функциональные особенности разных классов иммуноглобулинов. Иммуноглобулин М (Ig M), иммуноглобулин G (Ig G), иммуноглобулин A (Ig A), иммуноглобулин D (Ig D), иммуноглобулин E (Ig E). Основные формы взаимодействий антиген-антитело: реакция агглютинации, реакция преципитации, феномен лизиса, феномен цитотоксичности реакция связывания комплемента (РСК), феномен специфической задержки, реакция нейтрализации токсинов, феномен организации. Динамика выработки антител.

Центральные лимфоидные органы. Тимус – место размножения и созревания Т-клеток. Костный мозг. Сумка Фабрициуса у птиц.

Периферические (вторичные) лимфоидные органы и образования. Селезенка. Лимфатические узлы. Лимфоидная ткань слизистых оболочек. Функциональные отличия вторичных лимфоидных органов. Клетки, осуществляющие иммунный ответ: лимфоциты (В-

клетки, Т-клетки), НК-клетки, фагоциты, вспомогательные клетки (А-клетки). Циркуляция стволовых клеток и лимфоцитов в организме.

#### 4. Общие представления об иммунной системе. Антигены и антитела.

Обсуждение функций органов иммунной системы. Анализ предложенных схем, описание схем строения и функций лимфоузла, селезенки. Составление схемы 6 ростков дифференцировки красного костного мозга.

Обсуждение вопросов:

1. Основные характеристики антигенов: чужеродность, антигенность, иммуногенность, специфичность.

2. Типы антигенной специфичности: видовая специфичность, групповая специфичность, гетероспецифичность и гетероантигены.

3. Природа антител.

#### 5. Иммуногенетика.

Главный комплекс гистосовместимости (МНС). Лocusы гистосовместимости и понятие гаплотип-фенотип. Генетика иммуноглобулинов. Система АВО. Аномалии системы АВО (фенотип «Бомбей», приобретенный В-антиген). Система резус. Система антигенов Льюис. Группы крови М, N и Ss. Система групповых антигенов Лютеран. Система групповых антигенов Хg. Система групповых антигенов Kell. Клиническое значение групповых антигенов крови.

Цитокины и их клеточные рецепторы. Интерлейкин-1-8. Фактор некроза опухолей. Интерфероны. Колонистимулирующие факторы (КСФ). Система комплемента.

#### 6. Генетика групп крови системы АВО и Резус.

Практическое занятие. Решение задач по иммуногенетике. Дискуссия на тему: Гемолитическая болезнь новорожденных и резус-профилактика

Обсуждение вопросов:

1. Главный комплекс гистосовместимости (МНС).

2. Генетические источники многообразия антител. ответа.

3. Конкретность иммунного ответа и фенотипическая коррекция.

4. Система АВО. Аномалии системы АВО (фенотип «Бомбей», приобретенный В-антиген).

5. Цитокины и их клеточные рецепторы

5. Классический и альтернативный пути активации комплемента.

#### 7. Реакции клеточного иммунитета и гуморальный иммунный ответ.

Клеточный иммунитет. Генерация эффекторных Т-клеток. Дифференцировка Т-хелперов (Тх-клеток) на субпопуляции. Дифференцировка цитотоксических Т-клеток. Т-зависимый клеточный иммунный ответ. Цитотоксичность Т- и НК-клеток. Роль макрофагов в иммунном ответе. Образование гранулем. Иммунопатия.

Гуморальный иммунный ответ. Презентация антигена Т-клеткам. Характеристики гуморального иммунного ответа. Переключение изотипа Ig. Созревание аффинности. Иммунологическая память.

#### 8. Клеточный и гуморальный иммунитет.

Разбор механизма клеточного иммунитета. Описание схем, иллюстрирующих основные этапы клеточного иммунного ответа. Характеристика основных понятий и взаимодействий. Обсуждение иммунопатологий, связанных с ошибками клеточного иммунного ответа.

Заслушивание и обсуждение рефератов.

Темы:

1. Клетки, осуществляющие иммунный ответ.
2. Динамика антител при первичном и вторичном иммунном ответе.
3. Характеристика этапов гуморального иммунного ответа.
4. Структура и функции антител.

#### 9. Защита организма от инфекции и вакцинация.

Три эшелона защиты: 1) факторы естественной резистентности. Ранний индуцибельный ответ. Адоптивный иммунитет.

Антигенные препараты, используемые как вакцины. Эффективность вакцин. Безвредность вакцин.

#### 10. Противοинфекционный иммунитет. Вакцинация.

Обсуждение докладов:

Темы:

1. Развитие инфекционной иммунологии.
2. Основные положения клοнально-селекционной теории.
3. Открытие системы группы крови АВО.
4. Использование метода генного нокаута для расшифровки механизмов клеточного иммунитета.
5. Роль цитотоксических Т-клеток CD8+ и НК-клеток в реакциях клеточного иммунитета.
6. Зависимость типа эффекторного механизма в реализуемом иммунном ответе от первичного распознавания возбудителя.
7. Взаимодействия Т-клеток с макрофагами, дендритными клетками и В-лимфоцитами при гуморальном иммунном ответе.
8. Роль Т-клеток в регуляции процессах созревания аффинности.
9. Стратегия обхода вирусами гриппа иммунологического контроля.

Проведение дискуссии. Аргументы «за» и «против» всеобщего вакцинирования. Просмотр видеороликов о вакцинировании, их обсуждение.

#### 11. Гиперчувствительность.

Гиперчувствительность немедленного типа. Феномен десенсибилизации. Аллергия. Гиперчувствительность, обусловленная антителами Ig G. Гиперчувствительность замедленного типа.

#### 12. Гиперчувствительность замедленного и немедленного типов.

Вопросы для обсуждения:

1. Гиперчувствительность немедленного типа.
2. Феномен десенсибилизации.
3. Аллергия.
4. Гиперчувствительность замедленного типа.
5. Каковы клинические признаки и способы лечения острой анафилаксии?
6. Каковы механизмы анафилаксии?



Выполнение контрольной работы

*Контрольная работа*

*Вариант № 1.*

1. Определение гиперчувствительности немедленного типа.

2. Механизм гиперчувствительности I типа.

*Вариант № 2.*

1. Понятие гиперчувствительности.

2. Механизм гиперчувствительности IV типа.

*Вариант № 3.*

1. Гиперчувствительность замедленного типа.

2. Механизм гиперчувствительности II и III типа.

### 13. Иммунологическая толерантность и иммунодефициты.

Первичные иммунодефициты. Т-клеточная недостаточность. Нарушения в системе комплемента. Дефекты фагоцитарных клеток. Вторичные (приобретенные) иммунодефициты. Иммунодефициты, вызываемые лекарственными препаратами. Стероиды. Циклофосфамид. Циклоспорин. Питание. Вирусы способны инфицировать клетки иммунной системы.

История открытия иммунологической толерантности. Факторы, обуславливающие толерантность. Клеточные основы толерантности. Толерантность к «своему». Отмена толерантности. Индукция толерантности как возможное средство терапии.

### 14. Иммунодефициты Иммунологическая толерантность.

Дискуссия по теме: вторичные иммунодефициты.

Темы для обсуждения:

1. Роль питания в возникновении вторичных иммунодефицитов.

2. Иммунодефициты, вызываемые лекарственными препаратами.

3. ВИЧ и иммунодефициты.

1. История открытия иммунологической толерантности.

2. Факторы, обуславливающие толерантность. 3. Клеточные основы толерантности.

4. Отмена толерантности.

5. Индукция толерантности как возможное средство терапии.

### 15. Аутоиммунитет. Трансплантационный и противоопухолевый иммунитет.

Связь аутоиммунитета с патологией. Аутоиммунные заболевания могут быть наследственными. Механизмы аутоиммунных поражений. Диагностическое значение аутоантител. Лечение.

Виды трансплантации (по степени родства донора и реципиента). Трансплантационный барьер. Антигены гистосовместимости. Иммунные механизмы отторжения. Клинические проблемы трансплантации. Реакция трансплантат против хозяина.

Опухолевые антигены. Механизмы противоопухолевого иммунитета. Т-клетки. В-клетки. Натуральные киллеры (НК). Макрофаги. Причины неэффективности противоопухолевого иммунитета. Иммунотерапия.

### 16. Аутоиммунитет Трансплантационный иммунитет.

Заслушивание рефератов. Темы рефератов:

1.Связь аутоиммунитета с патологией. 2.Органоспецифические аутоиммунные заболевания.  
3.Системная красная волчанка как пример не органоспецифического аутоиммунного заболевания.

4.Механизмы аутоиммунных поражений. 5.Диагностическое значение аутоантител.  
6.Лечение аутоиммунных заболеваний.

Вопросы для обсуждения:

1.Виды трансплантации (по степени родства донора и реципиента).  
2.Трансплантационный барьер.  
3.Антигены гистосовместимости.  
4.Иммунные механизмы отторжения. 5.Клинические проблемы трансплантации.  
6. Реакция трансплантат против хозяина.

17. Противоопухолевый иммунитет.

Выполнение тестовых заданий: расшифровка и описание схем, иллюстрирующих механизмы иммунитета.

18. Консультация по дисциплине

Консультация по дисциплине "Иммунология" при подготовке к экзамену.

19. Экзамен по дисциплине "Иммунология."

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Введение. Предмет иммунологии. История иммунологии Врожденный и приобретенный иммунитет	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического материала.
2.	Основные понятия иммунологии. Врожденный и приобретенный иммунитет	Проработка лекций. Освоение практического материала.
3.	Антигены, антитела, лимфоидная (иммунная) система	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение материала.
4.	Общие представления об иммунной системе. Антигены и антитела	Проработка лекций. Освоение практического материала.
5.	Иммуногенетика	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
6.	Генетика групп крови системы АВ0 и Резус.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
7.	Реакции клеточного иммунитета и гуморальный иммунный ответ	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
8.	Клеточный и гуморальный иммунитет	Проработка лекций. Освоение практического материала.

9.	Защита организма от инфекции и вакцинация	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
10.	Противоинфекционный иммунитет. Вакцинация.	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
11.	Гиперчувствительность	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
12.	Гиперчувствительность замедленного и немедленного типов	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
13.	Иммунологическая толерантность и иммунодефициты	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
14.	Иммунодефициты Иммунологическая толерантность	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
15.	Аутоиммунитет. Трансплантационный и противоопухолевый иммунитет	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Освоение теоретического и практического материала.
16.	Аутоиммунитет Трансплантационный иммунитет	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала.
17.	Противоопухолевый иммунитет	Проработка лекций. Освоение теоретического и практического материала
18.	Консультация по дисциплине	Формулировка неясных вопросов для консультации
19.	Экзамен по дисциплине "Иммунология"	Знание ответов на контрольные вопросы к экзамену

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине.

Контрольные вопросы к экзамену.

1. Предмет и задачи иммунологии; ее место и роль в современной биологии, медицине, народном хозяйстве.

2. Исторические этапы развития иммунологии. Работы Э. Дженнера, Л. Пастера.

3. Возникновение неинфекционной иммунологии. И.И. Мечников, Ф. Чистович, П. Эрлих, К. Ландштейнер и др.

4. Традиционное определение иммунитета; становление и определение современной иммунологии.

5. Иммунитет, главная задача иммунитета.

6. Биологический смысл иммунитета и биологическое содержание иммунологии.

7. Иммунная система и иммунологическая реактивность.

8. Неспецифические факторы защиты организма.

9. Основные формы специфических реакций при иммунологическом ответе.

10. Антигены, особенности, характеризующие вещество как антиген.

11. Структурные основы антигенной специфичности; представление об антигенных детерминантах.
12. Типы антигенной специфичности.
13. Антитела и иммунные сыворотки.
14. Реакции специфического взаимодействия антител с антигенами.
15. Специфичность и гетерогенность антител.
16. Структура иммуноглобулинов.
17. Гиперчувствительность немедленного типа (анафилаксия и аллергия).
18. Феномен десенсибилизации и его значение в медицине.
19. Механизм и условия проявления анафилаксии.
20. Гиперчувствительность замедленного типа.
21. Центральные органы иммунной системы (строение и основные функции).
22. Вторичные (периферические) органы иммунной системы; строение лимфатического узла.
23. Происхождение и взаимодействие Т- и В-лимфоцитов.
24. Субпопуляции лимфоцитов; антигены и рецепторы.
25. Взаимодействие клеток в иммунном ответе.
26. Иммунологическая память.
27. Главный комплекс гистосовместимости.
28. Основные реакции клеточного иммунитета.
29. Цитокины и медиаторы иммунной системы (краткая характеристика).
30. Иммунологическая толерантность (работы М. Гашека, П. Медавара).
31. Факторы, обуславливающие толерантность.
32. Трансплантационный иммунитет (основной феномен и его открытие).
33. Генетические законы совместимости тканей.
34. Лocus гистосовместимости и понятия гаплотип-фенотип.
35. Реакция трансплантат против хозяина.
36. Первичные иммунодефициты.
37. Вторичные иммунодефициты.
38. Аутоиммунные расстройства.
39. Иммунные механизмы отторжения тканей.
40. Селекционно-клональная теория иммунитета.
41. Основные отличительные особенности реакций гиперчувствительности немедленного и замедленного типов.
42. Основные достижения иммунологии, нашедшие практическое применение.
43. Система комплемента и ее активация.
44. Условия и формы проявления реакции трансплантата против хозяина.
45. Противоопухолевый иммунитет.
46. Конкретность иммунного ответа и фенотипическая коррекция.
47. Значение Т- и В- лимфоцитов в развитии толерантности.
48. Молекулярная биология вируса СПИДа.
49. Принципы генной терапии.
50. Генетика иммуноглобулинов
51. Системы генов иммуноглобулинов.
52. Рекомбинации генов, кодирующих легкие и тяжелые цепи иммуноглобулинов.
53. Переключение изотипов иммуноглобулинов.
54. Генетический контроль иммунного ответа.
55. Генетика групп крови системы АВО.
56. Генетика системы Резус.
57. Клиническое значение групповых антигенов крови.
58. Роль макрофагов в иммунном ответе.
59. Причины неэффективности противоопухолевого иммунитета.
60. Адоптивный иммунитет.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

## Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	- способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2	<p>Знает: фундаментальные основы иммунологии, имеет расширенные представления об использовании иммунологии в практической деятельности, знает основные области использования биоинженерии в иммунологии.</p> <p>Умеет: демонстрировать и передавать знания о фундаментальных основах иммунологии, способен освоить и применить на практике базовые методики, необходимые при проведении исследований по иммунологии, умеет анализировать и обобщать данные по иммунологии, использовании достижений биоинженерии в иммунологии.</p>	Рефераты, тесты, контрольные работы, глоссарий	<p>Удовлетворительно (61-75 баллов):</p> <p>Знает: базовые принципы организации и функционирования всех компонентов иммунной системы животных и человека, базовые методы иммунологии, принципы их применения в практической деятельности.</p> <p>Умеет: демонстрировать базовые принципы организации и функционирования всех компонентов иммунной системы животных и человека, умеет применять методы иммунологии в практической деятельности.</p> <p>Хорошо (76-90 баллов):</p> <p>Знает: фундаментальные основы иммунологии, имеет базовые представления об использовании иммунологии в практической деятельности, знает основные методы иммунологии.</p> <p>Умеет: демонстрировать знания о фундаментальных основах иммунологии, способен освоить базовые методики, необходимые при проведении исследований по иммунологии.</p> <p>Отлично (91-100):</p> <p>Знает: фундаментальные основы иммунологии, имеет расширенные представления об использовании иммунологии</p>

				<p>практической деятельности, знает основные методы иммунологии, основные принципы анализа информации и проведения экспериментальных работ по иммунологии.</p> <p>Умеет: демонстрировать и передавать знания о фундаментальных основах иммунологии, способен освоить современные методики, необходимые при проведении исследований по иммунологии, способен проводить экспериментальные работы по иммунологии.</p>
--	--	--	--	--

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Госманов, Р.Г. Иммунология/Госманов Р.Г., Колычев Н.М., Равилов Р.Х., Галиуллин А.К., Волков А.Х., Нургалиев Ф.М./ Издательство: Лань. 2018. 188 с. Уровень образования: специалитет. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103901> (дата обращения 23.04.2020).

2. Основы общей иммунологии : учебное пособие для студентов медицинских вузов / Л. В. Ганковская, Л. С. Намазова-Баранова, Р. Я. Мешкова [и др.] ; под редакцией Л. В. Ганковская, Л. С. Намазова-Баранова, Р. Я. Мешкова. — Москва : ПедиатрЪ, 2014. — 124 с. — ISBN 978-5-906332-39-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70802.html> (дата обращения: 12.05.2020)

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Госманов, Р. Г. Микробиология и иммунология: учебное пособие / Госманов Р. Г., Ибрагимова А. И., Галиуллин А.К./Издательство: Лань, 2013. - 240 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12976> (дата обращения 19.05.2020 г.).

3. Анохина, Н. В. Общая и клиническая иммунология : учебное пособие / Н. В. Анохина. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1755-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81032.html> (дата обращения: 12.05.2020)

4. Павлович, С. А. Микробиология с вирусологией и иммунологией : учебное пособие / С. А. Павлович. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 800 с. — ISBN 978-985-06-2237-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/24067.html> (дата обращения: 12.05.2020)

### 7.3 Интернет-ресурсы:

#### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

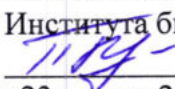
**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**ИНФОРМАТИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная



Перевалова М.Н., Трефилина Е.Р. Информатика и основы программирования. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика. направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очной формы обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Информатика и основы программирования [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Перевалова М. Н., Трефилина Е.Р., 2021.

## 1. Пояснительная записка

На занятиях студенты изучат устройство персонального компьютера, взаимосвязь компонентов; получат знания для работы с программами MS Word и MS Excel, которые пригодятся им не только при оформлении курсовых и дипломных работ, а также научатся пользоваться функциями для сложных статистических расчетов. Также в рамках данной дисциплины, студенты освоют навыки программирования, изучат основные блоки: переменные, типы данных, константы, арифметические и логические операции, условные операторы и тернарный оператор, массивы, циклы, условие, функции.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть. Дисциплина базируется на знаниях, полученных в школьном курсе информатики. Служит основой для изучения Динамического программирования, Распознавание образов, Системный анализ.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
-способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-6); -способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7).	Знает: -базовые понятия информатики и вычислительной техники; -состав аппаратных средств ПК и их характеристики; -современные тенденции развития информатики и вычислительной техники; -виды программного обеспечения ПК и их назначение; -основы форм представления и преобразования информации в компьютере. основы алгоритмизации и программирования на языках высокого уровня; способы обработки информации основными пакетами прикладных программ; методы и средства защиты информации. Умеет: -осуществлять выбор способа представления информации в соответствии с поставленной задачей; -разрабатывать алгоритмы решения типовой задачи; -использовать среды программирования для создания программного продукта; -оформлять документацию по стандарту ГОСТ -подготавливать электронные презентации; -проводить необходимые расчеты.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		5

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>зач. ед.</b>	6	6
	<b>час</b>	216	216
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		102	102
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		68	68
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		114	114
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

### 3. Система оценивания

**3.1.** Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (5-балльной) систем оценок.

Студент, набравший за семестр не менее 61 балла, получает экзамен автоматом. Студент, не набравший 61 балл, должен сдать не менее 60% лабораторных работ, запланированных за семестр, для допуска к экзамену. Экзамен проводится в установленное время. Студент вытягивает билет и выполняет предложенные задания.

Билет к экзамену состоит из 2 теоретических и 3 практических заданий.

*Каждая лекция оценивается в 1 балл (посещение, конспектирование материала, работа на лекции).*

*Каждое практическое/семинарское/лабораторное занятие выполняется предложенная самостоятельная работа по теме лекции, которая оценивается в зависимости от сложности задания.*

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
5 семестр						
1	Устройство персонального компьютера	8	2	0	4	
4	Системы счисления	8	2	0		
5	Системы счисления	8	0	0	4	
7	Работа с Microsoft Word	24	4	0	8	
13	Работа с Microsoft Excel	24	4	0	8	
19	Microsoft PowerPoint	12	2	0	4	

22	Макросы	10	2	0	4	
25	Основы программирования. Типы данных	12	2	0	4	
28	Основы программирования. Операции	12	2	0	4	
31	Основы программирования. Операторы	12	2	0	4	
34	Основы программирования. Работа с массивами	24	4	0	8	
40	Основы программирования. Циклы	26	4	0	8	
46	Основы программирования. Функции	12	2	0	4	
49	Основы программирования. Строки	12	2	0	4	
52	Консультация перед экзаменом	2	0	0	0	2
53	Экзамен	10	0	0	0	2
	Итого (часов)	216	34	0	64	4

### 3.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

#### 1. "Устройство персонального компьютера"

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Схема устройства компьютера. Основные устройства персонального компьютера. Архитектура и структура компьютера. Комплектация современной ЭВМ.

#### 2. "Устройство персонального компьютера"

Работа с устройством ПК - разбор основных элементов: свойства, форм-фактор, и т.д.

#### 3. "Устройство персонального компьютера. Самостоятельная работа"

##### ВАРИАНТ 1

1. Какие диски имеют дополнительный контроллер USB?
  - 1.1. Оптические диски
  - 1.2. Флэш-диски
  - 1.3. Гибкие магнитные диски
  - 1.4. Все перечисленные
2. Производительность ПК зависит от:
  - 2.1. Частоты процессора
  - 2.2. Объема оперативной памяти
  - 2.3. Объема используемой оперативной памяти.
  - 2.4. Размера жесткого диска
3. Шина данных предназначена для передачи:
  - 3.1. обрабатываемой информации;
  - 3.2. адреса памяти или внешних устройств, к которым обращается процессор;
  - 3.3. управляющих сигналов;
  - 3.4. или для преобразования информации, поступающей от процессора, в соответствующие сигналы, управляющие работой устройств.
4. Производительность работы компьютера (быстрота выполнения операций) зависит от:
  - 4.1. размера экрана дисплея;
  - 4.2. тактовой частоты процессора;
  - 4.3. напряжения питания;
  - 4.4. быстроты нажатия на клавиши.
5. Задание ритма при передаче информационных сигналов в компьютере осуществляет:

- 5.1. тактовая частота;
- 5.2. тактовый генератор;
- 5.3. ОЗУ;
- 5.4. ПЗУ
6. Скорость работы компьютера зависит от:
  - 6.1. тактовой частоты обработки информации в процессоре;
  - 6.2. наличия или отсутствия подключенного принтера;
  - 6.3. организации интерфейса операционной системы
  - 6.4. объема внешнего запоминающего устройства;
  - 6.5. объема обрабатываемой информации.
7. Принцип программного управления работой компьютера предполагает:
  - 7.1. двоичное кодирование данных в компьютере;
  - 7.2. моделирование информационной деятельности человека при управлении компьютером;
  - 7.3. необходимость использования операционной системы для синхронной работы аппаратных средств;
  - 7.4. возможность выполнения без внешнего вмешательства целой серии команд;
  - 7.5. использование формул исчисления высказываний для реализации команд в компьютере.

#### **4. "Системы счисления"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Понятие системы счисления. Виды систем счисления. Основные определения позиционной системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Арифметические действия в различных системах счисления.

#### **5. "Системы счисления"**

Решение примеров по теме Системы счисления. Решение примеров по теме "Построение таблиц истинности"

#### **6. "Работа с Microsoft Word"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Оформление документа: Шрифт, Абзац. Стили. Электронное оглавление. Сноски. Список литературы.

#### **7. "Работа с Microsoft Word"**

Выполнение задания №1, 4,5 из Лабораторного практикума.

#### **9. "Работа с Microsoft Word. Продолжение"**

Выполнение заданий 8,9,10 из Лабораторного практикума

#### **10. "Работа с Microsoft Word. Продолжение"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Список иллюстраций. Перекрестная ссылка. Предметный указатель. Слияние.

#### **11. "Работа с Microsoft Word"**

Выполнение Итогового задания из Лабораторного практикума.

#### **12. "Работа с Microsoft Word. Продолжение"**

Выполнение итоговой самостоятельной работы по теме MS Word.

#### **13. "Работа с Microsoft Excel"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Условное форматирование, Формулы, Функции.

#### **14. "Работа с Microsoft Excel. Занятие 1"**

Выполнение задания №1 из Лабораторного практикума .

#### **15. "Работа с Microsoft Excel. Занятие 2"**

Выполнение работы №2 из Лабораторного практикума.

#### **16. "Работа с Microsoft Excel. Продолжение"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Фильтрация данных. Консолидация

#### **17. "Работа с Microsoft Excel. Занятие 3"**

Выполнение задания №3 из Лабораторного практикума .

**18. "Работа с Microsoft Excel. Занятие 4"**

Выполнение работы №4 из Лабораторного практикума.

**19. "Microsoft PowerPoint"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Создание презентаций. Связь с приложениями.

**20. "Работа с Microsoft PowerPoint. Занятие 1"**

Создание презентаций, настройка анимации, настройка презентации.

**21. "Работа с Microsoft PowerPoint. Занятие 2"**

Создание связи с объектами.

**22. "Макросы"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Создание макроса. Редактирование макроса. Запись макроса. Выполнение макроса.

**23. "Работа с Макросами. Занятие 1"**

Запись макроса. VBA.

**24. "Работа с Макросами. Занятие 2"**

VBA. функции. Запуск макроса.

**25. "Основы программирования. Типы данных"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Переменные, типы данных, константы.

**26. "Основы программирования. Типы данных. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы:

Создайте проект, объявить несколько переменных различных типов, применить явное и неявное преобразование.

**27. "Основы программирования. Типы данных. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы:

Создать константную переменную, изменить ее значение.

**28. "Основы программирования. Операции"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Арифметические и логические операции.

**29. "Основы программирования. Операции. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы:

Есть прямоугольный треугольник с катетами  $a=5$ ,  $b=7$ . Найдите площадь треугольника,  $s=?$ . Используя теорему Пифагора, найдите длину гипотенузы,  $c=?$ .

**30. "Основы программирования. Операции. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы:

Найдите длину гипотенузы еще и с помощью теоремы косинусов.

**31. "Основы программирования. Операторы"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Условные операторы. Тернарный оператор.

**32. "Основы программирования. Операторы. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы:

1) С клавиатуры вводятся два числа – количество забитых голов хозяевами и гостями в футбольном матче. Вывести на экран результат игры – победили хозяева/гости/ничья.

**33. "Основы программирования. Операторы. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы:

2) Напишите программу, которая будет проверять число на кратность 3-м и 7-ми (это числа 21, 42, 63...). Вывести на экран соответствующее сообщение.

**34. "Основы программирования. Работа с массивами"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Массивы. Класс List.

**35. "Основы программирования. Массивы. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы: Введите одномерный целочисленный массив. Найдите наибольший нечетный элемент. Далее трижды осуществите циклический сдвиг влево элементов, стоящих справа от найденного максимума, и один раз сдвиг элементов вправо, стоящих слева от найденного максимума.

**36. "Основы программирования. Массивы. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы: Найдите сумму отрицательных элементов массива.

**37. "Основы программирования. Работа с массивами. Продолжение"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Массивы. Класс List.

**38. "Основы программирования. Массивы. Занятие 3"**

Выполнение лабораторной работы: Найдите наименьший четный элемент массива. Если такого нет, то выведите первый элемент.

**39. "Основы программирования. Массивы. Занятие 4"**

Выполнение лабораторной работы: Преобразовать массив так, чтобы сначала шли нулевые элементы, а затем все остальные.

**40. "Основы программирования. Циклы"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Циклы. Операторы break и continue.

**41. "Основы программирования. Циклы. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы: Вывести на экран 20 элементов последовательности 1, 4, 7, 10, 13...

**42. "Основы программирования. Циклы. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы: Напишите программу, которая будет «спрашивать» правильный пароль, до тех пор, пока он не будет введен. Правильный пароль пусть будет «root».

**43. "Основы программирования. Оператор цикла"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Оператор цикла foreach.

**44. "Основы программирования. Циклы. Занятие 3"**

Выполнение лабораторной работы: Используя цикл foreach, выведите на экран все элементы массива целых чисел, которые больше 20 и меньше 50.

**45. "Основы программирования. Циклы. Занятие 4"**

Выполнение лабораторной работы: Дано два массива одинаковой длины (по 10 элементов). Создайте третий массив, который будет отображать сумму первых двух массивов. Первый элемент третьего массива равен сумме первых элементов двух первых массивов и так далее.

**46. "Основы программирования. Функции"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Функции. Оператор return.

**47. "Основы программирования. Функции. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы: Напишите функцию, которая будет менять в массиве целых чисел все элементы, которые равны указанному значению (аргумент) на противоположное значение по знаку. Например, все элементы массива которые равны 5, будут меняться на -5.

**48. "Основы программирования. Функции. Занятие 2"**

Выполнение лабораторной работы: Напишите функцию, которая будет находить минимальное число из трех.

**49. "Основы программирования. Строки"**

На лекции будет рассмотрен материал по темам: Работа со строками. Класс String

**50. "Основы программирования. Строки. Занятие 1"**

Выполнение лабораторной работы: Вводится строка. Требуется удалить из нее повторяющиеся символы и все пробелы. Например, если было введено "abc cde def", то должно быть выведено "abcdef".

#### 51. "Основы программирования. Строки. Занятие 2"

Выполнение лабораторной работы: Найти в строке указанную подстроку и заменить ее на новую строку. Строку, ее подстроку для замены и новую подстроку вводит пользователь.

#### 52. "Консультация перед экзаменом"

#### 53. "Информатика и Программирование"

Выполнение экзаменационного билета, который состоит из 2 вопросов: практического и теоретического.

#### **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Схема устройства компьютера.
2. Основные устройства персонального компьютера.
3. Архитектура и структура компьютера.
4. Комплектация современной ЭВМ.
5. Понятие системы счисления. Виды систем счисления
6. Основные определения позиционной системы счисления.
7. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.
8. Арифметические действия в различных системах счисления.
9. Оформление документа: Шрифт, Абзац.
10. Стили. Электронное оглавление.
11. Сноски.
12. Список литературы.
13. Список иллюстраций.
14. Перекрестная ссылка.
15. Предметный указатель.
16. Слияние.
17. Условное форматирование
18. Формулы
19. Функции
20. Фильтрация данных
21. Консолидация
22. Создание презентаций.
23. Связь с приложениями.
24. Создание макроса.
25. Редактирование макроса.
26. Запись макроса.
27. Выполнение макроса.
28. Переменные, типы данных, константы.
29. Арифметические и логические операции
30. Условные операторы. Тернарный оператор.
31. Массивы. Класс List.
32. Циклы. Операторы break и continue.
33. Оператор цикла foreach.
34. Функции. Оператор return.
35. Работа со строками. Класс String



#### 4. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	5 семестр	
	Информатика и основы программирования	
1	Устройство персонального компьютера	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Устройство персонального компьютера	Проработка лекций
3	Устройство персонального компьютера. Самостоятельная работа	Проработка лекций
4	Системы счисления	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Системы счисления	Проработка лекций
6	Системы счисления. Продолжение	Проработка лекций
7	Работа с Microsoft Word	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Работа с Microsoft Word	Проработка лекций
9	Работа с Microsoft Word. Продолжение	Проработка лекций
10	Работа с Microsoft Word. Продолжение	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Работа с Microsoft Word	Проработка лекций
12	Работа с Microsoft Word. Продолжение	Проработка лекций
13	Работа с Microsoft Excel	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Работа с Microsoft Excel. Занятие 1	Проработка лекций
15	Работа с Microsoft Excel. Занятие 2	Проработка лекций
16	Работа с Microsoft Excel. Продолжение	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Работа с Microsoft Excel. Занятие 3	Проработка лекций
18	Работа с Microsoft Excel. Занятие 4	Проработка лекций
19	Microsoft PowerPoint	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Работа с Microsoft PowerPoint. Занятие 1	Проработка лекций
21	Работа с Microsoft PowerPoint. Занятие 2	Проработка лекций
22	Макросы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Работа с Макросами. Занятие 1	Проработка лекций
24	Работа с Макросами. Занятие 2	Проработка лекций

25	Основы программирования. Типы данных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Основы программирования. Типы данных. Занятие 1	Проработка лекций
27	Основы программирования. Типы данных. Занятие 2	Проработка лекций
28	Основы программирования. Операции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
29	Основы программирования. Операции. Занятие 1	Проработка лекций
30	Основы программирования. Операции. Занятие 2	Проработка лекций
31	Основы программирования. Операторы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Основы программирования. Операторы. Занятие 1	Проработка лекций
33	Основы программирования. Операторы. Занятие 2	Проработка лекций
34	Основы программирования. Работа с массивами	Чтение обязательной и дополнительной литературы
35	Основы программирования. Массивы. Занятие 1	Проработка лекций
36	Основы программирования. Массивы. Занятие 2	Проработка лекций
37	Основы программирования. Работа с массивами. Продолжение	Чтение обязательной и дополнительной литературы
38	Основы программирования. Массивы. Занятие 3	Проработка лекций
39	Основы программирования. Массивы. Занятие 4	Проработка лекций
40	Основы программирования. Циклы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
41	Основы программирования. Циклы. Занятие 1	Проработка лекций
42	Основы программирования. Циклы. Занятие 2	Проработка лекций
43	Основы программирования. Оператор цикла	Чтение обязательной и дополнительной литературы
44	Основы программирования. Циклы. Занятие 3	Проработка лекций
45	Основы программирования. Циклы. Занятие 4	Проработка лекций

46	Основы программирования. Функции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
47	Основы программирования. Функции. Занятие 1	Проработка лекций
48	Основы программирования. Функции. Занятие 2	Проработка лекций
49	Основы программирования. Строки	Чтение обязательной и дополнительной литературы
50	Основы программирования. Строки. Занятие 1	Проработка лекций
51	Основы программирования. Строки. Занятие 2	Проработка лекций
52	Консультация перед экзаменом	Самостоятельное изучение заданного материала
53	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Контрольные работы охватывают основные темы, выполнение работ является необходимым условием получения положительной оценки по предмету. Зачет и Экзамен являются финальным испытанием и определяют уровень усвоения материала по всему курсу.

Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (4-балльной) систем оценок.

Зачет автоматически получает студент, который в течении семестра набирает более 60 баллов. Если студент набрал баллов меньше, чем 61, должен сдавать зачет. Для сдачи зачета необходимо сдать 50% запланированных на семестр лабораторных работ на разные темы.

Экзаменационная оценка студента в рамках модульно-рейтинговой системы оценок является интегрированной оценкой выполнения студентом заданий во время лабораторных работ, индивидуальных домашних заданий, контрольной работы. Эта оценка характеризует уровень сформированности практических умений и навыков, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины:

61 - 76 баллов - удовлетворительно;

77 - 90 баллов - хорошо;

91 -100 баллов - отлично.

Студент, у которого сумма набранных баллов, оказалась меньше 61, должен сдать экзамен.

Экзаменационная оценка студента в рамках традиционной системы оценок выставляется на основе ответа студента на теоретические вопросы, перечень которых представлен ниже, а также решения задач, примерный уровень которых соответствует уровню задач, приведенных в описании УВ - контрольных работ. Эта оценка характеризует уровень знаний, умений и навыков, приобретенных студентом в ходе изучения дисциплины.

Примечание. Студент, желающих исправить экзаменационную оценку, полученную в рамках модульно-рейтинговой системы, имеет право на сдачу экзамена.

*Каждая лекция оценивается в 1 балл (посещение, конспектирование материала, работа на лекции).*

## 6.2 Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-6); -способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-7)	Знает: -базовые понятия информатики и вычислительной техники;	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.
		-состав аппаратных средств ПК и их характеристики;	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.
		-современные тенденции развития информатики и вычислительной техники;	Лабораторные и самостоятельные работы	Выполнение 61% от каждой работы в семестре.
		-виды программного обеспечения ПК и их назначение;		
		-основы форм представления и преобразования информации в компьютере. основы алгоритмизации и программирования на языках высокого уровня;		
		способы обработки информации основными пакетами прикладных программ;		
		методы и средства защиты информации.		
		Умеет: -осуществлять выбор способа представления информации в соответствии с поставленной задачей;		
		-разрабатывать алгоритмы решения типовой задачи;		
		-использовать среды программирования для создания программного продукта;		
		-оформлять документацию по стандарту ГОСТ		
		-подготавливать электронные презентации;		
		-проводить необходимые расчеты.		

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Биллиг, В. А. Основы программирования на C# 3.0: ядро языка : учебное пособие / В. А. Биллиг. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 410 с. — ISBN 978-5-9963-0259-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/100321> (дата обращения: 16.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **7.2 Дополнительная литература:** (до 10 источников)

2. 1. Федотова, Е. Л. Информатика: Курс лекций. Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - Москва : ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 480 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0448-0. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/204273> (дата обращения: 16.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. 2.Царев, Р.Ю. Информатика и программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Ю. Царев, А. Н. Пупков, В. В. Самарин, Е. В. Мыльникова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 132 с. - ISBN 978-5-7638-3008-8. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/506203> (дата обращения: 16.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

## **7.3 Интернет-ресурсы:**

<https://welcome.stepik.org/ru>

<https://www.coursera.org/>

**7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:** Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

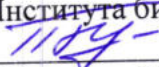
**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

Лицензионное ПО: MS Office, Python, платформа для электронного обучения MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и компьютерный класс для практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**КЛЕТочНАЯ БИОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Елифанов А.В. Клеточная биология. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Клеточная биология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины включает следующие разделы:

## 1. Пояснительная записка

**Целью** дисциплины «Клеточная биология» является получение базовых знаний о строении клеток животных и растений.

### **Задачи курса:**

Познать особенности строения и функции клеток прокариот и эукариот, ядра, цитоплазмы, органоидов.

Изучить клеточный цикл и механизм эндорепродукции, деление клеток, механизм амитоза, митоза и мейоза, цитологические основы патологии и процесса старения и гибели клеток, а также вопросы происхождения и эволюции клеток.

Овладеть практическими навыками микроскопической техники и приготовления цитологических препаратов.

### **1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Содержание дисциплины: строение и принципы жизнедеятельности клетки, единство и разнообразие клеточных типов, воспроизведение и специализация; субклеточные компоненты, их биохимические характеристики; структура и свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, пути биосинтеза макромолекул, энергетика клеток растений и животных, структура и функции биомембран, принципы регуляции метаболизма; методы световой микроскопии. Применение клеточных тест-систем для анализа состояния природной среды. Содержание данной дисциплины необходимо для освоения дисциплин - биофизики; биологии размножения и развития; физиологии; генетики; биотехнологии, микробиологии.

### **1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины:**

Код и наименование компетенции ФГОС ВО 3++	Компонент
ОПК – 3 - Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов	Знает: закономерности процессов и механизмов хранения, передачи и использования биологических информации в клетке, принципы контроля экспрессии генов; Структурно-функциональную организацию генетического материала, особенности генома прокариот и эукариот, организацию генома человека; Цитологические основы различных форм размножения организмов.
	Умеет: использовать знание фундаментальных основ и методических подходов клеточной биологии для решения медицинских, сельскохозяйственных проблем, диагностики состояния и охраны природной среды, для создания новых методов биотехнологии и клеточной инженерии; проводить анализ научной литературы; приобретать новые знания, используя информационные технологии.



## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			3
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		68	68
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		34	34
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** Система оценивания 100 бальная. Осуществление преподавателем в течение семестра текущего контроля за учебной деятельностью студента посредством выставления баллов, которые носят комплексный характер и учитывают достижения студентов: знания, умения, навыки, сформированность компетенций.

Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:

от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,

от 76 до 90 баллов – «хорошо»,

от 91 до 100 баллов – «отлично».

Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.

Экзамен проходит в устной форме.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Виды аудиторной работы (в час.)			Итого аудиторных часов по теме
		Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6
	Часов в 3 семестре	34	34	76	144

	Клеточная биология	34	34	76	144
1	Введение в клеточную биологию	2	0	-	2
2	Клетки прокариот и эукариот.	2	0	-	2
3	Про- и эукариотические клетки.	0	4	8	12
4	Органоиды цитоплазмы.	2	0	-	2
5	Гладкая эндоплазматическая сеть	2	0	-	2
6	Эндоплазматический ретикулум.	0	4	8	12
7	Аппарат Гольджи	2	0	-	2
8	Лизосомы, пероксисомы.	2	0	-	2
9	Аппарат Гольджи. Лизосомы.	0	4	8	12
10	Двумембранные органоиды.	2	0	-	2
11	Интефазное ядро.	2	0	-	2
12	Митохондрии. Пластиды.	0	4	8	12
13	Хроматин ядра. Хромосомы.	2	0	-	2
14	Ядрышко.	2	0	-	2
15	Клеточное ядро и его компоненты.	0	4	8	12
16	Поверхностный аппарат клетки. Биологические мембраны.	2	0	-	2
17	Цитоскелет.	2	0	-	2
18	Цитоскелет.	0	4	9	13
19	Центральная догма молекулярной биологии.	2	0	-	2
20	Межклеточные контакты. Включения в цитоплазму.	2	0	-	2
21	Клеточные включения.	0	4	9	13
22	Типы деления соматических клеток.	2	0	-	2
23	Мейоз.	2	0	-	2
24	Митоз. Амитоз. Мейоз.	0	4	9	13
25	Дифференциация и патология клеток	2	0	-	2
26	Дифференцировка и патология клетки.	0	2	7	11
27	Консультация	0	0	2	0
28	Экзамен	0	0		0

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. "Введение в клеточную биологию"

Клеточная теория: клетка-единица живой материи, увеличение числа клеток происходит путем деления исходной клетки, гомологичность в строении клеток, многоклеточный организм - сложный ансамбль клеток, объединенных в целостные, интегрированные системы тканей и органов, соподчиненных и связанных между собой межклеточными, гуморальными и нервными нормами регуляции. Клетка как единица строения, функционирования, развития, патологических изменений организмов.

Значение цитологии для медицины и сельского хозяйства. Место ее среди других биологических дисциплин. Связь цитологии с молекулярной биологией, генетикой, эмбриологией, физиологией, биохимией, медициной и биотехнологией.

##### 2. "Клетки прокариот и эукариот."

Клетки прокариот и эукариот. Особенности и различия в их строении. Единство строения и функции клетки, ее органоидов и других структурных элементов. Общая характеристика клетки. Химический состав клетки. Органические вещества клетки. Белки, их структура и функции. Жиры, их структура и функции. Углеводы, их структура и функции. Нуклеиновые кислоты, их структура, свойства и функции.

### 3. "Про- и эукариотические клетки."

Рис. 1. Современная схема ультраструктурной организации клетки (Рис. 2, стр. 14 Ю.С. Ченцов Общая цитология М.: Изд-во МГУ, 1995. – 384 с.) Зарисовать, обозначить.

Рис. 2 Многообразие клеточных форм растительного и животного мира (Рис. 4, стр. 29 Н.И. Арронет, В.А. Арронет Основные вопросы цитологии М.: Просвещение, 1969. – 206 с.) Зарисовать, обозначить.

Контрольные вопросы следующего занятия:

1. Клетка – элементарная частица живого.
2. Гомологичность клеток.
3. Клетки и организм.
4. Клетки про- и эукариот: общие черты и отличия.
5. Строение аппарата Гольджи, функции.
6. Лизосомы. Классификация, функция.

### 4. "Органоиды цитоплазмы."

Эндоплазматическая сеть (ретикулум). Понятие и общая характеристика. Гранулярная эндоплазматическая сеть - эргастоплазма, ее строение, химическая композиция и основная роль как структуры, участвующей в синтезе экспортируемых из клетки белков. Связь гранулярной эндоплазматической сети с ядерной оболочкой. Роль гранулярного эндоплазматического ретикулума в синтезе белков и липидов мембран и в их сборке - ретикулум как источник цитоплазматических мембран.

Рибосомы. Химический состав и морфологическое строение рибосом прокариот и эукариот. Роль в синтезе белка. Синтез белков в гиалоплазме. Синтез, накопление и транспорт синтезированного белка в системе эндоплазматической сети.

### 5. "Гладкая эндоплазматическая сеть"

Гладкая эндоплазматическая сеть - структурная характеристика и химия, связь гладкой эндоплазматической сети с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул. Роль гладкой эндоплазматической сети в дезактивации различных химических агентов. Саркоплазматический ретикулум в поперечно-полосатой мышечной ткани и его функции.

### 6. "Эндоплазматический ретикулум."

1. Гладкая эндоплазматическая сеть в интерстициальных клетках семенника морской свинки. (Рис. 64 (а, б), стр. 125-126 Практикум по цитологии. Учебное пособие / под ред. Ю.С. Ченцова М.: Изд-во МГУ, 1988. – 294 с.) Зарисовать, обозначить.

### 7. "Аппарат Гольджи"

Аппарат Гольджи (пластинчатый комплекс): общая характеристика, локализация в клетке, микроскопическое строение, ультраструктура и химия. Диктиосома. Функция аппарата Гольджи: сегрегация, созревание и выведение секретов и других веществ в клетке. Авторадиографические данные о путях синтеза и выведения секреторных продуктов в клетке. Синтетические процессы в аппарате Гольджи.

### 8. "Лизосомы, пероксисомы."

Лизосомы, история их открытия, структура, их химическая характеристика, типы лизосом. Функциональное значение лизосом, их происхождение. Связь лизосом с процессами внутриклеточного пищеварения, фагоцитозом и работой аппарата Гольджи. Аутофагосомы.

Сферосомы, пероксисомы.

### 9. "Аппарат Гольджи. Лизосомы."

1. Препарат аппарата Гольджи в нейронах. Спинномозговой узел котенка.

2. *Внутриклеточный сетчатый аппарат (аппарат Гольджи).* (Рис. 18, стр. 17 В.Г. Елисеев и др. Атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов). Зарисовать, обозначить.

3. *Электроннофотограмма проксимального эпителиоцита. Комплекс Гольджи.*

4. *Лизосомы. Электронная микрофотограмма части цитоплазмы макрофага из лимфатического узла крысы.* (Рис. 15, стр. 15 Елисеев и др. Атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов). Зарисовать, обозначить.

5. *Электроннофотограмма проксимального эпителиоцита нефрона крысы. Лизосомы.* Зарисовать, обозначить первичные и вторичные лизосомы.

#### 10. "Двумембранные органоиды."

Митохондрии. Структура митохондрий: мембраны, кристы, матрикс. Их роль в синтезе и накоплении АТФ. Пути синтеза АТФ в клетке: анаэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование. Строение крист, локализация в липопротеидных мембранах звеньев окислительного фосфорилирования. Изменение структуры митохондрий в зависимости от их функционального состояния. Гигантские митохондрии. Матрикс митохондрий: ДНК, РНК, рибосомы и белки митохондрий. Проблема происхождения митохондрий.

Пластиды - органоиды растительных клеток. Типы пластид (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты). Ультраструктура хлоропластов. Строма хлоропластов. Внутренний мембранный комплекс хлоропластов. Функции пластид.

#### 11. "Интефазное ядро."

Интефазное ядро. Основные элементы его структуры: хроматин (хромосомы), ядрышко, ядерный сок (кариоплазма), ядерная оболочка, матрикс.

Ядерная оболочка, ее строение и функциональное значение. Строение ядерных пор. Связь ядерной оболочки с цитоплазматическими структурами и хромосомами, связь с ядерным белковым матриксом. Кариоплазма (ядерный сок). Нерибосомные рибонуклеопротеидные структуры ядра. Хроматин, его химическая характеристика. Диффузный и конденсированный хроматин, эухроматин и гетерохроматин, их функциональное значение. Сателлитная ДНК. Строение активного и репрессированного хроматина. Ядро в процессе редупликации и перераспределения генетического материала.

#### 12. "Митохондрии. Пластиды."

1. *Электроннофотограмма кардиомиоцита. Митохондрии.* Зарисовать и обозначить наружную и внутреннюю мембрану, кристы и матрикс.

2. *Электроннофотограмма митохондрии в очаге воспаления.*

Зарисовать и обозначить наружную и внутреннюю мембрану, кристы и матрикс.

#### 13. "Хроматин ядра. Хромосомы."

Ультраструктура хроматина, строение элементарных хроматиновых фибрилл. Уровни структурной организации хромосом. Строение и химический состав нуклеосом и нуклеомеров. Хромомеры - промежуточный уровень компактизации хроматина. Хромонема, понятие о субхроматидных структурах митотических хромосом. Поведение хроматина (хромосом) во время митоза. Концепция о непрерывности хромосомы в течение всего жизненного цикла клетки. Общее строение, типы и формы митотических хромосом. центромера, вторичная перетяжка, теломера. Строение и функции теломерного и центромерного районов хромосом. Понятие о кариотипе. Представления о тонкой организации хромосом.

#### 14. "Ядрышко."

Ядрышко - место синтеза клеточных рибосом. Число ядрышек в ядре, их хромосомное происхождение. Строение и химия рибосом. РНК ядрышка. Предшественники рРНК. Пути синтеза рибосом. ДНК ядрышка. Амплификация генов рибосомных РНК.

Ультраструктура ядрышка. Гранулярный и фибриллярный компоненты, фибриллярные центры. Цикл изменения структуры ядрышка в связи с его функцией. Судьба ядрышка в митозе и его связь с митотическими хромосомами.

#### 15. "Клеточное ядро и его компоненты."

1. *Электроннофотограмма гепатоцита.* Зарисовать электроннофотограмму. Определить и обозначить компоненты ядра: оболочку, хроматин (диффузный и пристеночный).

2. *Сегментированные (полиморфные) ядра лейкоцитов и бобовидное ядро моноцита крови человека.* (Рис. 3, стр. 35 Фалин Л.И. и др. Атлас гистологии и эмбриологии). Зарисовать, обозначить.

#### 16. "Поверхностный аппарат клетки. Биологические мембраны."

Строение плазматической мембраны. Липопротеидные модели строения биологических мембран. Липиды мембран. Белки мембран. Асимметрия мембран: структурная и функциональная. Роль плазматической мембраны в клеточной проницаемости. Пассивный и активный транспорт веществ через мембрану. Роль плазматической мембраны в процессах фагоцитоза и пиноцитоза, связь этих процессов с лизосомами. Рецепторная функция плазматической мембраны. Связь плазматической мембраны с цитоскелетными элементами. Гликокаликс животных клеток. Клеточная стенка растительных клеток и прокариот.

#### 17. "Цитоскелет."

Микротрубочки: их тонкое строение и химизм. Тубулины, их свойства и роль в образовании микротрубочек. Роль микротрубочек в образовании ахроматинового веретена деления клеток. Роль веретена в расхождении хромосом при митозе. Каркасная роль цитоплазматических микротрубочек. Представления Н. К. Кольцова о внутриклеточном скелете. Микрофиламенты - состав, строение, функции. Связь микрофиламентов с плазматической мембраной и другими клеточными органеллами. Микрофибриллы, или промежуточные микрофиламенты, их характеристика и роль.

Клеточный центр. Ультраструктура, репликация, участие в делении клетки. Функциональные изменения аппарата в жизненном цикле клетки. Аналоги центриолей у простейших. Связь центриольных структур с органоидами движения клеток: базальные тельца. Строение ресничек и жгутиков у эукариотических клеток.

#### 18. "Цитоскелет."

1. *Две пары центриолей в фибробласте.* (Рис. 39, стр. 27 Кузнецов и др. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии). Зарисовать электроннофотограмму и обозначить.

2. *Схема строения диплосомы лейкоцита аксолотля.* (Рис. 237, стр. 349 Практикум по цитологии. Учебное пособие / под ред. Ю.С. Ченцова М.: Изд-во МГУ, 1988. – 294 с.) Зарисовать, обозначить.

#### 19. "Центральная догма молекулярной биологии."

Центральная догма молекулярной биологии. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку. ДНК ядра, её строение и свойства, редупликация. Роль ядра в процессе трансляции: ядерное происхождение аппарата белкового синтеза в клетке. Основные функции ядра: транскрипция, редупликация и перераспределение генетического материала. Репликация молекул ДНК у прокариот и эукариот. Репликон.

#### 20. "Межклеточные контакты. Включения в цитоплазму. "

Межклеточные контакты (простой контакт, десмосомы, изолирующие контакты - плотные, коммуникационные контакты - плазмодесмы, щелевые контакты). Дериваты плазматических мембран: микроворсинки, специальные структуры фоторецепторов, оболочки аксонов.

Включения в цитоплазму клеток животных и растений, их локализация и функциональное значение.

#### 21. "Клеточные включения."

1. Жировые включения в клетках печени аксолотля.
  2. Включения гликогена в клетках печени.
22. **"Типы деления соматических клеток."**  
 Типы деления соматических клеток. Бинарный тип деления прокариотических клеток. Жизненный цикл клетки. Митотический цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая фаза и митоз. Значение этих фаз в жизни клеток.  
 Общая схема непрямого деления (митоза) эукариотических клеток.  
 Митоз. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Цитокинез у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и флагмопласта. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки. Метаболизм делящейся клетки. Регуляция митоза, вопрос о пусковом механизме митоза. Биологическая роль митоза.  
 Амитоз - прямое деление клеток.
23. **"Мейоз."**  
 Мейоз. Типы мейоза (зиготный, гаметный и промежуточный). Общая схема мейоза. Редукционное деление. Эквационное деление. Характеристика различных фаз мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Хромосомы типа ламповых щеток. Различия между митозом и мейозом.
24. **"Митоз. Амитоз. Мейоз."**  
 1. Митоз растительной клетки. Корень луковицы лука.
25. **"Дифференциация и патология клеток "**  
 Дифференциация клеток - возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций. Роль ядра и цитоплазмы в дифференциации клеток. Факторы дифференциации и регуляции этого процесса. Эмбриональная детерминация. Индукционные влияния. Гуморальные и нервные факторы дифференцировки. Опухолевая трансформация.  
 Патология клетки  
 Влияние повреждающих факторов на клетку. Теория паранекроза. Изменение структуры органоидов при повреждении клетки. Внутриклеточная репарация. Гибель клетки: цитологические признаки смерти клетки. Влияние алкоголя на клетки.
26. **"Дифференцировка и патология клетки."**  
 Составление схем и решение ситуационных задач.
27. **"Консультация"**  
 Студенты имеют возможность обсудить с преподавателями возникшие трудности при подготовке к экзамену по заранее изученным темам и предоставленным вопросам для промежуточной аттестации.
28. **"Экзамен"**  
 Студент, набравший в ходе текущей аттестации 61 балл и более, автоматически получает экзаменационную оценку в соответствии со шкалой перевода:  
 от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»,  
 от 76 до 90 баллов – «хорошо»,  
 от 91 до 100 баллов – «отлично».  
 Студент имеет право повысить оценку, полученную по итогам текущего контроля, путем сдачи экзамена.  
 Экзамен проходит в устной форме.

**5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся**

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС

	3 семестр	
	Клеточная биология	
1	Введение в клеточную биологию	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Клетки прокариот и эукариот.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Про- и эукариотические клетки.	Проработка лекций
4	Органоиды цитоплазмы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Гладкая эндоплазматическая сеть	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Эндоплазматический ретикулум.	Проработка лекций
7	Аппарат Гольджи	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Лизосомы, пероксисомы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Аппарат Гольджи. Лизосомы.	Проработка лекций
10	Двумембранные органоиды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Интефазное ядро.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Митохондрии. Пластиды.	Проработка лекций
13	Хроматин ядра. Хромосомы.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Ядрышко.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
15	Клеточное ядро и его компоненты.	Проработка лекций
16	Поверхностный аппарат клетки. Биологические мембраны.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
17	Цитоскелет.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Цитоскелет.	Проработка лекций
19	Центральная догма молекулярной биологии.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Межклеточные контакты. Включения в цитоплазму.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
21	Клеточные включения.	Проработка лекций
22	Типы деления соматических клеток.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
23	Мейоз.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Митоз. Амитоз. Мейоз.	Проработка лекций
25	Дифференциация и патология клеток	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Дифференцировка и патология клетки.	Проработка лекций
27	Консультация	Самостоятельное изучение заданного материала
28	Экзамен	Самостоятельное изучение заданного материала

В ходе подготовки к занятию обучающиеся читают обязательную литературу. Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется в течение практических занятий посредством устного опроса и проверки конспектов по теме занятия. Оцениваются как фактические знания студентов, так и глубина понимания и способности вычленения и интерпретации целостных смысловых конструкций, а также навыки самостоятельного поиска необходимой информации по теме занятия и ее критической оценки.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Форма проведения промежуточной аттестации (экзамена) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем.

Студенты изучают лекционный материал по дисциплине и готовятся ответить на заранее предложенные им вопросы:

#### **Темы контрольной работы**

1. Методы клеточной биологии.
2. История открытия клетки. Основные этапы развития клеточной теории. Основные постулаты современной клеточной теории.
3. Клетки прокариот и эукариот. Особенности и различия в их строении. Общая характеристика клетки.
4. Межклеточные контакты. Строение и функции.
5. Плазматическая мембрана, ее структура. Роль плазматической мембраны в клеточной проницаемости.
6. Эндоплазматическая сеть. Понятие и общая характеристика. Гранулярная эндоплазматическая сеть, ее строение и основная роль как структуры, участвующей в синтезе экспортируемых из клетки белков.
7. Рибосомы, их структура и роль в синтезе белка.
8. Гладкая эндоплазматическая сеть, структурная характеристика и химия. Связь эндоплазматической сети с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул.
9. Аппарат Гольджи: общая характеристика, локализация в клетке. Ультраструктура и химия. Функции аппарата Гольджи.
10. Аппарат внутриклеточного переваривания: эндосомы и лизосомы. Их структура, химическая характеристика, типы лизосом. Функциональное значение лизосом, их происхождение.
11. Пероксисомы. Строение. Функции.
12. Митохондрии. Структура митохондрий: мембраны, кристы, матрикс. Их роль в синтезе АТФ.
13. Пластиды. Строение хлоропласта, лейкопласта, хромопласта. Их функции.
14. Микротрубочки: их строение и химизм.
15. Микрофиламенты: состав, строение, функции. Связь микрофиламентов с плазматической мембраной и другими клеточными органеллами.
16. Промежуточные филаменты, их характеристика и роль. Распределение промежуточных филаментов различных классов в клетках и тканях человека.
17. Центриоль. Ультраструктура: репликация, участие в делении клетки.
18. Цитоплазма. Общий химический состав цитоплазмы. Органоиды цитоплазмы.
19. Ядро, основные элементы его структуры. Центральная догма молекулярной биологии. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку.
20. Строение и ультраструктура ядрышка. Гранулярный и фибриллярный



компоненты. Амплификация ядрышек.

21. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая фаза и митоз. Значение этих фаз в жизни клетки. Регуляция клеточного цикла.

22. Деление прокариотических клеток. Общая схема непрямого деления (митоза) эукариотических клеток. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Амитоз – прямое деление клеток. Мейоз, стадии мейоза.

23. Включения в цитоплазму клеток животных и растений, их локализация и функциональное значение.

24. Влияние повреждающих факторов на клетку. Гибель клеток.

25. Дифференциация клеток – возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций. Полиплоидия.

Аргументированный ответ на вопросы преподавателя по одной теме – максимум 10 баллов. Максимальное количество тем, обсуждаемых в ходе собеседования, – 6.

Обучающиеся, совокупно набравшие по итогам работы в семестре и в ходе итогового собеседования 61 балл и более, получают зачет по дисциплине.

Обучающиеся, по итогам текущего контроля успеваемости в семестре набравшие 61 балл и более, получают зачет автоматом без прохождения итогового собеседования.

## 6.2. Критерии оценивания компетенция:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ОПК – 3 - Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов	<p>Знает: закономерности процессов и механизмов хранения, передачи и использования биологических информации в клетке, принципы контроля экспрессии генов;</p> <p>Структурно-функциональную организацию генетического материала, особенности генома прокариот и эукариот, организацию генома человека;</p> <p>Цитологические основы различных форм размножения организмов.</p> <p>Умеет: использовать знание фундаментальных основ и методических подходов клеточной биологии для решения медицинских, сельскохозяйственных</p>	<p>Дискуссия, решение проблемных задач, доклады, работа на занятии.</p>	<p><b>Пороговый (удовл.) 61-75 баллов:</b>  <b>Знает:</b> основные термины цитологии; методики цитологических исследований;  <b>-Умеет:</b> работать с учебной и научной литературой;</p> <p><b>Базовый (хор.) 76-90 баллов:</b>  <b>Знает:</b> основные термины цитологии; правила техники безопасности и организации рабочего места при проведении лабораторных работ  <b>Умеет</b> работать с учебной и научной литературой и др. источниками информации</p> <p><b>повышенный (отл.) 91-100 баллов:</b>  <b>Знает:</b> свободно оперирует терминами, необходимыми для изучения цитологических объектов; демонстрирует знания фундаментальных разделов</p>

	<p>проблем, диагностики состояния и охраны природной среды, для создания новых методов биотехнологии и клеточной инженерии; проводить анализ научной литературы; приобретать новые знания, используя информационные технологии.</p>		<p>математики, физики, химии, экологии  <b>Умеет:</b> работать с учебной и научной литературой и др. источниками информации; работать с микропрепаратами и электроннофотограммами</p>
--	---	--	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Зиматкин, С. М. Гистология, цитология и эмбриология: учебное пособие / С. М. Зиматкин. — Гистология, цитология и эмбриология, 2023-01-20. — Электрон. дан. (1 файл). — Минск: Вышэйшая школа, 2013 — 229 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 20.01.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/20210.html>>. (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Зиматкин, С. М. Гистология, цитология и эмбриология. Атлас учебных препаратов: учебное пособие / С. М. Зиматкин. — Гистология, цитология и эмбриология. Атлас учебных препаратов, 2023-01-20. — Электрон. дан. (1 файл). — Минск: Вышэйшая школа, 2016 — 88 с. — Гарантированный срок размещения в ЭБС до 20.01.2023 (автопродлонгация). — Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. — Текст. — электронный. — <URL:<http://www.iprbookshop.ru/90768.html>>. (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2. Дополнительная литература:

1. 1. Кассимерис, Л. Клетки по Льюину / Л. Кассимерис ; перевод с английского И. В. Филипповича. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2018. — 1059 с. — ISBN 978-5-00101-587-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103028> (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Баскаков, М. Б. Медицинская физика. Основы морфологии человека и общей патологии клетки : учебное пособие / М. Б. Баскаков. — Томск : Томский политехнический университет, 2013. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0318-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/34678.html> (дата обращения: 23.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.3 Интернет-ресурсы:

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Интернет-портал ФИПС – fips (база патентов)  
 Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

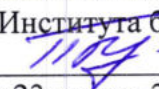
- Лицензионное ПО:

платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Донкова И. А. Компьютерная обработка экспериментальных данных. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, очная форма обучения. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) Компьютерная обработка экспериментальных данных опубликована на сайте ТюмГУ: Компьютерная обработка экспериментальных данных [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Донкова И. А., 2021.

## 1. Пояснительная записка

Целью преподавания дисциплины «Компьютерная обработка экспериментальных данных» является изучение теоретических основ статистического моделирования задач и методов их решения, основных приемов и методик разработки и применение на практике методов решения на ЭВМ задач обработки статистических данных с использованием современных языков программирования.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов основным методам решения задач статистического моделирования;
- привить студентам устойчивые навыки статистического моделирования с использованием пакетов прикладных программ;
- дать опыт проведения вычислительных экспериментов.

Основное внимание уделяется развитию навыков постановки и решения задач статистической обработки данных, проектной деятельности, анализа информации, полученной из научных источников (в том числе из сети Интернет).

Рассматриваются задачи эмпирических и теоретических распределений случайных величин, оценок параметров распределений, проверок статистических гипотез, построения регрессионных моделей и нахождение корреляционных и регрессионных оценок.

Изучение курса способствует развитию исследовательских способностей анализа информации с помощью стандартных статистических пакетов. Приобретённые умения могут быть эффективно применены студентами в общей и профессиональной сферах, при дальнейшем обучении по магистерским программам, аспирантуре.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерная обработка экспериментальных данных» входит в блок Б1. ЧФУ: Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов теории вероятностей, прикладной статистики, математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений.

Знания и умения, практические навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов математического моделирования, вычислительного практикума, при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием и обработкой наборов данных, решением профессионально ориентируемых задач.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины(модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	---	--------------------------------------

- способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований (ПК-1)	--	<p>Знает: этапы, способы статистического моделирования и методы исследования и оптимального управления компьютерным экспериментом с применением информационно-коммуникативных технологий и су учетом основных требований информационной безопасности.</p> <p>Умеет: использовать основные понятия и методы дисциплины; работать с различными источниками информации; практически решать задачи профессиональной деятельности с использованием средств статистического моделирования с применением информационно-коммуникативных технологий и су учетом основных требований информационной безопасности</p>
	--	<p>Знает: основные приемы экспериментальной работы на основе физико-химических, математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области.</p> <p>Умеет: выполнять экспериментальной работы на основе физико-химических, математических и прикладных исследований (статистического моделирования), формулировать результаты эксперимента в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области.</p>
	--	<p>Знает: виды производственно-технологическую деятельности в области биоинженерии, биоинформатики.</p> <p>Умеет: проводить производственно-технологическую деятельность с использованием основных компонентов современных информационных технологий для реализации математических моделей, основанных на методах статистического моделирования в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
<b>Общая трудоемкость</b>	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		50	50

Лекции	16	16
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	94	94
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		Зачет

### 3. Система оценивания

**3.1.** Текущий и промежуточный контроль освоения и усвоения материала дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой (100-балльной) и традиционной (4-балльной) систем оценок.

Баллы начисляются студентам за следующие активности:

- 1) посещение занятия – 1 балл;
- 2) работа на практическом занятии – 0-3 балла;
- 3) подготовка конспектов в процессе самостоятельной подготовки к занятиям – 1 балл;
- 4) бонусные баллы за организацию работы в группе – 0-4 балла.

Для получения зачета по дисциплине обучающимся необходимо набрать за семестр не менее 61 балла. Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине в устно-письменной форме.

- Шкала оценивания при проведении текущего контроля (ответы на вопросы при проведении зачета):

Зачет проводится для студентов, которые в период освоения курса не набрали количества баллов (61), при котором выставляется зачет "автоматом".

Опрос по вопросам для зачета содержит по 2 вопроса.

Преподаватель вправе задать уточняющий вопрос по каждому из вопросов для зачета.

Ответ на каждый из вопросов оценивается по следующей шкале:

2 («неудовлетворительно») - студент не ответил на вопрос либо содержание ответа не раскрывает сути вопроса.

3 («удовлетворительно») - студент отвечает по существу, но не демонстрирует целостного представления по вопросу, не может аргументировать свой ответ.

4 («хорошо») - студент отвечает по существу, демонстрирует целостное представление по вопросу; не может аргументировать свой ответ либо аргументация не обоснована.

5 («отлично») - студент дает полный, развернутый, аргументированный ответ на вопрос.

Итоговая оценка выводится как средняя арифметическая из оценок по вопросам.

- Шкала оценивания при проведении текущего контроля (выступление с докладом):

Занятие с системой поставленных докладов проводится для студентов, которые в период освоения курса не набрали количества баллов, при котором выставляется оценка "автоматом", либо которые хотят улучшить свою оценку.

Преподаватель и участники занятия вправе задать уточняющие вопросы по теме доклада.

Ответ на каждый из вопросов оценивается по следующей шкале:

2 («неудовлетворительно») - студент не ответил на вопрос либо содержание ответа не раскрывает сути вопроса.

3 («удовлетворительно») - студент отвечает по существу, но не демонстрирует целостного представления по вопросу, не может аргументировать свой ответ.



4 («хорошо») - студент отвечает по существу, демонстрирует целостное представление по вопросу; не может аргументировать свой ответ либо аргументация не обоснована.

5 («отлично») - студент дает полный, развернутый, аргументированный ответ на вопрос.

Итоговая оценка выводится как средняя арифметическая из оценок по вопросам, выступлению с докладом, представлению презентации.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вводная лекция. Статистическая обработка экспериментальных данных	6	2	0	0	0
2.	Первичная обработка экспериментальных данных	6	0	2	0	0
3.	Теоретические основы статистических исследований.	6	0	2	0	0
4.	Основные законы распределения случайных величин и применение их в статистике.	6	2	0	0	0
5.	Функции плотности и распределения основных законов распределения	6	0	2	0	0
6.	Анализ выборочной совокупности. Первичная обработка данных.	6	0	2	0	0
7.	Статистические оценки числовых характеристик. Статистические гипотезы и критерии.	6	2	0	0	0
8.	Проверка гипотезы о нормальном законе распределения	6	0	2	0	0
9.	Проверка гипотезы о нормальном законе распределения с	6	0	2	0	0

	помощью критериев согласия					
10	Основные понятия корреляционно – регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов	6	2	0	0	0
11	Линейная и нелинейная однофакторная регрессия. Метод наименьших квадратов.	6	0	2	0	0
12	Корреляционные оценки	6	0	2	0	0
13	Метод выравнивания. Трендовые модели.	6	2	0	0	0
14	Метод выравнивания.	6	0	2	0	0
15	Сглаживание временных рядов.	6	0	2	0	0
16	Прогнозные значения однофакторных функций	6	2	0	0	0
17	Прогнозирование на основе трендовых моделей	6	0	2	0	0
18	Проверка значимости коэффициентов корреляции и регрессии	6	0	2	0	0
19	Многофакторные регрессионные модели	6	2	2	0	0
20	Двухфакторные регрессионные модели	6	0	2	0	0
21	Многофакторные регрессионные модели	6	0	2	0	0
22	Лекция с поставленной системой докладов.	6	2	0	0	0
23	Планирование компьютерного эксперимента.	6	0	2	0	0
24	Контрольная работа	6	0	2	0	0
25	Итоговое тестирование		0	0	0	0
	Итого (часов)	144	16	34	0	0

## **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

### **1. "Вводная лекция. Статистическая обработка экспериментальных данных"**

Виды эксперимента и статистических данных, способы сбора информации, этапы статистического исследования, разновидности статистических моделей. Основные направления научных статистических исследований. Стандартные статистические пакеты для анализа статистических данных. Современные исследования в области анализа данных.

### **2. "Основные законы распределения случайных величин и применение их в статистике."**

Основные законы распределения случайных величин. Основные виды распределений непрерывных случайных величин. Нормальное распределение. Распределение хи-квадрат, Стьюдента, Фишера. Семейства экспоненциальных и гамма-распределений. Равномерное распределение. Основные виды распределений дискретных случайных величин. Биномиальное распределение и распределение Пуассона. Способы идентификации параметрических законов. Статистические оценки числовых характеристик.

### **3. "Анализ выборочной совокупности. Первичная обработка данных. "**

Вариационные ряды и их графическое представление. Эмпирическая функция распределения. Выборочные числовые характеристики и их теоретические аналоги. Числовые расчеты на основе встроенных функций и с помощью Пакета анализа в *MS Excel*

### **4. "Статистические оценки числовых характеристик. Статистические гипотезы и критерии. "**

Точечные и интервальные оценки. Свойства точечных оценок (состоятельность, эффективность, несмещенность). Интервальные оценки числовых. Доверительная вероятность. Доверительный интервал. Виды статистических гипотез: основная (нулевая) и альтернативная (конкурирующая), простая и сложная, параметрическая и непараметрическая. Проверка статистических гипотез. Статистический критерий. Уровень значимости. Критическая область.

### **5. "Основные понятия корреляционно – регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов"**

Корреляционные оценки, определение, ранжирование. Однофакторные линейные и нелинейные регрессионные модели. Метод наименьших квадратов (МНК). Система нормальных уравнений для нахождения регрессионных коэффициентов однофакторных регрессионных моделей. Условия Гаусса – Маркова применения МНК.

### **6. "Метод выравнивания. Трендовые модели. Сглаживание временных рядов "**

Подбор эмпирических формул по методу выравнивания. Нахождение регрессионных коэффициентов нелинейных моделей на основе метода выравнивания. Оценка погрешности. Основные методы сглаживания временных рядов: метод экспоненциального сглаживания, метод скользящей средней. Трендовые модели.

### **7. "Прогнозные значения однофакторных функций. Проверка значимости коэффициентов корреляции и регрессии "**

Получение прогнозных значений однофакторных функций. Точечный и интервальный прогноз. Проверка значимости коэффициентов корреляции и регрессии с помощью t-статистики Стьюдента, коэффициента детерминации и регрессионной модели с помощью F-статистики Фишера.

### **8. "Многофакторные регрессионные модели "**

Многофакторная регрессия. Анализ корреляционной матрицы для выявления мультиколлинеарности факторных признаков. Аппроксимация экспериментальных данных

для многофакторных моделей с помощью метода наименьших квадратов (МНК). Нахождение параметров и оптимального числа факторных признаков двухфакторной модели. Корреляционно – регрессионный анализ модели.

#### 9. "Лекция с поставленной системой докладов. "

Возникновение и современные исследования в области анализа данных.

### Темы практических занятий

#### 1. "Первичная обработка экспериментальных данных"

Анализ выборочных данных. Построение вариационных рядов. Определение числовых характеристик. Анализ данных с помощью ППП (систем): *MS Excel, MATLAB, ATCAD, MAIPL, STATISTICA, SPSS, R* и др.

#### 2. "Теоретические основы статистических исследований."

Основные теоретические законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.

#### 3. "Функции плотности и распределения основных законов распределения"

Построение графиков функции плотности и распределения при разных параметрах законов распределения. Использование встроенных функций при расчете в процессоре электронных таблиц *MS Excel*, (в системах символьной математики *MATLAB, ППП STATISTICA* и др.)

#### 4. "Анализ выборочной совокупности. Первичная обработка данных. "

Вариационные ряды и их графическое представление. Эмпирическая функция распределения. Выборочные числовые характеристики и их теоретические аналоги. Числовые расчеты на основе встроенных функций и с помощью Пакета анализа в *MS Excel*

#### 5. "Линейная и нелинейная однофакторная регрессия. Метод наименьших квадратов "

Подбор эмпирических формул по методу наименьших квадратов для линейной и полиномиальной однофакторных моделей. Оценка погрешности. Нахождение корреляционных оценок на основе встроенных функций и с помощью Пакета анализа в *MS Excel*. Основные методы сглаживания временных рядов: метод экспоненциального сглаживания, метод скользящей средней.

#### 6. "Прогнозные значения однофакторных функций. Проверка значимости коэффициентов корреляции и регрессии "

Получение прогнозных значений однофакторных функций. Точечный и интервальный прогноз. Проверка значимости коэффициентов корреляции и регрессии с помощью t-статистики Стьюдента, коэффициента детерминации и регрессионной модели с помощью F-статистики Фишера.

#### 7. "Двухфакторные регрессионные модели"

Нахождение параметров и оптимального числа факторных признаков двухфакторной модели. Корреляционно – регрессионный анализ модели.

#### 8. "Многофакторные регрессионные модели"

Нахождение параметров и оптимального числа факторных признаков многофакторной модели на основе встроенных функций и с помощью Пакета анализа в *MS Excel*

#### 9. Итоговое тестирование.

## Образцы средств для проведения текущего контроля

### Пример задания практической работы

«Построение моделей стохастических систем с заданным законом распределения». Выполнить графическую визуализацию ряда нормально распределенных случайных чисел (другой закон распределения) с использованием высокоуровневых файл - функций с разными параметрами распределения. Вычислить выборочные числовые характеристики. Проанализировать способы идентификации законов распределения.

### Доклады (сообщения)

#### Тематика докладов

1. Программное обеспечение имитационного подхода к изучению определенного класса объектов. Специализированные языки программирования.
2. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО, параметры системы. Реализация задач теории массового обслуживания с использованием систем имитационного моделирования (СИМ).
3. Построение моделей стохастических систем с заданным законом распределения на основе статистических данных организации (сайта). Оценка параметров распределений случайной величины. Проведение вычислительного эксперимента с использованием файл - функций.
4. 6. Вычислительный эксперимент с использованием генератора случайных чисел, подчиняющихся заданным вероятностным законам распределения. Численная проверка соответствия выборочных данных теоретическому распределению с использованием методов статистической обработки данных и способов визуализации.
5. Статистические методы обработки результатов исследования: описание данных; оценивание характеристик, параметров и зависимостей; проверка статистических гипотез.
6. Исследование стохастических однофакторных систем в условиях компьютерного эксперимента. Получение и интерпретация регрессионных, корреляционных и прогнозных оценок выборочных данных пассивного и активного эксперимента.
7. Аппроксимация стохастических многофакторных систем в условиях компьютерного эксперимента. Оценка коэффициентов аппроксимирующего полинома методом МНК в условиях пассивного и активного эксперимента. Статистическая оценка значимости регрессионных моделей, коэффициентов регрессии и корреляции.
8. Определение оптимальных параметров изучаемой системы или оптимальных условий протекания процесса. Исследование задач поиска оптимального результата итерационными (численными) методами.
9. Прогнозирование-планирование. Основные понятия: объект, аппарат прогнозирования, прогностика, прогноз, виды прогноза, виды прогнозирования, прогнозные и диагностические модели, динамический ряд, виды планирования.
10. Математические методы параметрического прогнозирования. Методы прогнозной экстраполяции. Виды верификации прогноза. Спектральный, факторный анализ.
11. Методы теории планирования экспериментов. Статистический корреляционный метод. Метод переводных коэффициентов. Математическая статистика. Метод условных вероятностей и др.
12. Регрессионное и факторное планирование экспериментов.
13. Проектирование обстановок испытаний. Комплексование проверок функций сложных товаров. Искусственный технический объект-имитатор. Реальная оптимальная номенклатура имитаторов

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	4 семестр	
	Компьютерная обработка данных	
1	Теоретические основы статистических исследований. Основные законы распределения случайных величин и применение их в статистике.	Работа с учебной литературой, знакомство с содержанием электронных источников, самостоятельное изучение заданного материала. Выполнение заданий, подготовка к выполнению тестовых и контрольных работ
2	Статистические оценки числовых характеристик. Статистические гипотезы и критерии.	Работа с учебной литературой, знакомство с содержанием электронных источников, самостоятельное изучение заданного материала. Выполнение заданий, подготовка к выполнению тестовых и контрольных работ
3	Основные понятия корреляционно – регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов	Работа с учебной литературой, знакомство с содержанием электронных источников, самостоятельное изучение заданного материала. Выполнение заданий, подготовка к выполнению тестовых и контрольных работ
4	Промежуточная аттестация	Подготовка к промежуточной аттестации (зачету)

Порядок выполнения каждого вида самостоятельной работы:

1. Изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. При прочтении основной и дополнительной литературы рекомендуется провести анализ содержания лекционного материала, обратить внимание на интернет-ресурсы, привести примеры использования алгоритмов при решении прикладных задач.
2. Изучение лекционного материала по теме. Разбор практических примеров, продемонстрированных на лекциях и решенных на практических занятиях.
3. При подготовке к практическим занятиям необходимо провести анализ содержания лекционного материала, рассмотреть примеры в источниках при решении прикладных задач, соблюдать логику и последовательность выполнения задания.
4. При подготовке к тестовому заданию повторить темы лекционных материалов, рассмотреть примеры основных типов практических заданий.
5. При подготовке к промежуточной аттестации (зачету) рекомендуется прочтение основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов по дисциплине, самостоятельный поиск источников по теме, анализ содержания лекционного материала, повторение тем и просмотр заданий в рамках практических занятий.

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Форма проведения промежуточной аттестации (зачета) по дисциплине – тестирование и собеседование обучающегося с преподавателем по списку просмотренных им за семестр

Аргументированный ответ на вопросы преподавателя по одной теме – максимум 10 баллов. Максимальное количество тем, обсуждаемых в ходе собеседования – 6.

Обучающиеся, совокупно набравшие по итогам работы в семестре и в ходе итогового тестирования и собеседования 61 балл и более, получают зачет по дисциплине.

Обучающиеся, по итогам текущего контроля успеваемости в семестре набравшие 61 балл и более, получают зачет автоматом без прохождения итогового тестирования и собеседования.

Пример задания для зачета

1. Статистическая оценка значимости коэффициентов корреляции.
2. Статистическая оценка значимости регрессионных моделей

Пример тестового задания

1. Этапы статистического исследования
2. Точечной оценкой дисперсии генеральной совокупности по выборочным данным является
  - 1) среднее выборочное
  - 2) выборочная дисперсия
  - 3) среднеквадратическое отклонение
  - 4) коэффициент вариации
3. Корреляционный анализ

Вопросы к зачету по дисциплине КОЭД

1. Понятие эксперимента. Активный и пассивный эксперимент.

2. Этапы статистического исследования.
3. Виды и классы статистических данных.
4. Соотношения между переменными (показателями).
5. Типы зависимостей между переменными.
6. Типы статистических моделей.
7. Подготовка статистических данных и использование их в модели.
8. Способы отбора статистического материала.
9. Выборочный метод (генеральная и выборочная совокупность, объем выборки, ошибка выборки).
10. Первичная обработка данных. Вариационные ряды и их графическое представление.
11. Эмпирическая функция распределения.
12. Выборочные числовые характеристики и их теоретические аналоги.
13. Статистические оценки числовых характеристик. Точечные и интервальные оценки. Свойства точечных оценок (состоятельность, эффективность, несмещенность).
14. Интервальные оценки числовых. Доверительная вероятность. Доверительный интервал.
15. Характеристики «центра» и разброса распределений.
16. Основные виды распределений непрерывных случайных величин. Нормальное распределение. Распределение хи-квадрат. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера.
17. Семейства экспоненциальных и гамма-распределений. Равномерное распределение.
18. Основные виды распределений дискретных случайных величин. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.
19. Проверка статистических гипотез. Виды статистических гипотез: основная (нулевая) и альтернативная (конкурирующая), простая и сложная, параметрическая и непараметрическая.
20. Статистический критерий. Уровень значимости. Критическая область.
21. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения. Критерий согласия Пирсона (критерий хи-квадрат).
22. Основные понятия регрессионного и корреляционного анализа.
23. Корреляционные оценки, определение, ранжирование. Проверка значимости коэффициентов корреляции, регрессии, детерминации и регрессионной модели.
24. Однофакторные линейные и нелинейные регрессионные модели.
25. Метод наименьших квадратов (МНК) для нахождения регрессионных коэффициентов однофакторных регрессионных моделей. Условия Гаусса – Маркова применения МНК.
26. Линейная однофакторная регрессия. Метод наименьших квадратов. Система нормальных уравнений для нахождения параметров линейной модели.
27. Нелинейная однофакторная регрессия. Метод наименьших квадратов. Применение метода при выборе полиномиального уравнения регрессии. Метод выравнивания (линеаризации) нелинейных моделей.
28. Понятие временных рядов (рядов динамики). Виды трендовых моделей. Учет специфических факторов. Сглаживание временных рядов. Метод скользящей средней. Экспоненциальное сглаживание.
29. Прогнозирование на основе трендовых моделей. Точечный и интервальный прогноз.
30. Многофакторные (множественные) регрессионные модели. Основные типы моделей.
31. Многофакторная регрессия. Анализ корреляционной матрицы для выявления мультиколлинеарности факторных признаков.



32. Многофакторные (множественные) регрессионные модели. Нахождение коэффициентов двухфакторной регрессионной модели с помощью метода наименьших квадратов.

**6.2 Критерии оценивания компетенция:**

Таблица 4

**Карта критериев оценивания компетенций**

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	- способен проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований (ПК-1)	ПК-1 Проводит экспериментальное исследование с использованием математических моделей ОПК-1.2 Определяет виды математических моделей для задач прогнозирования и классификации данных	Понятийно-терминологический аппарат, аналитический обзор источников, практические задания, тестовое задание, вопросы к аттестации	Знает: имеет четкое представление о методах и алгоритмах решения математических задач имитационного моделирования. Умеет: использовать основные понятия и методы имитационного моделирования, самостоятельно разрабатывать и реализовывать численные методы; практически решать достаточно сложные в вычислительном отношении задачи, требующие численной реализации на ЭВМ
		ПК-1 Проводит подбор параметров математических моделей на основе аналитической и экспериментальной работы	Понятийно-терминологический аппарат, аналитический обзор источников, практические задания, тестовое задание, вопросы к аттестации	Знает: основные методы имитационного моделирования; имеет четкое представление о способах реализации математических моделей, основанных на численных методах. Умеет: применять основные компоненты современных информационных технологий для реализации математических моделей, основанных на методах имитационного моделирования.

		ПК – 1 Выполняет компьютерный эксперимент на основе анализа статистических данных, в том числе биологических	Понятийно-терминологический аппарат, аналитический обзор источников, практические задания, тестовое задание, вопросы к аттестации	Знает: основные методы имитационного моделирования; имеет четкое представление о способах реализации математических моделей, основанных на численных методах. Умеет: применять основные компоненты современных информационных технологий для реализации математических моделей, основанных на методах имитационного моделирования.
--	--	---	---	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Ледащева, Т. Н. Компьютерная обработка статистических данных: учебное пособие / Т. Н. Ледащева, В. И. Чемоданова, Л. В. Брагина. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2017. — 88 с. — ISBN 978-5-209-07999-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91099.html> (дата обращения: 20.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 7.2 Дополнительная литература:

1. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 216 с. — ISBN 978-5-7410-1282-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61387.html> (дата обращения: 20.05.2020).
2. Козлов, А. Ю. Статистический анализ данных в MS Excel: учебное пособие / А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян: учебное пособие/ А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/558444>. - ISBN 9785160045795: Б.ц. (Доступ от 20.05.2020).

### 7.3 Интернет-ресурсы:

1. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно-библиотечная система IPR BOOKS
2. <http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система издательства «Инфра».
3. eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва) <http://elibrary.ru>

### 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ProQuest Dissertations & Theses Global / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека России». URL: <https://search.proquest.com/index>
2. Национальная электронная библиотека. URL: <https://rusneb.ru/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

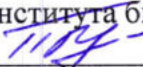
- ✓ Для проведения лекционных занятий используется техническое оборудование (проектор, микрофон, камера).
  - ✓ При выполнении лабораторных работ, ведении лекций в качестве информационных технологий используется программное обеспечение из пакета MicrosoftOffice и MicrosoftVisualStudio.
  - ✓ Доступ к компьютерным системам осуществляется на основе договоров ТюмГУ с создателями через компьютерную сеть университета (ЭБД, ЭБС, ЭБ), либо через виртуальные читальные залы университета, в частности, читальный зал для преподавателей и аспирантов ИБЦ (ЭБД РГБ).
  - ✓ Образовательные и научные он-лайн ресурсы (eLibrary, ЭБС IPRbooks, Znanium, VOOK.ru, Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки и др.).
  - ✓ Образовательная платформа для размещения заданий, оценивания достижений Moodle;
  - ✓ Платформа для электронного обучения Microsoft Teams;
  - ✓ Доступ к информационной образовательной среде осуществляется через локальную сеть ТюмГУ;
  - ✓ При выполнении практических заданий используется базовое программное обеспечение разработчика (системы программирования VisualStudio) и доступом в сеть Интернет,
- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**
    - платформа для электронного обучения Microsoft Teams
  - **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**
    - платформа для электронного обучения Microsoft Teams

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимы:

- для проведения лекционных занятий учебная аудитория, оснащённая мультимедийным оборудованием;
- для проведения лабораторных работ классы персональных компьютеров (1 студент на компьютер) с установленными программными продуктами - системы программирования VisualStudio;
- для проведения самостоятельной работы студентов – аудитории, оснащенные компьютерами с выходом в интернет.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
  
О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Салтанова Т.В. Математический анализ. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная: Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] / / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:

### 1. Пояснительная записка

Освоив дисциплину «Математический анализ» студент может представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний; понимать сущность и значение дисциплины "математический анализ" владеть основными методами, решения задач математического анализа. Знания разделов данной дисциплины понадобятся при освоении курсов «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика».

**1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы (выбирается в соответствии с действующим стандартом)**

Данная дисциплина входит в блок Б1.О Дисциплины (модули), Обязательная часть. Для изучения дисциплины обучающийся должен в полном объёме освоить курс школьной математики.

**1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)**

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем . Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1 заполняется в соответствии с учебным планом ОП (при этом количество столбцов «Часов в семестре» равно количеству семестров, в которых ведется дисциплина (модуль)).

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		2
<b>Общий объем зач. ед. час.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>144</b>	<b>144</b>
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		экзамен

## 3. Система оценивания

**3.1.** При работе в семестре студенты набирают баллы 0-100 за выполнение контрольных и самостоятельных работ. Если студент не набрал 61 балл, то студент приходит на экзамен, где он может улучшить свой результат. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий. Если в студент набрал

61 – 75 баллов оценка «удовлетворительно»,

76 – 90 баллов «хорошо»,

91 – 100 баллов «отлично».

Если нужное количество баллов набрано в семестре, то экзамен выставляется по итогам работы в семестре.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по	

					<b>подгруппа м</b>	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Числовые последовательности	2	2	0	0	0
2.	Числовые последовательности	2	0	2	0	0
3.	Функция	2	2	0	0	0
4.	Функция	2	0	2	0	0
5.	Предел функции	2	2	0	0	0
6.	Предел функции	2	0	2	0	0
7.	Производная функции	2	2	0	0	0
8.	Производная функции	3	0	2	0	0
9.	Основные теоремы дифференциального исчисления	2	2	0	0	0
10	Производная функции	2	0	2	0	0
11	Правило Лопиталя. Формула Тейлора	2	2	0	0	0
12	Контрольная работа по теме "Производная функции"	2	0	2	0	0
13	Исследование и построение графиков функций	2	2	0	0	0
14	Исследование и построение графиков функций	3	0	2	0	0
15	Первообразная и неопределённый интеграл	2	2	0	0	0
16	Интегрирование функций	3	0	2	0	0
17	Основные методы интегрирования	2	2	0	0	0
18	Интегрирование функций	3	0	2	0	0
19	Интегрирование рациональных и тригонометрических	2	2	0	0	0



	функций					
20	Интегрирование функций	3	0	2	0	0
21	Определённый интеграл	2	2	0	0	0
22	Контрольная работа по теме "Интегрирование функций"	2	0	2	0	0
23	Несобственные интегралы	2	2	0	0	0
24	Определённый интеграл	2	0	2	0	0
25	Функции нескольких переменных	2	2	0	0	0
26	Контрольная работа по теме "Определённый интеграл"	2	0	2	0	0
27	Предел функции нескольких переменных	2	2	0	0	0
28	Предел функции нескольких переменных	3	0	2	0	0
29	Производная и дифференциал функции нескольких переменных	3	2	0	0	0
30	Частные производные	3	0	2	0	0
31	Локальный экстремум функции нескольких переменных	2	2	0	0	0
32	Локальный экстремум функции нескольких переменных	4	0	2	0	0
33	Условный экстремум функции нескольких переменных	2	2	0	0	0
34	Итоговая контрольная работа	0	0	2	0	2
35	Консультация по дисциплине	0	0	0	0	0
	Промежуточная аттестация 1	0	0	0	0	0
	Итого	76	34	34	0	0

*Виды занятий, а также количество часов в столбцах 3-7 указывается с учетом учебного плана образовательной программы.*

#### **4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам**

##### **1. "Числовые последовательности"**

Числовые последовательности, возрастающие, убывающие, невозрастающие, неубывающие числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Теоремы о пределах числовой последовательности. Число  $e$ .

2. **"Практическое занятие 1"**

Вычисление пределов числовых последовательностей

3. **"Функция"**

Определение функции. Графики основных элементарных функций.

4. **"Функция"**

Функция. Графики основных элементарных функций. Построение графиков элементарных функций.

5. **"Предел функции"**

Два определения предела функции. Правила вычисления предела функции. Раскрытие неопределённостей.

6. **"Предел функции"**

Вычисление пределов функции.

7. **"Производная функции"**

Определение производной функции. Таблица производных. Правила вычисления производных.

8. **"Производная функции"**

Вычисление производных функции.

9. **"Основные теоремы дифференциального исчисления"**

Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.

10. **"Производная функции"**

Вычисление производных сложных функций.

11. **"Правило Лопиталья. Формула Тейлора "**

Теоремы Лопиталья. Теорема Тейлора. Формула Маклорена. Разложение основных элементарных функций по формуле Маклорена.

12. **"Контрольная работа по теме "Производная функции""**

13. **"Исследование и построение графиков функций "**

Необходимое и достаточное условия экстремума. Необходимое и достаточное условия для критических точек. Асимптоты графика функции. Схема исследования графика функции.

14. **"Исследование и построение графиков функций "**

Исследование и построение графиков функций

15. **" Первообразная и неопределённый интеграл "**

Определение первообразной и неопределённого интеграла. Основные теоремы интегрального исчисления. Таблица интегралов основных элементарных функций.

16. **"Интегрирование функций"**

Непосредственное интегрирование

17. **"Основные методы интегрирования"**

Непосредственное интегрирование. Замена переменной, подведение под знак дифференциала. Метод интегрирования по частям.

18. **"Интегрирование функций"**

Подведение под знак дифференциала, замена переменной, интегрирование по частям.

19. **"Интегрирование рациональных и тригонометрических функций"**

Теорема о разложении рациональных функций на элементарные дроби. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование тригонометрических функций.

20. **"Интегрирование функций"**

Интегрирование рациональных и тригонометрических функций

21. **"Определённый интеграл"**

Формула Ньютона – Лейбница. Основные методы интегрирования. Геометрические приложения определённого интеграла.

22. **"Контрольная работа по теме "Интегрирование функций""**

23. **"Несобственные интегралы"**

Определение несобственного интеграла. Сходимость несобственных интегралов. Правила вычисления.

24. **"Определённый интеграл"**

Формула Ньютона-Лейбница. Геометрические приложения определённого интеграла.

25. **"Функции нескольких переменных"**

Определение функции нескольких переменных.

26. **"Контрольная работа по теме "Определённый интеграл""**

27. **"Предел функции нескольких переменных"**

28. **"Предел функции нескольких переменных"**

Предел функции нескольких переменных

29. **"Производная и дифференциал функции нескольких переменных"**

Частные производных. Дифференциал функции нескольких переменных.

30. **"Частные производные"**

Вычисление частных производных

31. **"Локальный экстремум функции нескольких переменных"**

Критерий Сильвестра для нахождения экстремума функции нескольких переменных.

32. **"Локальный экстремум функции нескольких переменных"**

Решение задач по теме "Локальный экстремум функции нескольких переменных"

33. **"Условный экстремум функции нескольких переменных"**

Условный экстремум функции нескольких переменных. Функция Лагранжа.

34. **"Итоговая контрольная работа "**

Контрольная работа включает в себя темы "Предел функции", "Дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной", "Дифференциальное исчисление функции многих переменных".

35. **"Консультация по дисциплине"**

36. **"Промежуточная аттестация 1" Экзамен**

37.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
	2 семестр	
	Математический анализ	
1	Числовые последовательности	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Практическое занятие 1	Проработка лекций
3	Функция	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Функции	Проработка лекций
5	Предел функции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Предел функции	Проработка лекций
7	Производная функции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Производная функции	Проработка лекций
9	Основные теоремы дифференциального исчисления	Чтение обязательной и дополнительной литературы

10	Производная функции	Проработка лекций
11	Правило Лопиталя. Формула Тейлора	Чтение обязательной и дополнительной литературы
12	Контрольная работа по теме "Производная функции"	Проработка лекций
13	Исследование и построение графиков функций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
14	Исследование и построение графиков функций	Проработка лекций
15	Первообразная и неопределённый интеграл	Чтение обязательной и дополнительной литературы
16	Интегрирование функций	Проработка лекций
17	Основные методы интегрирования	Чтение обязательной и дополнительной литературы
18	Интегрирование функций	Проработка лекций
19	Интегрирование рациональных и тригонометрических функций	Чтение обязательной и дополнительной литературы
20	Интегрирование функций	Проработка лекций
21	Определённый интеграл	Чтение обязательной и дополнительной литературы
22	Контрольная работа по теме "Интегрирование функций"	Проработка лекций
23	Несобственные интегралы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
24	Определённый интеграл	Проработка лекций
25	Функции нескольких переменных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
26	Контрольная работа по теме "Определённый интеграл"	Проработка лекций
27	Предел функции нескольких переменных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
28	Предел функции нескольких переменных	Проработка лекций
29	Производная и дифференциал функции нескольких переменных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
30	Частные производные	Проработка лекций
31	Локальный экстремум функции нескольких переменных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
32	Локальный экстремум функции нескольких переменных	Проработка лекций
33	Условный экстремум функции нескольких переменных	Чтение обязательной и дополнительной литературы
34	Итоговая контрольная работа	Проработка лекций
35	Консультация по дисциплине	Самостоятельное изучение заданного материала
36	Промежуточная аттестация 1	Самостоятельное изучение заданного материала

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

## 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Вопросы к экзамену:

1. Числовые последовательности.
2. Сходящиеся последовательности.
3. Свойства сходящихся последовательностей.
4. Понятие функции. Способы задания функции. Сложная функция, обратная функция.

График функции.

5. Предел функции; ограниченность функции, имеющей предел, связь с бесконечно малыми.

Единственность предела. Формулировка критерия Коши существования предела функции.

6. Предел суммы, разности, произведения и частного.
7. Предел сложной функции, предел обратной функции.
8. Непрерывные функции. Локальные свойства непрерывных функций.
9. Непрерывность элементарных функций. Замечательные пределы.
10. Эквивалентные, их свойства, таблица эквивалентных. Примеры.
11. Дифференцируемость функции одной переменной, связь с непрерывностью и производной.

Дифференциал.

12. Правила дифференцирования, производная сложной функции, обратной функции, функции, заданной параметрически.

13. Таблица производных простейших элементарных функций.

14. Геометрический смысл производной, касательная к графику функции.

15. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.

16. Признак экстремума функции, признаки возрастания, убывания функции. Примеры.

17. Старшие производные. Признак выпуклости функции. Точки перегиба.

18. Асимптоты к графику функции (вертикальные, горизонтальные, наклонные). Построение графика функции.

19. Правило Лопиталья

20. Первообразная функции. Неопределенный интеграл.

21. Таблица первообразных элементарных функций.

22. Свойства первообразных. Формула интегрирования по частям. Примеры.

23. Интеграл Римана. Необходимое условие интегрируемости. Верхние и нижние суммы

Дарбу и их свойства.

24. Критерий Дарбу интегрируемости функции по Риману. Классы интегрируемых функций.

25. Интегралы с переменным пределом интегрирования, формула Ньютона-Лейбница.

26. Замена переменного в интеграле Римана и интегрирование по частям.

27. Геометрические приложения интеграла Римана.

28. Предел и непрерывность функций многих переменных и их свойства. Функции, непрерывные на множестве, и их свойства.

29. Дифференцируемость функции в точке, дифференциал. Частные производные.

Достаточное условие дифференцируемости функции в точке.

30. Дифференцирование сложной функции. Свойства дифференциала. Производная по направлению, градиент. Геометрический смысл дифференциала.

31. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.

Дифференциалы высших порядков.

32. Экстремумы функций многих переменных, необходимое условие локального экстремума.

**Контрольная работа по теме "Производная функции":**

Вычислить производную:

$$1 \quad y = \operatorname{tg} \left( 2 \arccos \sqrt{1 - 2x^2} \right)$$

$$2 \quad y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1+x}}$$

$$3 \quad y = x - \ln(2 + e^x + 2\sqrt{e^{2x} + e^x + 1})$$

$$4 \quad y = \sqrt{x}\ln(\sqrt{x} + \sqrt{x+a}) - \sqrt{x+a}$$

$$5 \quad y = \sin\sqrt{3} + \frac{1}{3} \frac{\cos^2 3x}{\sin 6x}$$

$$6 \quad y = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{ctg} x}{\sqrt{2}}$$

7. Вычислить приближённо с помощью дифференциала

$$y = \sqrt[3]{x^3 + 7x}, \quad x = 1,012$$

### Контрольная работа по теме "Интегрирование функций"

Вычислить интегралы:

1.  $\int \frac{1+\ln x}{x} dx.$
2.  $\int (4 - 3x)e^{-3x} dx.$
3.  $\int \frac{x^3+1}{x^2-x} dx$
4.  $\int \frac{x^3+6x^2+13x+9}{(x+1)(x+2)^3} dx$
5.  $\int \frac{dx}{\sin^2 x(1-\cos x)} dx.$
6.  $\int \frac{dx}{\sin^2 x(1-\cos x)}.$

### Контрольная работа по теме "Определённый интеграл"

1. Вычислить определённый интеграл:

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{2\operatorname{arctg} 2} \frac{dx}{\sin^2 x(1-\cos x)}$$

2. Вычислить определённый интеграл:

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} 2^8 \sin^8 x dx$$

3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной графиками функций:

$$y = \frac{1}{x\sqrt{1+\ln x}}, y = 0, x = 1, x = e^3$$

4. Вычислить длину дуги кривой

$$y = \sqrt{1-x^2} + \arcsin x, 0 \leq x \leq \frac{7}{9}$$

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (из паспорта компетенций) <i>при наличии</i>	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	-способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей) – ОПК-2.	Знает: основные понятия из разделов курса, определения и формулировки теорем. Умеет: применять формулы и теоретические понятия при решении задач, доказывать теоремы, решать типовые задачи, анализировать результаты решённых задач.	Контрольные и самостоятельные работы	Выполнение не менее 61% от каждой работы в семестре.

При работе в семестре студенты набирают баллы. Если количество баллов, набранных студентом недостаточно для получения им желаемой оценки, то студент приходит на экзамен, где он может улучшить свой результат. Студенту выдается билет, который состоит из теоретического вопроса и практических заданий.

Каждый семестровый курс предлагается оценивать по шкале в 100 баллов. Для экзамена предлагается следующая шкала:

«отлично» 91-100 баллов;

«хорошо» 76-90 баллов;

«удовлетворительно» 61-75 баллов;

«неудовлетворительно» менее 61 балла.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

При формировании перечня основной и дополнительной литературы используются информационные ресурсы Библиотечно-музейного комплекса ТюмГУ, размещенные на сайте БМК в разделе «Электронные ресурсы».

### 1.1 Основная литература:

1. Шипачев, В. С. Математический анализ. Теория и практика : учеб. пособие / В.С. Шипачев. — 3-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 351 с. — (Высшее образование). — [www.dx.doi.org/10.12737/5267](http://www.dx.doi.org/10.12737/5267). - ISBN 978-5-16-010073-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989800> (дата обращения: 14.12.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 1.1.1 Дополнительная литература: (до 10 источников)

1. Тер-Крикоров, А. М. Курс математического анализа : учебное пособие / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин, 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 669 с. ISBN 5-9221-0008-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544563> (дата обращения: 25.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Жукова, Г. С. Математический анализ. Том 1 : учебник / Г. С. Жукова, М. Ф. Рушайло ; под ред. Г. С. Жуковой. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 388 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015966-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072169> (дата обращения: 25.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Жукова, Г. С. Математический анализ в примерах и задачах. Ч. 2 : учебное пособие / Г. С. Жукова, М. Ф. Рушайло. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 544 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015965-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072162> (дата обращения: 25.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 1.2 Интернет-ресурсы: (при необходимости)

1. [www.exponent.ru](http://www.exponent.ru)

## 7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: lbz.ru

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

- Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:
- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams

**Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

(указывается в соответствии с ФГОС ВО)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием;

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

(указывается в соответствии с ФГОС ВО)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий



**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):**

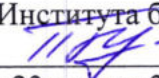
**Лицензионное ПО:** MS Office Power Point 2010, MS Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

*(указывается в соответствии с ФГОС ВО)*

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий;

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАКРОМОЛЕКУЛ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биотехнология и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биотехнология  
форма обучения очная

Трофимов О.В. Методы исследования биологических макромолекул. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Методы исследования биологических макромолекул [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

## 1. Пояснительная записка

Целью дисциплины «Методы исследования биологических макромолекул» является приобретение практических навыков в области экспериментальной молекулярной биологии и генетической инженерии. В задачи курса входит приобретение навыков молекулярного клонирования ДНК, в частности, культивирования клеток прокариот, их генетической трансформации, освоение методик выделения и очистки нуклеиновых кислот, полимеразной цепной реакции, гидролиза ДНК эндонуклеазами рестрикции, проведения электрофореза нуклеиновых кислот и белков в агарозном и полиакриламидном гелях; обучение основам анализа электрофореграмм.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули), Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Биохимия»; «Генетическая инженерия»; «Молекулярная биология и молекулярная генетика», «Геномика и протеомика», «Генетика», «Белковая и клеточная инженерия». Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по химии, физике, общей и молекулярной генетике, биохимии и молекулярной биологии.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Код и наименование части компетенции (при наличии паспорта компетенций)	Компонент (знаниевый/функциональный)
Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	ОПК-3	Знает основы молекулярной биологии и генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
		Умеет применять на практике знания основ молекулярной биологии и генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул
Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и	ОПК-4	Знает основные принципы применения современных методов генетической инженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта исследования биологических макромолекул
		Умеет применять современные методы генетической инженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость

методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4)		исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования биологических макромолекул
---	--	--

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			9
Общий объем	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		66	66
Лекции		0	0
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		66	66
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>		78	78
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

## 3. Система оценивания

**3.1.** Оценивание достижений обучающихся в течение семестра осуществляется на основе рейтинговой системы. Максимально возможное количество баллов в семестре на одного студента: 100 баллов. Баллы начисляются за следующие активности:

1) работа на лабораторном занятии – 0-12,5 баллов.

Для получения зачета по дисциплине обучающимся необходимо набрать за семестр не менее 61 балла. Студенты, набравшие по итогам работы в семестре менее 61 балла, сдают зачет по дисциплине в форме устного собеседования.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контакт- ной работы
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Приготовление и стерилизация питательных сред	12	0	0	6	0
2	Трансформация	12	0	0	6	0

	бактерий					
3	Выделение и очистка плазмидной ДНК	12	0	0	6	0
4	Выделение тотальной ДНК из клеток дрозофилы	12	0	0	6	0
5	Выделение тотальной ДНК из крови человека	12	0	0	6	0
6	Электрофорез ДНК в агарозном геле	12	0	0	6	0
7	Полимеразная цепная реакция	12	0	0	6	0
8	Электрофорез ДНК в полиакриламидном геле	12	0	0	6	0
9	Гидролиз плазмидной ДНК эндонуклеазами рестрикции	12	0	0	6	0
10	Очистка фрагмента ДНК посредством электрофореза и элюции из геля	12	0	0	6	0
11	Электрофорез белков в полиакриламидном геле	12	0	0	6	0
12	Зачет	12	0	0	0	2
	Итого (часов)	144	0	0	66	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Приготовление и стерилизация питательных сред

Количественный расчет компонентов питательных сред. Приготовление навесок и растворение. Стерилизация сред автоклавированием. Добавление антибиотика и заливка чашек Петри. Посев микроорганизмов.

##### 2. Трансформация бактерий

Трансформация бактериальной культуры плазмидной ДНК: выращивание культуры *E.coli* в жидкой среде, приготовление компетентных клеток, собственно трансформация, посев и выращивание колоний трансформантов. Приготовление растворов для выделения и очистки плазмидной ДНК на следующем занятии.

##### 3. Выделение и очистка плазмидной ДНК

Анализ результатов трансформации. Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса: выращивание трансформированных клеток, лизис клеток и щелочная денатурация хромосомы, удаление дебриса. Очистка плазмидной ДНК методом кипячения в присутствии ионов магния. Фенольная депротенинизация и спиртовое осаждение плазмидной ДНК.

##### 4. Выделение тотальной ДНК из клеток дрозофилы

Приготовление растворов. Механическое разрушение и лизис клеток. Удаление дебриса. Спиртовое осаждение ДНК. Промывка и растворение осадка.

##### 5. Выделение тотальной ДНК из крови человека

Приготовление растворов. Разрушение и лизис клеток. Удаление дебриса. Спиртовое осаждение ДНК. Промывка и растворение осадка.

## 6. Электрофорез ДНК в агарозном геле

Приготовление растворов. Заливка агарозного геля. Подготовка и нанесение образцов. Проведение электрофореза. Окраска геля. Анализ электрофореграммы и определение концентрации выделенной плазмидной ДНК в препаратах.

## 7. Полимеразная цепная реакция

Количественный расчет компонентов ПЦР. Приготовление реакционной смеси и добавление матрицы (плазмидной ДНК). Выбор оптимального температурного режима реакции и программирование амплификатора. Проведение ПЦР.

## 8. Электрофорез ДНК в полиакриламидном геле

Приготовление растворов. Заливка полиакриламидного геля. Подготовка и нанесение образцов (продуктов ПЦР). Проведение электрофореза. Окраска геля. Анализ электрофореграммы, определение концентрации и длины ДНК-фрагмента (продукта ПЦР).

## 9. Гидролиз плазмидной ДНК эндонуклеазами рестрикции

Выбор эндонуклеаз рестрикции для данной плазмиды. Расщепление плазмидной ДНК с помощью эндонуклеаз рестрикции: количественный расчет компонентов реакционных смесей, приготовление смесей и добавление плазмиды, проведение реакции.

## 10. Очистка фрагмента ДНК посредством электрофореза и элюции из геля

Приготовление растворов. Заливка геля. Подготовка и нанесение образцов (продуктов рестрикции). Проведение электрофореза. Частичная окраска геля. Анализ электрофореграммы и определение концентрации ДНК-фрагмента в препаратах. Элюция фрагмента ДНК из неокрашенной части геля: измельчение геля, обработка фенолом и хлороформом, спиртовое осаждение ДНК.

## 11. Электрофорез белков в полиакриламидном геле

Приготовление растворов. Заливка геля. Подготовка и нанесение образцов (сыворотки крови). Проведение электрофореза. Окраска геля серебром. Анализ электрофореграммы и определение молекулярного веса белковых фракций.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Виды СРС
1	Приготовление и стерилизация питательных сред	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Трансформация бактерий	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Выделение и очистка плазмидной ДНК	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Выделение тотальной ДНК из клеток дрозофилы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Выделение тотальной ДНК из крови человека	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Электрофорез ДНК в агарозном геле	Чтение обязательной и дополнительной литературы

7	Полимеразная цепная реакция	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Электрофорез ДНК в полиакриламидном геле	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Гидролиз плазмидной ДНК эндонуклеазами рестрикции	Чтение обязательной и дополнительной литературы
10	Очистка фрагмента ДНК посредством электрофореза и элюции из геля	Чтение обязательной и дополнительной литературы
11	Электрофорез белков в полиакриламидном геле	Чтение обязательной и дополнительной литературы

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Форма проведения промежуточной аттестации (зачета) по дисциплине – устное собеседование обучающегося с преподавателем по списку нижеприведенных вопросов:

1. Количественный расчет компонентов твердых и жидких питательных сред. Приготовление навесок и растворение.
2. Стерилизация питательных сред автоклавированием. Добавление антибиотика и заливка чашек Петри. Посев микроорганизмов.
3. Выращивание культуры *E. coli* в жидкой среде, приготовление компетентных клеток, измерение оптической плотности культуры.
4. Трансформация бактериальной культуры плазмидной ДНК, посев и выращивание колоний трансформантов.
5. Анализ результатов трансформации, расчет частоты трансформации.
6. Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса. Лизис клеток и щелочная денатурация хромосомы, удаление дебриса.
7. Фенольная депротенинизация и спиртовое осаждение плазмидной ДНК.
8. Приготовление растворов и заливка агарозного геля. Подготовка и нанесение образцов.
9. Проведение электрофореза ДНК в агарозном геле. Окраска геля.
10. Анализ электрофореграммы и определение концентрации плазмидной ДНК в препаратах.
11. Количественный расчет компонентов ПЦР. Приготовление реакционной смеси и добавление матрицы.
12. Выбор оптимального температурного режима реакции и программирование амплификатора.
13. Приготовление растворов и заливка полиакриламидного геля. Подготовка и нанесение образцов.
14. Проведение электрофореза ДНК в полиакриламидном геле. Окраска геля.
15. Анализ электрофореграммы, определение концентрации и длины ДНК-фрагмента.
16. Расщепление плазмидной ДНК с помощью эндонуклеаз рестрикции. Количественный расчет компонентов реакционных смесей, условия реакции.
17. Электрофорез белков в полиакриламидном геле: приготовление растворов и заливка геля. Подготовка и нанесение образцов.
18. Окраска белков в геле серебром. Анализ электрофореграммы и определение молекулярного веса белковых фракций.



## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

## Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований (ОПК-3)	Знает основы молекулярной биологии и генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул. Умеет применять на практике знания основ молекулярной биологии и генетической инженерии, необходимые для проведения экспериментальной работы с клетками, использования физико-химических методов исследования макромолекул.	Защита лабораторной работы, собеседование	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».

2	Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования (ОПК-4)	Знает основные принципы применения современных методов генетической инженерии, определения актуальности целей и задач и практической значимости исследования, проведения анализа результатов и методического опыта исследования биологических макромолекул. Умеет применять современные методы генетической инженерии, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования биологических макромолекул.	Защита лабораторной работы, собеседование	Компетенция сформирована при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев оценивания согласно п.4.29 «Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО ТюмГУ».
---	--	--	---	---

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная литература:

1. Субботина, Т.Н. Молекулярная биология и геновая инженерия [Электронный ресурс]: практикум/ Субботина Т.Н., Николаева П.А., Харсекина А.Е.— Электрон. текстовые данные. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018.— 60 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84253.html>. — ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).
2. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология: учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 14.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**7.2. Дополнительная литература:**

1. Дымшиц, Г.М. Основные начала молекулярной биологии: 25 иллюстрированных лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дымшиц Г.М., Саблина О.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2018.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93471.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения: 14.05.2020).
2. Сазанов, А. А. Генетика: учебное пособие / А. А. Сазанов. - Санкт-Петербург: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. - 264 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/445036> (дата обращения: 14.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

**7.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных PubMed. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

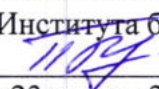
Лицензионное ПО:

пакет программ Microsoft Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

**9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Института биологии  
 О.В. Трофимов  
«23» июня 2021

**МЕТОДЫ ЦИТОГЕНЕТИКИ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)  
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
Направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия  
форма обучения очная

Пак И.В., Шейкина З.В. Методы цитогенетики. Рабочая программа для обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, направленность (профиль): Молекулярная и клеточная биоинженерия, форма обучения очная. Тюмень, 2021.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Методы цитогенетики [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

© Тюменский государственный университет, 2021.

© Пак И.В., Шейкина З.В., 2021.

*Рабочая программа дисциплины (модуля) включает следующие разделы:*

## 1. Пояснительная записка

В настоящее время многие теоретические и практические проблемы современной биологии невозможно решить без использования цитогенетического анализа. Изучение влияния разных факторов среды на кариотип человека, цитогенетический мониторинг, определение устойчивости генофондов природных популяций – лишь небольшой перечень актуальных проблем, который решают с использованием методов цитогенетики.

Целью дисциплины «Методы цитогенетики» является получение базовых знаний о цитогенетике, о научных и прикладных аспектах использовании цитогенетических методов. В рамках этой дисциплины студенты приобретут практические навыки владения основными цитогенетическими методами. В процессе изучения дисциплины специалисты решают следующие задачи: 1) изучить структурно-функциональную организацию хромосом; принципы деления клеток; 2) рассмотреть нормальное и аномальное деление клетки, его особенности и последствия; 3) научиться составлять генетические карты хромосом, определять кариотип; 4) освоить современные методы изучения хромосом, включая FISH-анализ.

Задачи. В процессе изучения дисциплины студенты получают базовые знания о теоретических основах цитогенетики, значительная часть дисциплины отводится на освоение практических методов современной цитогенетики: классическим методам цитогенетики (метафазному методу); методам дифференцированного окрашивания хромосом, FISH-анализу.

### 1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

*Стандарт ФГОС ВО 3++*

Данная дисциплина входит в блок Б1.О: Дисциплины (модули). Обязательная часть. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами специалитета: клеточной биологией, генетикой, эмбриологией, молекулярной биологией и молекулярной генетикой. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по генетике, клеточной биологии, умение к биометрической обработке материала, владение компьютерными статистическими программами. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее изучение следующих дисциплин: клеточной биологии и генетики.

### 1.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: основы цитогенетики: принципы организации и функционирования хромосом, иметь представление о кариотипе, хромосомных нарушениях, основных методах цитогенетики.
- Уметь: работать с современным микроскопическим оборудованием, обладать техникой приготовления препаратов для цитогенетического анализа, анализировать препараты, статистически обрабатывать и обобщать полученную информацию и представлять результаты исследований, владеет основными цитогенетическими методами исследования: классическими (метафазным методом, методами дифференциального окрашивания хромосом, FISH), методами статистической обработки результатов.

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
---	--------------------------------------

-способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.	Знает: методы цитогенетики, их использование в области биоинженерии, правила техники безопасности при проведении работ по цитогенетике. Знает основы экспериментальной работы с хромосомами, методы исследований и анализа хромосомных нарушений, методами обработки результатов.
	Умеет: использовать методы цитогенетики для получения новых знаний, умеет проводить цитогенетический анализ, анализировать полученные результаты и использовать их в профессиональной деятельности, проводить лабораторные исследования по цитогенетике с соблюдением правил техники безопасности. Умеет проводить экспериментальные работы с хромосомами, исследовать живые системы для определения частоты хромосомных нарушений, анализировать полученные результаты.

## 2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		6
Общий объем зач. ед. час	4	4
	144	144
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции	16	16
Практические занятия	0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	52	52
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	Зачет	

## 3. Система оценивания

**3.1.** При реализации данной дисциплины используется балльная шкала оценивания.

Максимальное количество баллов – 100.

Шкала перевода:

-от 0 до 60 баллов – «не зачтено»;

-от 61 до 100 баллов – «зачтено».

При успешном выполнении всех заданий возможно автоматическое получение зачета по сумме набранных баллов.

## 4. Содержание дисциплины

## 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/ практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Предмет и задачи цитогенетики	4	2			
2.	Методы работы с микроскопом. Клеточное деление	6			4	
3.	Деление клетки, основные виды микроскопии	4	2			
4.	Основные принципы цитогенетического анализа	10			6	
5.	Структурная организация хромосом	6	2			
6.	Классические методы цитогенетики. Анафазный метод	10			6	
7.	Кариотип и его особенности	6	2			
8.	Классические методы цитогенетики. Метафазный метод	12			6	
9.	Изменение хромосомного набора	6	2			
10.	Микроядерный тест. Изучение X-полового хроматина человека	12			6	



11.	Эухроматин и гетерохроматин	4	2			
12.	Поведение хромосом в мейозе	12			6	
13.	Функциональные преобразования хромосом (цитологические механизмы репликации и транскрипции)	4	2			
14.	Политенные хромосомы	12			6	
15.	Функциональные преобразования хромосом (цитологические механизмы сегрегации хромосом)	6	2			
16.	FISH – анализ	10			6	
17.	Подведение итогов выполнения лабораторных работ	12			6	
18.	Консультация по дисциплине	2				2
19.	Зачет по дисциплине	6				
20.	Итого	144	16		52	2

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### 1. Предмет и задачи цитогенетики.

Предмет и задачи цитогенетики. Формирование цитогенетики как науки. Создание хромосомной теории наследственности. Роль отечественных ученых в становлении цитогенетики. С.Г. Навагин и его школа.

Цитогенетический анализ. Задачи, возможности. Методы цитогенетического анализа: световая микроскопия, электронная микроскопия, цифрометрия, автордиография, дифференциальное окрашивание, гибридизация *in situ*, иммунохимия, автоматизированный анализ хромосом, использование статистических методов, компьютерный анализ.

Основные направления современной цитогенетики. Направления прикладной цитогенетики. Задачи и возможности цитогенетики в связи с развитием клеточной биологии и биотехнологии и интенсификацией процессов селекции.

##### 2. Методы работы с микроскопом. Клеточное деление.

Лабораторная работа № 1:

1. Ознакомление с различными типами микроскопов и бинокулярных луп для исследования микрообъектов.. Изучение устройства микроскопа и бинокля. Методы работы с микроскопом.

2. Техника безопасности при работе в лаборатории. Изучение правил работы с химическими реактивами.

2. Выполнение работы по теме: митоз и мейоз. Просмотр препаратов. Зарисовка разных стадий митоза и мейоза.

Обсуждение биологического смысла разных видов деления клеток: митоза и мейоза.

3. Ядро и цитоплазма. Просмотр препаратов, определение особенностей ядра.

Подведение итогов лабораторной работы.

### 3. Деление клетки, основные виды микроскопии.

Строение клетки: прокариотической, эукариотической, растительной и животной. Оболочка. Цитоплазма. Органеллы. Ядро, его строение, выполняемые функции. Хромосомы, их типы и строение. Способы классификации хромосом. Цитологическая и генетическая номенклатура.

Клеточный цикл. Деление клетки. Митоз. Митотический индекс и продолжительность клеточного цикла. Регуляция клеточного цикла. Апоптоз. Мейоз, этапы и принципы. Особенности и функции мейоза.

Микроскоп. История создания микроскопа. Разрешающая способность микроскопов. Различные виды микроскопов: оптический, электронный, сканирующий зондовый, рентгеновский, дифференциальный интерференционно-контрастный.

### 4. Основные принципы цитогенетического анализа.

Лабораторная работа № 2.

1. Ознакомление с различными тест-системами для цитогенетического анализа. Особенности сбора исследуемого материала. Выбор тест-системы для дальнейшего опыта, закладка опыта.

2. Изучение способов фиксации материала.

3. Рассмотрение существующих методов окраски цитогенетического материала и приготовления временных или постоянных препаратов.

4. Подведение итогов лабораторной работы.

Лабораторная работа № 3.

1. Цитогенетический анализ меристематической ткани, на примере корешков лука порея. Рутинная окраска препаратов с помощью ацетоорсеина.

2. Приготовление временного давленного препарата

3. Просмотр препаратов и изучение клеточного деления в соматических клетках.

4. Расчет митотической активности в клетках корешка лука. Определение митотического индекса.

5. Подведение итогов лабораторной работы.

6. Оформление и защита лабораторных работ.

### 5. Структурная организация хромосом.

Организация наследственного материала у прокариот и эукариот. Молекулярная организация хромосом. ДНК, РНК, основные и кислые белки. Ионы металлов и их роль в структурно-функциональной организации хромосом. Уникальные и повторяющиеся последовательности. Сателлитная ДНК и ее свойства, локализация в хромосомах, связь с гетерохроматином.

Надмолекулярная организация хромосом. Надмолекулярные компоненты хромосом. Уровни организации хроматина: нуклеосома, нуклеомера, хромомера, хрономера, хроматида и их характеристики.

Организация митотической хромосомы. Электронно-микроскопическое строение, спирализация и укладка хромосомных нитей. Строение теломерных и центромерных районов. Осевые элементы хромосом. Морфология, химическое строение, условия выявления, их роль в организации митотической хромосомы. Модели митотической хромосомы.

Структурно-пространственная организация хромосом. Динамическая полярная модель пространственной организации интерфазного ядра. Закономерности пространственной организации хромосом в клеточном цикле. Механизмы пространственной организации хромосом: связь хромосом с ядерной мембраной, межхромосомные ассоциации. Ядерный матрикс 2-скелетная структура ядра, строение, роль в архитектонике хромосом.

#### 6. Классические методы цитогенетики. Анафазный метод.

Лабораторная работа №4

1. Ознакомление с различными формами патологии митоза.
2. Изучение хромосомных аномалий на стадии анафазы: множественные и одиночные мосты, фрагменты, сложные нарушения. Микроядра.
3. Цитогенетическое исследование хромосомных нарушений в клетках зародышей рыб.
4. G- метод дифференциальной окраски хромосом.
5. Приготовление временного давленого препарата.
6. Обнаружение и определение хромосомных нарушений на стадии анафазы. Подсчет клеток с абберрантными митозами.
7. Перевод временных препаратов в постоянные.
8. Подведение итогов лабораторной работы.
9. Оформление и защита лабораторных работ.

#### 7. Кариотип и его особенности.

Цитологические характеристики кариотипа. Структурно-пространственная организация как одна из характеристик кариотипа. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа.

Методы систематизации хромосом: метод наибольшего подобия, метод морфометрического анализа и его критерии, метод дифференциального окрашивания, метод анализа синаптомальных комплексов, кариограмма, кариотип, идиограмма.

Характеристика и систематизация хромосомного набора человека при дифференциальном окрашивании. Хромосомные нарушения и наследственные патологии.

Эволюция кариотипа. Преобразование кариотипа в филогенезе. Дислокационная гипотеза М.С. Навашина. Численные изменения хромосом, диплоидия, полителия. Изменение количества ДНК. Гетерохроматин и эволюция кариотипа. Преобразование кариотипа в онтогенезе. Эндомитоз, полителия, полиплоидия. Их роль в процессах дифференцировки. Диминуция и элиминация. Проблема цитогенетической нестабильности хромосомного набора в культуре клеток. Генетическое значение смены пloidности. Цитологическая нестабильность как механизм адаптации. Мобильные генетические элементы и вирусы как факторы цитогенетической нестабильности.

Злокачественные и доброкачественные новообразования как следствия хромосомных аббераций.

#### 8. Классические методы цитогенетики. Метафазный метод.

Лабораторная работа № 5.

1. Изучение методики анализа хромосом на стадии метафазы.. С- и G- метод дифференциальной окраски хромосом
2. Ознакомление со структурой, морфологией хромосом. Типы хромосом.
4. Изучение кариотипа. Просмотр готовых препаратов и фотографий метафазных хромосом.
5. Определение типа и группы хромосом. Нахождение пар хромосом.

6. Определение параметрических показателей хромосом.
7. Ознакомление с принципами нумерации бэндов на плечах хромосом.
8. Составление кариограммы
9. Правила записи формулы кариотипа и составления заключения при кариотипировании.
10. Подведение итогов лабораторной работы.

#### Лабораторная № 6.

1. Изучение хромосомных нарушений. Концевые (дефишенсия) и интерстициальные делеции. Тандемная и транспозиционная дупликации. Перицентрические и парацентрические инверсии, Реципрокные и не реципрокные транслокации, Робертсоновские транслокации. Инверсии.

2. Ознакомление с типами заболеваний человека, вызванными хромосомными нарушениями.
3. Работа с карточками. Обнаружение нарушений в кариотипе человека на сконструированных схемах.
4. Составление кариограммы и запись формулы кариотипа.
5. Подведение итогов лабораторной работы.
6. Оформление и защита лабораторных работ

### 9. Изменение хромосомного набора.

Структурные изменения хромосом и их классификация. Возможные механизмы возникновения хромосомных перестроек. Хромосомные и хроматидные aberrации. Анафазный и метафазный анализ хромосомных перестроек. Делеции и дупликации генетического материала, их возникновение и проявление в митозе и мейозе. Инверсии. Генетические и цитологические методы выявления инверсий. Транслокации, возникновение, эволюционное значение. Генетические и цитологические методы выявления транслокаций. Сестринские хроматидные обмены, их происхождение, природа и прикладное значение.

### 10. Микроядерный тест. Изучение X-полового хроматина человека.

#### Лабораторная работа № 7

1. Ознакомление с формами патологий и нарушений, регистрируемых при микроядерном тесте.
2. Постановка опыта. Изучение методики получения материала буккального эпителия.
3. Рутинная окраска ацетоорсеином.
4. Приготовление препаратов.
5. Регистрация и подсчет клеток с микроядрами разного типа..
6. Сравнительный анализ данных.
7. Подведение итогов лабораторной работы.

#### Лабораторная работа № 8

1. Ознакомление с методикой изучения X-полового хроматина в ядрах на примере телец Барра.
2. Рассмотрение случаев обнаружения или отсутствия X-полового хроматина в норме и в условиях патологии.
4. Типы заболеваний, вызванных патологией X-полового хроматина.
5. Просмотр препаратов, полученных при выполнении работы № 7 и обнаружение телец Барра.
6. Подсчет телец Барра в клетках.
7. Перевод временных препаратов в постоянные.
8. Подведение итогов лабораторной работы.
9. Оформление и защита лабораторных работ.

### 11. Эухроматин и гетерохроматин.

Спирализация и деспирализация – основа структурно-функциональных преобразований хромосом. Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности. Конститутивный и факультативный гетерохроматин. Половой хроматин. Эухроматиновые и гетерохроматиновые районы хромосом. Особенности строения, локализации в хромосомах, поведение в клеточном цикле, основные свойства, функции, сравнительные характеристики. Эффект положения.

Дифференциальное окрашивание как метод выявления гетерохроматиновых сегментов. Типы и механизмы дифференциального окрашивания. Линейная функциональная неоднородность метафазной хромосомы.

## 12. Поведение хромосом в мейозе.

Лабораторная работа № 9.

1. Ознакомление с фазами мейоза.
2. Изучение сперматоцитов мыши. Предподготовка и фиксация семенников мыши.
3. Получение клеточной суспензии сперматоцитов мыши из фиксированных семенников.
4. Приготовление препаратов из суспензии сперматоцитов.
6. Окраска препаратов сперматоцитов красителем Гимза.
7. Просмотр и зарисовка мейотических хромосом.
8. Подготовка материала для лабораторной работы № 11. Фиксация костного мозга мыши.
8. Подведение итогов лабораторной работы.
9. Оформление и защита лабораторных работ.

## 13. Функциональные преобразования хромосом (цитологические механизмы репликации и транскрипции).

Цитологические механизмы репликации. Характеристика интерфазы и ее периодов. Синтез ДНК и удвоение хромосом. Полуконсервативный характер репликации ДНК хромосом. Опыты Тейлора. Асинхронный характер репликации хромосом и их районов. Единицы репликации. Представление о репликоне. Регуляция синтеза ДНК. Роль ядерной оболочки в репликации ДНК. Амплификация генов и генетическая природа этого явления. Генетический контроль репликации.

Цитологические механизмы транскрипции. Спирализация и деспирализация хромосомных нитей как основа регуляции их генетической активности. Гигантские хромосомы. Политенные хромосомы. Хромосомы типа «ламповых щеток».

Функционально активные локусы хромосом: междиски, пuffs, кольца Бальбини, петли, ядрышковый организатор. Хромомерная организация хромосом, феномен и генетический смысл ДНК в хромомере. Роль хромосом в процессе дифференцировки. Пуффинг в онтогенезе. Цитологическое картирование генов. Проблема цитологического аналога гена. Гипотеза один диск (хромомер) – один ген.

## 14. Политенные хромосомы.

Лабораторная работа № 10.

1. Ознакомление с видами атипичного деления клеток. Амитоз, эндомиоз, политения, полиполидия.
2. Изучение политенных хромосомы *Drosophila melanogaster*.
3. Работа с личинками *Drosophila melanogaster*. Извлечение слюнных желез под биноклем.
4. Очистка железы от соединительной ткани и жировых отложений.
5. Окраска объекта ацетоорсеином.
6. Приготовление давленных препаратов.

7. Подсчет количества пуфов.
8. Перевод временных препаратов в постоянные.
9. Подведение итогов лабораторной работы.
10. Оформление и защита лабораторных работ.

15. Функциональные преобразования хромосом  
(цитологические механизмы сегрегации хромосом).

Цитологические механизмы сегрегации. Способы сегрегации хромосом при амитозе, митозе, мейозе. Эволюционная концепция хромосом. Цитологические механизмы рекомбинации. Мейоз как механизм рекомбинации. Цитологические основы закономерностей наследования. Стадии мейоза. Кроссинговер, его основы, гипотезы и механизмы. Современные представления о молекулярных механизмах рекомбинации. Неравный кроссинговер и его генетическое значение.

Конъюгация хромосом, механизмы. Синаптонемальный комплекс, ультраструктурные особенности и биохимическая организация, преобразование в мейозе и функции. Соматическая конъюгация, феномен и сравнительная характеристика.

Зиготенная и пахитенная ДНК, гистоны мейоза, их характеристики и функции. Генетический контроль мейоза. Мейотические мутации и их характеристики. Пусковые механизмы мейоза. Цитогенетические механизмы стерильности.

16. FISH – анализ.

Лабораторная работа № 11.

1. Ознакомление с методом флуоресцентной гибридизация *in situ* и основными этапами его проведения.

2. Обсуждение типов исследуемого материала: гистологические срезы, хромосомные препараты, препараты распластанного хроматина.

3. Работа с препаратами костного мозга мыши, полученными при проведении лабораторной работы № 9.

4. Предобработка препаратов РНК-азой.

5. Обработка препаратов пепсином.

6. Постфиксация материала в пара-формальдегиде.

7. Нанесение зонда на препарат.

8. Денатурация ДНК хромосом

9. Гибридизация ДНК и зонда

1. Отмывка препаратов после гибридизации от неспецифически связанных и несвязанных зондов.

2. Окраска препарата.

3. Работа с флуоресцентным микроскопом. Просмотр препаратов.

4. Анализ полученных фотографий. Определение пар хромосом. Кариотипирование с помощью специальных программ

5. Подведение итогов лабораторной работы.

6. Оформление и защита лабораторной работы.

17. Подведение итогов выполнения лабораторных работ.

Подведение итогов выполнения лабораторных работ. Выполнение тестовых заданий для проверки теоретических знаний.

18. Консультация по дисциплине.

19. Зачет по дисциплине.

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Предмет и задачи цитогенетики	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
2.	Методы работы с микроскопом. Клеточное деление	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
3.	Деление клетки, основные виды микроскопии	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
4.	Основные принципы цитогенетического анализа	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
5.	Структурная организация хромосом	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
6.	Классические методы цитогенетики. Анафазный метод	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
7.	Кариотип и его особенности	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
8.	Классические методы цитогенетики. Метафазный метод	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
9.	Изменение хромосомного набора	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
10.	Микроядерный тест. Изучение X-полового хроматина человека	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
11.	Эухроматин и гетерохроматин	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
12.	Поведение хромосом в мейозе	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.

13.	Функциональные преобразования хромосом (цитологические механизмы репликации и транскрипции)	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
14.	Политенные хромосомы	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
15.	Функциональные преобразования хромосом (цитологические механизмы сегрегации хромосом)	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
16.	FISH – анализ	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
17.	Подведение итогов выполнения лабораторных работ	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, теоретическая подготовка к лабораторному занятию.
18.	Консультация по дисциплине	Формулировка неясных вопросов для консультации
19.	Зачет по дисциплине	Знание ответов на контрольные вопросы к зачету

## 6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

### 6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация проводится на основе устного ответа на контрольные вопросы по дисциплине.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Строение клетки: прокариотической, эукариотической.
2. Строение клетки: растительной и животной.
3. Клеточный цикл.
4. История создания микроскопа.
5. Различные виды микроскопов: оптический, электронный,
6. Различные виды микроскопов: сканирующий зондовый, рентгеновский, дифференциальный интерференционно-контрастный.
7. Структура микроскопа.
8. Деление клетки. Митоз
9. Мейоз, этапы и принципы.
10. Апоптоз.
11. Уникальные и повторяющиеся последовательности ДНК в хромосомах.
12. Сателлитная ДНК и ее свойства, локализация в хромосомах
13. Уровни организации хроматина: нуклеосома, неклеомера и их характеристики.
14. Уровни организации хроматина: хромомера, хромонома, хроматида и их характеристики.
15. Строение теломерных и центромерных районов хромосом.
16. Осевые элементы хромосом.
17. Модели митотической хромосомы.
18. Динамическая полярная модель пространственной организации интерфазного ядра.
19. Механизмы пространственной организации хромосом: связь хромосом с ядерной мембраной, межхромосомные ассоциации.



20. Ядерный матрикс 2-скелетная структура ядра, строение, роль в архитектонике хромосом.
21. Ионы металлов и их роль в структурно-функциональной организации хромосом.
22. Цитогенетические механизмы стерильности.
23. Соматическая конъюгация, феномен и сравнительная характеристика.
24. Конъюгация хромосом, механизмы.
25. Кроссинговер, его основы, гипотезы и механизмы.
26. Эволюционная концепция хромосом.
27. Пуффинг в онтогенезе.
28. Цитологическое картирование генов.
29. Проблема цитологического аналога гена.
30. Гипотеза один диск (хромомер) – один ген.
31. Амплификация генов и генетическая природа этого явления.
32. Асинхронный характер репликации хромосом и их районов.
33. Единицы репликации.
34. Представление о репликоне.
35. Линейная функциональная неоднородность метафазной хромосомы.
36. Дифференциальное окрашивание как метод выявления гетерохроматиновых сегментов.
37. Эухроматиновые и гетерохроматиновые районы хромосом.
38. Возможные механизмы возникновения хромосомных перестроек.
39. Хромосомные и хроматидные абберрации.
40. Анафазный анализ хромосомных перестроек.
41. Метафазный анализ хромосомных перестроек.
42. Генетические и цитологические методы выявления транслокаций.
43. Генетические и цитологические методы выявления инверсий.
44. Сестринские хроматидные обмены, их происхождение, природа и прикладное значение.
45. Делеции и дубликации генетического материала.
46. Структурно-пространственная организация как одна из характеристик кариотипа.
47. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа.
48. Кариограмма.
49. Метод анализа синаптонемальных комплексов.
50. Характеристика и систематизация хромосомного набора человека.
51. Дислокационная гипотеза М.С. Навашина.
52. Гетерохроматин и эволюция кариотипа
53. Эндомитоз, политения, полиплоидия.
54. Диминуция и элиминация.
55. Цитологическая нестабильность как механизм адаптации.
56. Мобильные генетические элементы и вирусы как факторы цитогенетической нестабильности.
57. Злокачественные и доброкачественные новообразования как следствия хромосомных аббераций.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

### Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	-способен проводить экспериментальную	Знает: методы цитогенетики, их использование в	Выполнение и защита лабораторных	Зачтено (от 61 до 100 баллов): Знает: современные методы цитогенетики, современные

	<p>работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований – ОПК-3.</p>	<p>области биоинженерии, правила техники безопасности при проведении работ по цитогенетике, основы экспериментальной работы с хромосомами, методы исследований и анализа хромосомных нарушений, методами обработки результатов.</p> <p>Умеет: использовать методы цитогенетики для получения новых знаний, умеет проводить цитогенетический анализ, анализировать полученные результаты и использовать их в профессиональной деятельности, проводить лабораторные исследования по цитогенетике с соблюдением правил техники безопасности, проводить экспериментальные работы с хромосомами, исследовать живые системы для определения частоты хромосомных нарушений, анализировать полученные результаты.</p>	<p>работ, итоговый тест.</p>	<p>компьютерные программы анализа кариотипа, основные требования по технике безопасности при работе в цитогенетической лаборатории, методы работы с клетками и хромосомами, культурами клеток, методы математической обработки данных по цитогенетике.</p> <p>Умеет: применять методы цитогенетики для решения научной проблемы, умеет анализировать полученный материал, умеет применять методический опыт для решения фундаментальной научной проблемы; владеет навыками проведения цитогенетических исследований, навыками обсуждения и анализа полученных результатов, владеет навыками использования современных компьютерных программ для анализа кариотипа, применять на практике основные требования по технике безопасности при работе в цитогенетической лаборатории, умеет обучать других технике безопасности; владеет навыками оказания первой помощи при нестандартных ситуациях, использовать методы цитогенетики, математические методы обработки данных в проведении научно-исследовательских работ, методы работы с живыми системами; владеет навыками проведения экспериментальной работы с клетками и хромосомами, культурами клеток, математическими методами обработки результатов.</p>
--	--	---	------------------------------	---

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература:**

1. Барсуков, Н. П. Цитология, гистология, эмбриология : учебное пособие / Н. П. Барсуков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 248 с. — ISBN 978-5-8114-5352-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139250> (дата обращения: 16.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — ISBN 978-5-379-02024-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65273.html> (дата обращения: 16.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **7.2 Дополнительная литература:**

1. Тейлор, Д. Биология: в 3 т. (комплект) : учебник / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под редакцией Р. Сопера ; перевод с английского Ю. Л. Амченкова [и др.]. — 12-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 1463 с. — ISBN 978-5-00101-665-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151477> (дата обращения: 16.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и геновая инженерия : практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 60 с. — ISBN 978-5-7638-3857-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84253.html> (дата обращения: 16.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **7.3 Интернет-ресурсы:**

#### **7.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Интернет-портал ФИПС – firs (база патентов)

Научная электронная библиотека – eLibrary (научные статьи)

Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

- Лицензионное ПО:  
платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.
- Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием.