

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстиков

2022 г.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА

Рабочая программа

для обучающихся по научной специальности

1.5.8. Математическая биология, биоинформатика

форма обучения (очная)

Поверенная Е.В. Математическая биология, биоинформатика. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика, форма обучения очная. Тюмень, 2022.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (утверждены приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20.10.2021 г. № 951).

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

© Тюменский государственный университет, 2022.

© Поверенная Е.В., 2022.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся целостного и системного понимания математических и биологических методов, математического моделирования био- и экосистем.

Задачи:

- сформировать у обучающихся системные знания в области математической биологии, биоинформатики, моделирования и методологии научных исследований в сфере математической биологии и биоинформатики;
- научить использовать методы, позволяющие организовывать эффективное взаимодействие теории и практики;
- сформировать представление о современных методах, используемых в математической биологии и биоинформатике и возможностях их применения.

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

УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2 – способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3 – готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

УК-4 – готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

УК-5 – способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;

ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-2 – готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

ПК-13 – способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика.

ПК-14 – способность самостоятельно использовать современные компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, для сбора и анализа биологической информации.

ПК-15 – способность применять методические основы проектирования и выполнения лабораторных биологических и экологических исследований с использованием современной аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с целями программы подготовки аспиранта), способность генерировать новые идеи и методические решения.

3. Структура и объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		5
Общий объем зач. ед. час	4	4
	144	144
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	76	76
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)	36	Кандидатский экзамен 36

4. Система оценивания

При осуществлении текущего контроля оценивается:

- работа на учебной встрече;
- аналитическая работа;
- участие в дискуссии;
- решение кейсов.

К экзамену допускаются обучающиеся, средний балл которых по итогам текущего контроля – не менее 2,5 баллов.

Система оценивания работы на практический занятиях.

Работа на учебной встрече:

0 баллов – неявка на занятие;

1 балл – присутствие на рабочей встрече;

2 балла – накопление и систематизация учебного материала по изучаемой теме;

3 балла – умение применять учебный материал на репродуктивном уровне;

4 балла – умение анализировать содержание темы на уровне учебных проблем;

5 баллов - умение интерпретировать учебный материал на уровне научного исследования по теме диссертации.

Аналитическая работа

0 баллов – неявка на занятие, непредставление реферата и контрольной работы;

1 балл – присутствие на занятии, представление нелогично структурированного реферата и контрольной работы, пассивность при решении кейсов;

2 балла – участие в различных формах аудиторной и самостоятельной работы демонстрирует частично сформированные умения сбора информации, постановки проблем;

3 балла – участие в различных формах аудиторной и самостоятельной работы демонстрирует удовлетворительные умения по сбору информации, её интерпретации, постановке профессионально значимых проблем и выдвижению вариантов их разрешения;

4 балла – участие в различных формах аудиторной и самостоятельной работы демонстрирует умения систематизировать и оценивать профессионально значимую информацию, анализировать её с применением общенаучных методов познания, выдвигать проблемы и предлагать аргументированные варианты их решения;

5 баллов – участие в различных формах аудиторной и самостоятельной работы демонстрирует умения систематизировать и оценивать с современных позиций учебную информацию, анализировать, выдвигать проблемы и обосновывать варианты их творческого разрешения.

Участие в дискуссии

0 баллов – неявка на занятие;

1 балл – присутствие на рабочей встрече;

2 балла – участие в дискуссии имеет недостаточно аргументированный характер, не содержит развернутой информации, демонстрирует слабое знание понятий и терминов, не содержит ссылок на первоисточники и примеров из практики;

3 балла – владение учебным и научным материалом по теме дискуссии; удовлетворительно владение терминологией, знание отдельных методов научной аргументации, удовлетворительное изложение собственной позиции в рамках дискуссии с обращением к профессиональной практике;

4 балла – хорошее владение учебным и научным материалом с привлечением дополнительных источников; правильное употребление понятий, использование отдельных методов научной аргументации, хорошо структурированное изложение собственной позиции в контексте профессиональной деятельности, умение вести дискуссию;

5 баллов – свободное владение учебным и научным материалом с привлечением различных источников; правильное употребление понятий, использование разнообразных методов научной аргументации, доказательное изложение собственной позиции в тесной связи с профессиональной практикой, корректность ведения дискуссии.

Решение кейсов

0 баллов – неявка на занятие;

1 балл – присутствие на рабочей встрече;

2 балла – умение выдвигать цели и задачи на основе исследования предложенной ситуации, формулировать проблему, применять отдельные методы математического моделирования, осуществлять выработку решения и проводить его презентацию;

3 балла – умение выдвигать цели и задачи на основе исследования предложенной ситуации, формулировать проблему, удовлетворительно осуществлять математическое моделирование, определять отдельные критерии разрешения проблемы, осуществлять выработку решения и проводить презентацию выбранного варианта;

4 балла – умение выдвигать цели и конкретизировать задачи на основе исследования предложенной ситуации, формулировать проблему, выбирать критерии разрешения проблемы, разрабатывать стратегию разрешения, осуществлять выработку оптимального решения и грамотно проводить презентацию выбранного варианта;

5 баллов – умение выдвигать цели и задачи на основе исследования предложенной ситуации, формулировать проблему, предлагать темы для «мозгового штурма», выбирать критерии разрешения проблемы, разрабатывать стратегию разрешения, генерировать альтернативные варианты, прогнозировать последствия принятия конкретного решения, осуществлять выработку оптимального решения и проводить всесторонне аргументированную презентацию выбранного варианта.

Представление реферата:

0 баллов – не представлен;

1 балл – представлен реферат, который содержит несистематизированный и неструктурированный материал по теме;

2 балла – представлен реферат, который содержит частично систематизированный и нелогично структурированный материал по теме;

3 балла – представлен реферат, который содержит структурированный и удовлетворительно систематизированный материал, содержащий ошибки в научной аргументации и в использовании понятийно-терминологического аппарата;

4 балла – представлен реферат, который содержит структурированный и хорошо систематизированный материал, содержащий незначительные нарушения в логике изложения и отдельные стилистические ошибки;

5 баллов – представлен реферат, в котором полно, четко, последовательно и логично изложен научный материал по теме, показаны системные отношения элементов научного знания, продемонстрировано владение методами научной аргументации и стилем научного описания.

Контрольная работа:

0 баллов – не представлена;

1 балл – контрольная работа выполнена с опорой на ограниченный объем научных источников, изложение носит описательный характер;

2 балла – контрольная работа выполнена с опорой на ограниченный объем научных источников, уровень аргументации недостаточный, изложение носит преимущественно описательный характер;

3 балла – контрольная работа выполнена с опорой на достаточный объем научных источников, уровень аргументации удовлетворительный, изложение носит преимущественно описательно-объяснительный характер;

4 балла – контрольная работа выполнена с привлечением основной и дополнительной литературы, уровень аргументации достаточный, изложение носит объяснительный характер, проведена авторская интерпретация материалов;

5 баллов – контрольная работа выполнена с привлечением широкого круга основной и дополнительной литературы, уровень аргументации высокий, изложение носит объяснительный и прогностический характер, проведена интерпретация материала применительно к теме диссертационного исследования обучающегося.

5. Содержание дисциплины

5.1. 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
	Часов в семестре	32	16	16	0	36
	Математическая биология, биоинформатика	32	16	16	0	36
1.	Направления и методы в биоинформатике	2	2	0	0	0
2.	Основные базы данных по молекулярной биологии и информационные ресурсы	6	4	2	0	0
3.	Математическое моделирование	4	2	2	0	0
4.	Геномные и постгеномные исследования	4	0	4	0	0
5.	Центральная догма молекулярной биологии и ее проблемы	2	2	0	0	0

6.	Методы моделирования пространственной структуры белка	4	0	4	0	0
7.	Виды секвенирования. Технологии секвенирования	4	0	4	0	0
8.	Типовые задачи, применение в биоинформатике.	2	2	0	0	0
9.	Сигнальные и метаболические пути	2	2	0	0	0
10.	Базовые модели математической биофизики	2	2	0	0	0
Консультация перед кандидатским экзаменом		2	0	0	0	2
Кандидатский экзамен		34	0	0	0	34
Итого (часов)		68	16	16	0	36

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Направления и методы в биоинформатике	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, реферат
2.	Основные базы данных по молекулярной биологии и информационные ресурсы	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, реферат
3.	Математическое моделирование	Чтение обязательной и дополнительной литературы, реферат
4.	Геномные и постгеномные исследования	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
5.	Центральная догма молекулярной биологии и ее проблемы	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
6.	Методы моделирования пространственной структуры белка	Чтение обязательной и дополнительной литературы, контрольная работа
7.	Виды секвенирования. Технологии секвенирования	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, реферат
8.	Типовые задачи, применение в биоинформатике.	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы
9.	Сигнальные и метаболические пути	Чтение обязательной и дополнительной литературы, реферат
10.	Базовые модели математической биофизики	Чтение обязательной и дополнительной литературы, контрольная работа

Проработка лекций предполагает присутствие обучаемого на лекционных занятиях и конспектирование материала, подготовка презентаций усвоенного лекционного материала. Контроль - на практическом занятии в устной или письменной форме при обсуждении теоретических вопросов.

Чтение обязательной и дополнительной литературы, предусмотренной рабочей программой дисциплины. Контроль – на практическом занятии в устной или письменной форме при обсуждении теоретических вопросов.

Реферат представляет собой обзор литературы по определенной научной теме. Объем реферата может достигать 10-15 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение аспирантом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённым вопросам, не рассматриваемым подробно на практическом занятии, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие аспиранту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. За время изучения курса аспирант представляет один реферат по предлагаемой теме (из примерного перечня). Контроль – представление реферата.

Контрольная работа предусматривает выполнение учебно-исследовательского задания по практической обработке навыков, необходимых для обучающихся данного направления, в процессе ведения диссертационного исследования. При выполнении контрольной работы аспирант даёт аргументированное обоснование возможностей применения биоинформационных технологий при выполнении собственного научного исследования. Объем контрольной работы – 15 стр.

Подготовка к экзамену в форме устного собеседования предполагает самостоятельную подготовку по заранее известным вопросам: прочтение основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов по дисциплине, самостоятельный поиск источников по теме, анализ содержания лекционного материала, содержания дискуссий по вопросам, вынесенным на обсуждение на практических занятиях.

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации – устный ответ и собеседование по вопросам экзаменационного билета.

Условием допуска к экзамену является сдача реферата и выполнение контрольной работы.

Экзамен проводится в форме собеседования и имеет целью установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень его подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Программа включает проблематику разделов: математическая биология, биоинформатика.

На экзамене аспирант должен продемонстрировать владение понятийно-категориальным аппаратом математической биологии, биоинформатики, знание основных концепций, теорий и систем.

Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка «отлично» ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах общенаучной и биологической терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в билетах вопросов и пути решения обозначенных проблем;
- безошибочное знание фактического материала;
- историографические знания в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «хорошо» ставится при соблюдении следующих условий:

- понимание основных проблем развития математической биологии, биоинформатики и задач научного обеспечения;
- грамотное использование в ответах биологической и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «удовлетворительно» ставится за:

- недостаточное использование в ответах общенаучной и биологической терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом науки;
- умение обозначить только некоторые из проблем, сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Оценка «неудовлетворительно» ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой биологической и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактического материала;
- незнание историографии в рамках вопроса билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

Вопросы к экзамену

1. Направления и методы в биоинформатике.
2. Основные информационные ресурсы и базы данных по молекулярной биологии.
3. Содержание и формат баз данных. Основные средства доступа к базам данных.
4. Понятие алгоритма. Вычислительная сложность алгоритмов. Методы сравнения алгоритмов.
5. Типовые вызовы при статистическом анализе биологических данных. Способы визуализации данных. Виды распределений данных. Нормализация данных. Понятие 'batch'-эффекта.
6. Понятие модели. Типы математических моделей. Проблема оценка и выбора количества параметров в математическом моделировании.
7. Особенности при работе с омиксными данными и big data. Мета-анализ и пути интеграции омиксных данных. Модельные организмы.
8. Свойства биологических систем. Типы омиксных данных. Исследования полногеномных ассоциаций (GWAS). Проблема воспроизводимости исследований.
9. Геномные и постгеномные исследования. Геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика. Высокопроизводительные методы исследований и компьютерные методы анализа.
10. Центральная догма молекулярной биологии и ее проблемы. Процессы репликации, транскрипции, трансляции. Генетический код.
11. Транскрипция и её регуляция. Транскрипционные факторы. Альтернативный сплайсинг.
12. Понятие экспрессии гена. Методы транскрипционного анализа – достоинства и недостатки.
13. Трансляция РНК. Регуляция трансляции. Рибосомальное профилирование.
14. Разнообразие белковых форм, кодируемых одним геном. Виды протеомных методов – достоинства и недостатки.
15. Структурная организация генов и геномов. Хромосомы. Гистоновый код.
16. Распознавание структурно-функциональных мотивов в генетических текстах. Понятие консенсуса, весовой матрицы. Оценка точности распознавания.
17. Филогенетический анализ. Понятие о молекулярных часах.

18. Виды РНК. Структура и функция РНК. Методы предсказания вторичной структуры РНК. Модификации РНК и методы их выявления.
19. Структура и функция белков. Выравнивание белковых структур. Распознавание функциональных сайтов и мотивов в белках.
20. Методы моделирования пространственной структуры белка. Альфа-фолд.
21. Посттрансляционные модификации в белках. Структурно-функциональное значение. Методы экспериментального определения и компьютерного предсказания.
22. Виды секвенирования. Технологии секвенирования – достоинства и недостатки. Стандартные шаги анализа результатов секвенирования.
23. Сборка геномов. Инструменты для анализа качества данных секвенирования. Геномные браузеры. Принципы поиска ORF, интронов и экзонов.
24. Сравнение генетических и белковых последовательностей. Методы выравнивания: парное и множественное, локальное и глобальное.
25. Пакет Blast. Назначение и основные возможности. Алгоритм.
26. Конструирование и поиск биологически активных веществ. Анализ взаимосвязей структура-активность, молекулярное моделирование.
27. Datamining и Textmining.
28. Понятие «генной сети». Классы функциональных структур и событий, значимых для функционирования генных сетей.
29. Виды и свойства биологических сетей. Способы анализа сетей, топология.
30. Понятие графа, типовые задачи, применение в биоинформатике.
31. Интерактомика. Экспериментальные и предсказательные методы выявления белок-белковых взаимодействий. Основные базы данных по интерактомике.
32. Сигнальные и метаболические пути. KEGG. Анализа интерактомных данных, регуляторных сетей и метаболических путей.
33. Системная биология. «Мультиомикс» - специфика работы с данными. Выделение сигналов из зашумленных геномных и постгеномных данных.
34. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Стационарные состояния биологических систем.
35. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова.
36. Базовые модели математической биофизики.

При проведении промежуточной аттестации проверяется сформированность следующих компетенций и их компонентов

Код и наименование компетенции	Компоненты
УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, принципы и способы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач
	Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, оценивать преимущества, риски и ограничения при реализации этих вариантов
	Владеет методами анализа и оценки научных достижений, вариантов решения исследовательских и практических задач, прогнозирования результатов реализации
УК-2 – способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного	Знает принципы и технологию проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных
	Умеет проектировать и осуществлять комплексные исследования

мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Владеет методологией исследования, технологией проектирования и осуществления комплексных исследований
УК-3 – готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знает методы и способы решения научных и научно-образовательных задач
	Умеет организовывать участие в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
	Владеет навыками участия в работе исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4 – готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Знает современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
	Умеет использовать научные технологии коммуникации и современные методы на государственном и иностранном языках
	Владеет навыками использования современных методов и научных технологий
УК-5 – способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Знает принципы и способы планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития, определения перспектив своей профессиональной карьеры
	Умеет осуществлять рефлексию, определять приоритеты профессионального и личностного развития, решать задачи по совершенствованию собственной деятельности
	Владеет навыками планирования собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает принципы и способы организации и проведения научно-исследовательской деятельности в сфере математической биологии, отбора и использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	Умеет организовывать и проводить научно-исследовательскую деятельность в сфере математической биологии, отбирать и использовать современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии
	Владеет навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий при организации и проведении научно-исследовательской деятельности
ОПК-2 – готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.	Знает современные методы и принципы организации преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
	Умеет организовывать преподавательскую деятельность по основным образовательным программам высшего образования
	Владеет навыками организации преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

ПК-13 – способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика.	Знает методы и принципы организации самостоятельного проведения научно-исследовательской работы
	Умеет самостоятельно проводить научно-исследовательскую работу, получать научные результаты, удовлетворяющие содержанию диссертации
	Владеет навыками самостоятельного проведения научно-исследовательской работы и получения научных результатов, удовлетворяющих требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности
ПК-14 – способность самостоятельно использовать современные компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, для сбора и анализа биологической информации	Знает принципы работы современных компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности
	Умеет использовать современные компьютерные технологии для сбора и анализа биологической информации
	Владеет навыками использования компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, навыками сбора и анализа биологической информации
ПК-15 – способность применять методические основы проектирования и выполнения лабораторных биологических и экологических исследований с использованием современной аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с целями программы подготовки аспиранта), способность генерировать новые идеи и методические решения.	Знает методические основы проектирования и методы выполнения лабораторных биологических и экологических исследований
	Умеет использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы для выполнения лабораторных биологических и экологических исследований
	Владеет навыками генерирования новых идей и методических решений

При оценивании определяется полнота и системность знаний, степень сформированности умений и навыков.

Пороговый уровень:

- неполные, фрагментарные знания;
- частично освоенные умения, навыки

Базовый уровень:

- сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания
- в целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения, навыки

Повышенный уровень:

- сформированные систематизированные знания
- сформированные умения, навыки

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. NGS: высокопроизводительное секвенирование / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, Е. С. Шубина, В. В. Ильинский ; под редакцией Д. В. Ребрикова. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 235 с. — ISBN 978-5-9963-3024-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70712> (дата обращения: 29.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Бином, 2015
2. Лахно, В. Д. Компьютеры и суперкомпьютеры в биологии / В. Д. Лахно, А. А. Зимин,

Н. Н. Назипова ; под редакцией В. Д. Лахно, М. Н. Устинина. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. — 528 с. — ISBN 5-93972-188-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16543.html> (дата обращения: 06.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8.2. Дополнительная литература:

1. Каменская, Марина Александровна. Информационная биология : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. бак. и маг. 020200 "Биология" и биол. спец. / М. А. Каменская ; ред. А. А. Каменский. Москва : Академия, 2006. 368 с.
2. Леск, Артур. Введение в биоинформатику : пер. с англ. / А. Леск. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 318 с.
3. Игнасимуту, С. Основы биоинформатики / С. Игнасимуту ; перевод А. А. Чумичкин. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 324 с. — ISBN 978-5-4344-0646-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91970.html> (дата обращения: 05.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Братусь, А. С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 400 с. ISBN 978-5-9221-1192-8, 600 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/397222> (дата обращения: 07.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
5. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч.1 / Г. Ю. Ризниченко. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 230 с. — ISBN 978-5-4344-0801-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92043.html> (дата обращения: 29.01.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.3. Интернет-ресурсы:

1. <http://e.lanbook.com> – Издательство «ЛАНЬ»
2. <http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»
3. <http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ»
4. <https://icdlib.nspu.ru/> – МЭБ – межвузовская электронная библиотека
5. <http://diss.rsl.ru/> – Библиотека диссертаций РГБ
6. <http://cyberleninka.ru/> – Научная библиотека открытого доступа КиберЛенинка
7. <https://urait.ru/> – Издательство «Юрайт»
8. <http://www.iprbookshop.ru/> – ЭБС IPR BOOKS
9. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Лицензионное ПО: Microsoft Windows, Microsoft Office (либо аналогичные);
- Платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

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

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимы:

- для проведения лекционных занятий – аудитория (оборудование: компьютер, экран, проектор);
- для проведения практических занятий – аудитория (оборудование: компьютеры с выходом в интернет - из расчета 1 рабочее место не более чем на 2 аспирантов, экран, проектор);
- для проведения консультаций, промежуточной аттестации – аудитория (оборудование: компьютер, экран, проектор);
- для проведения самостоятельной работы аспирантов – помещения, оснащенные компьютерами с выходом в интернет.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, написание реферата, выполнение контрольной работы, подготовка к экзамену в форме устного собеседования.

При проработке лекций рекомендуется обратиться к конспектам лекционного материала (кратко, схематично, последовательно зафиксированным основным положениям, выводам, формулировкам, обобщениям), проверить использованные в лекции термины и понятия с помощью словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

При чтении обязательной и дополнительной литературы рекомендуется смысловое чтение, аннотирование и конспектирование. При аннотировании рекомендуется отметить те идеи, положения, которые могут быть использованы в собственном диссертационном исследовании. При конспектировании – определить цель, ознакомиться с полным текстом источника, определить его логическую структуру, зафиксировать основное содержание структурных компонентов; также рекомендуется фиксировать собственные вопросы, суждения, умозаключения по содержанию конспектируемого источника.

Кроме обязательной и дополнительной литературы, определенной авторами рабочей программы, рекомендуется самостоятельный поиск и проработка дополнительных источников, в том числе аналитического характера (научные статьи, диссертационные исследования);

Также рекомендуется составить перечень основных понятий и терминов (*гlossарий*) и проанализировать их с использованием словарей (толковые, словари иностранных слов, энциклопедические словари, отраслевые словари и др.), нормативных правовых актов, научных трудов (статей, монографий, диссертаций), в результате чего должны быть отобраны определения, в наибольшей степени отражающие признаки рассматриваемых явлений.

При написании реферата рекомендуется выбрать тему, провести подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками, составить план реферата, изучить отобранные источники, оформить текст реферата.

Рекомендуется подбирать литературу, освещающую как теоретическую, так и практическую стороны проблемы. Предварительное ознакомление с отобранной литературой необходимо для того, чтобы выяснить, насколько содержание того или иного источника соответствует избранной теме. Кроме того, предварительное ознакомление позволит получить полное представление о круге вопросов, охватываемых темой. После составления плана, следует приступить к детальному изучению отобранных источников. При их изучении, как правило, составляются конспекты, характер которых определяется возможностью и формой использования изучаемого материала в будущей работе. Это могут быть выписки (цитаты), краткое изложение мыслей, фактов или

характеристика прочитанного материала в виде подробного плана тех мест работы, которые могут потребоваться при написании текста реферата. Во всех случаях при конспектировании литературы необходимо записывать название источника, издательство и страницы, откуда заимствованы записи, чтобы в дальнейшем сформировать библиографический список и при написании работы иметь возможность делать ссылки на использованные источники.

Большое значение имеет систематизация получаемых сведений по основным разделам реферата, предусмотренным в плане. Прочитав тот или иной источник, следует продумать то, в каком разделе могут быть использованы сведения из него. Подобная систематизация позволяет на основе последующего анализа отобранного материала более глубоко и всесторонне осветить основные вопросы изучаемой темы.

Во введении должна быть обозначена цель написания реферата, указаны задачи, которые ставит перед собой автор. Кратко следует коснуться содержания отдельных разделов работы, охарактеризовать в общих чертах основные источники, которые нашли свое отражение в работе.

В текстовой части рассматриваются основные вопросы реферата. Основная часть может состоять из двух или более параграфов; в конце каждого параграфа делаются краткие выводы.

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Оно также должно быть конкретным и полностью оправданным. При этом важно не просто переписывать первоисточники, а излагать основные позиции по рассматриваемым вопросам.

В заключении следует сделать общие выводы и кратко изложить изученные положения (представить содержание реферата в тезисной форме).

После заключения необходимо привести список литературы.

При оформлении реферата необходимо соблюдать общие требования, предъявляемые к оформлению учебно-исследовательских и научно-исследовательских работ.

При выполнении контрольной работы рекомендуется выбрать тему, провести подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками, изучить отобранные источники, оформить текст контрольной работы.

Работа состоит из титульного листа; содержания; основной части, содержащей выполненные аспирантом задания; перечня использованных при выполнении работы источников; приложений (не обязательны).

На титульном листе отражается информация об образовательном учреждении, его структурном подразделении, кафедре, за которой закреплена учебная дисциплина; дисциплине, по которой выполняется контрольная работа; теме или варианте контрольной работы; авторе работы (с указанием научной специальности, Ф.И.О.), проверяющем (с указанием ученой степени, звания, должности, Ф.И.О.), места и года выполнения работы.

В содержании отражаются наименования разделов контрольной работы и соответствующие им номера страниц.

Основная часть контрольной работы формируется в соответствии с заданием. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Общий объем контрольной работы, как правило, составляет от 10 до 15 страниц.

При выполнении заданий, состоящих в раскрытии теоретического вопроса, обязательным является оформление ссылок на источники, использованные при выполнении задания. При выполнении каждого подобного задания используется не менее пяти источников. Необходимо раскрыть суть вопроса, отразить собственное понимание проблемы с опорой на источники, сделать самостоятельный вывод.

При выполнении заданий по написанию эссе необходимо сформулировать свое отношение к рассматриваемой проблеме с обязательным приведением аргументации.

Настройка текстового редактора: размер страницы А4, ориентация книжная; поля: верхнее и нижнее – 2,0 см, левое – 3,0 см, правое – 1,0 см; границы текста: отступ слева и справа 0 см.; расположение текста: выравнивание по ширине; отступ первой строки 1,25; межбазисный интервал: перед и после 0 см; межстрочный интервал – одинарный; шрифт Times New Roman; размер шрифта 12; нумерация страниц сквозная, начиная с титульного листа (на титульном листе номер страницы не отражается). Расположение номера страницы вверху страницы по центру, шрифт Times New Roman; размер шрифта 10.

В контрольной работе используются текстовые ссылки, в которых указывается фамилия автора источника из перечня (если описание источника начинается с его названия – часть названия), а при цитировании – фамилия автора с указанием номера страницы.

Таблицы имеют сплошную нумерацию, обозначение и номер таблицы полужирным шрифтом, выравнивание по правому краю. Название сверху таблицы неполужирным шрифтом, выравнивание по центру без отступа первой строки, без точки в конце названия. Текст в таблице: шрифт Times New Roman; размер шрифта 12, межстрочный интервал – 1,5. Остальные параметры текстового редактора такие же, как в основном тексте.

Рисунки имеют сплошную нумерацию, выравнивание рисунка по центру. Обозначение и номер рисунка неполужирным шрифтом, название внизу рисунка с сокращением (рис.), выравнивание по центру без отступа первой строки, без точки в конце названия. Остальные параметры текстового редактора такие же, как в основном тексте.

В контрольную работу необходимо включить перечень использованной литературы и источников. Перечень располагается после текста работы, начинается с новой страницы, отражается в содержании работы. Параметры текстового редактора такие же, как и для основного текста работы. Источники располагаются в алфавитном порядке, имеют сплошную нумерацию. В том случае, если источники сгруппированы по видам (нормативные документы, учебная литература и др.), должно соблюдаться расположение в алфавитном порядке внутри групп. Необходимо учитывать особенности при оформлении источников различных видов (печатных и электронных, нормативных актов, книг, статей, диссертационных работ).

При подготовке к экзамену в форме устного собеседования рекомендуется актуализация и анализ содержания материала лекционных и практических занятий; чтение обязательной и дополнительной литературы; самостоятельный поиск информации по отдельным вопросам с использованием по различным видам источников; при подготовке к собеседованию по вопросу, связанному с характеристикой методологического аппарата по теме научного исследования аспиранта (вопрос 3 билета) рекомендуется актуализировать содержание и результаты деятельности по освоению научного компонента ОП, содержание дискуссий на посещенных аспирантом заседаниях кафедры, диссертационного совета, конференциях, семинарах и иных мероприятиях.