

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института химии

Т.А. Кремлева Т.А. Кремлева

«*2*» *марта* 2020 года

ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
Рабочая программа
для обучающихся по направлению
04.06.01 Химические науки
профиль (направленность): Органическая химия
форма обучения: очная

Кулаков И. В. Химия природных соединений. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность: Органическая химия. Форма обучения: очная. Тюмень, 2020.

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

© Тюменский государственный университет, 2020.

© Кулаков И. В., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины:

изучение истории развития, современного состояния, классификации, перспективных направлений химии природных соединений (анализ, методы обнаружения, выделения и т.д.), как одного из самостоятельных разделов органической химии, что необходимо для эффективного освоения основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) по направлению 04.06.01 Химические науки (Органическая химия) и подготовки кандидатской диссертации.

Задачи дисциплины:

ознакомление с историей и этапами развития химии природных соединений, видами классификации и ее современное состояние;

понимание роли и значения химии природных соединений в жизнедеятельности человека, ее влияние на поиск синтетических структурных аналогов;

знание методологических проблем классификации, выделения и анализа природных соединений, комплексного изучения их биологической активности, перспективных направлений развития химии природных соединений.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Блок 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть «дисциплины по выбору»).

Пороговые знания и умения обучающегося:

- **Знать:** основные понятия химии природных соединений, историю развития и ее современное состояние, структурные компоненты, свойства, строение и структурную организацию важнейших представителей природных низкомолекулярных биологически-активных соединений.

- **Уметь:** использовать знания фундаментальных основ химии в решении прикладных задач химии природных соединений, использовать методы физико-химического анализа в установлении структуры природных соединений и решения других практических задач.

- **Владеть:** Основными навыками в методах анализа, обнаружения, выделения и идентификации природных соединений, проведения химического эксперимента.

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

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1 - Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), владением технологией мониторинга педагогических нововведений.

ПК-2 - Способность использовать современную научную аппаратуру и методы физико-химического анализа, используемые при выполнении научных исследований в области органической химии (элементный анализ, газовая и жидкостная хроматография, поляриметрия, ЯМР, ЭПР, ИК, КР, УФ-спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ).

ПК-3 - Способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи и обзоры, доклады, презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми в области органической химии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам.

Код и наименование	Компонент (знаниевый/функциональный)
--------------------	--------------------------------------

компетенции	
<p>ПК-10 - способность использовать знания законов и теорий органической химии в самостоятельной научно-исследовательской деятельности по направленному синтезу соединений с полезными свойствами или новыми структурами, в установлении их структуры, в исследовании реакционной способности и получении научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по профилю подготовки 02.00.03 Органическая химия</p>	<p>Знает цели и методы научных исследований в области химии природных соединений, историю и эволюцию, ее современное состояние, основные виды и классификации природных соединений, основные проблемы и перспективы развития данной области знаний.</p> <p>Умеет ориентироваться и применять естественнонаучные знания в методологии химии природных соединений в учебной и профессиональной, в том числе и научно-исследовательской, деятельности.</p>
<p>ПК-11 - готовность использовать современную научную аппаратуру и современные методы физико-химического анализа при проведении научных исследований</p>	<p>Знает основные физические и физико-химические методы исследования веществ (элементный анализ, газовая и жидкостная хроматография, УФ-, ИК-, ЯМР- спектроскопия, масс-спектрометрия), применяемые в исследовании, идентификации и установлении строения природных соединений.</p> <p>Умеет ориентироваться в методах анализа, обнаружения, выделения и идентификации природных соединений современными физико-химическими методами исследования.</p>
<p>ПК-12 - способность представлять результаты научно-исследовательской работы в виде краткого доклада, презентации, научного отчета, научной публикации (обзоры, статьи, тезисы докладов), автореферата кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области органической химии нормами и правилами</p>	<p>Знает основные методы представления и оформления результатов проведенных научных исследований, содержание и структуру научных статей, обзоров, докладов, презентаций, научных отчетов, кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области химии природных соединений нормами и правилами; знает взаимосвязь химии природных соединений с органической химией и другими смежными науками, методики преподавания химии</p> <p>Умеет ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по химии природных соединений, самостоятельно ставить задачи по практическому применению природных соединений для решения конкретных задач фармации и других отраслей, применять полученные знания и опыт в оформлении научно-исследовательских результатов (научные статьи и обзоры, доклады, презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация), преподавании химических дисциплин.</p>

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			4
Общая трудоемкость	зач. ед.	5	5
	час	180	180
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		34	34
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		146	146
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

3. Система оценивания

Лабораторные работы и практические занятия

Не предусмотрено

Примерные задания для проведения контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

Перечень примерных вопросов для зачета приведен в пункте 6.1.

Оценочные средства для промежуточного контроля не предусмотрено

Аспирант получает зачет по результатам работы в семестре.

Для получения зачета необходимо присутствовать на всех лекционных занятиях, выполнить запланированные контрольные работы, подготовить и доложить презентацию на выбранную тему об актуальных проблемах химии лекарственных веществ.

При условии, что аспирант набирает за работу не менее 70 баллов, он получает зачет автоматически. В противном случае сдает его устно, по билетам.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

Форма тематического плана для очной формы обучения

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактн ой работы
			Лекци и	Практи ческие зан ятия	Лаборато рные / практи ческие заняти я по подгру ппам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в химию природных соединений. Основные классы и классификация природных соединений.	20	2	0	0	
2	Изопреноиды. Структура, классификация.	20	4	0	0	
3	Сексвитерпеноиды. Дитерпеноиды.	20	4	0	0	
4	Сестертерпеноиды. Тритерпеноиды. Каротиноиды. Стерины.	20	4	0	0	
5	Гетероциклические ароматические соединения	20	4	0	0	
6	Свойства флавоноидов	20	4	0	0	
7	Алкалоиды и другие азотсодержащие вещества. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность	20	4	0	0	
8	Производные индолизина, тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом	20	4	0	0	
9	Алкалоиды и антибиотики с азоловыми, азиновыми и другими гетероциклами. Изопреноидные алкалоиды	20	4	0	0	
10	Химия природных соединений. Зачет	0	0	0	0	4
11	Итого (часов)	180	34	0	0	4

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Планы лекционных занятий

Тема 1. Введение в химию природных соединений. Основные классы и классификация природных соединений.

Предмет химии природных соединений. История развития химии природных соединений. Основные понятия химии природных соединений. Понятие метаболитов.

Гипотезы биосинтеза и биогенетическая взаимосвязь природных соединений, их роль в биосфере. Объекты исследования и сырьевая база.

Классификация природных соединений по физиологическому воздействию, структурным признакам и таксонометрическим признакам.

Тема 2. Изопреноиды. Структура, классификация.

Природные продукты с полиизопреновым скелетом (изопреноиды). Классификация.

Ациклические монотерпеноиды. Строение и химическое поведение ациклических терпеноидов. Циклизация ациклических терпеноидов.

Моноциклические терпеноиды и терпены. Производные ментана. Строение моноциклических терпеноидов. Спирты группы моноциклических терпеноидов. Кетоны группы моноциклических монотерпеноидов. Химические свойства монотерпеноидов.

Бициклические монотерпеноиды. Основные группы (туйана, карана, пинана, борнана и изокамфана). Биосинтез бициклических монотерпеноидов. Трициклические монотерпеноиды.

Тема 3. Сексвитерпеноиды. Дитерпеноиды.

Ациклические и моноциклические сексвитерпеноиды. Тип бисаболана. Другие типы циклопентановых и циклогексановых сексвитерпеноидов (тип гермакрана, гумулана, элемана). Сексвитерпеновые лактоны. Бициклические, пренилированные циклические и трициклические сексвитерпеноиды. Макроциклические сексвитерпеноиды.

Дитерпеноиды. Ациклические, моноциклические и бициклические дитерпеноиды (тип лабдана и ант-лабдана (эперуана)). Трициклические дитерпеноиды (основные типы абиетана, пимарана, розана, кассана). Тетрациклические дитерпеноиды (типы каурана, производные хибана, стемодана).

Тема 4. Сестертерпеноиды. Тритерпеноиды. Каротиноиды. Стерины.

Ациклические сестертерпеноиды, пренилированные C10-C20-изопреноиды. Сестертерпеноиды с уникальными углеродными скелетами. Тритерпеноиды.

Ациклические и тетрациклические тритерпеноиды (типы ланостана, даммарана, кукурбитана). Пентациклические тритерпеноиды (типы олеанана, урсана, баурана, фриделана). Пентациклические тритерпеноиды (тип лупана, гопана). Тритерпеновые сапонины. Каротиноиды. Стерины и стероиды.

Тема 5. Гетероциклические ароматические соединения. Бензофураны. Производные бензопирана.

Фенольные и полифенольные соединения (арилбензо[b]пираны). Флавоноиды.

Бензофураны. Производные бензопирана (производные хромана, изохромана).

g-Хромоны, ксантоны, кумарины и изокумарины.

Структура и функции фенольных соединений. Биогенез фенольных соединений.

Классификация фенольных и полифенольных соединений и краткая характеристика типов флавоноидов (флаваны и катехины, лейкоантоцианидины и антоцианидины, флаваноны и флаванолы, флавоны и флавонолы, изофлавоноиды и неофлавоноиды).

Тема 6. Свойства флавоноидов.

Биосинтез флавоноидов. Обнаружение, выделение, разделение и идентификация флавоноидов химическими и хроматографическими методами.

Первичное исследование растительного сырья. Основные качественные реакции на флавоноиды. Общие методы выделения и разделения флавоноидов. Хроматографические методы в исследовании флавоноидов. Хроматография на бумаге и в тонком слое сорбента, колоночная и высокоэффективная жидкостная хроматография.

Общие и специфические химические свойства флавоноидов. Спектральные методы установления структур флавоноидов. Количественный анализ флавоноидов в растительном сырье и фитопрепаратах. Биологическая активность флавоноидов.

Тема 7. Алкалоиды и другие азотсодержащие вещества. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность.

История развития понятий об алкалоидах. Распространение и основные принципы биосинтеза азотсодержащих вторичных метаболитов. Природное состояние и выделение.

Ациклические основания (пептидные алкалоиды, полиамины и полиаминовые алкалоиды). Алкалоиды с пирролидиновым и пирролизидиновым ядром.

Алкалоиды с пиперидиновым, пиридиновым и пиридоновым ядром. Алкалоиды с пиридиновым ядром, связанным с пирролидиновым или пиперидиновым ядром. Никотин. Анабазин.

Тема 8. Производные индолизина, тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом.

Хинолизидиновые алкалоиды. Алкалоиды лупинин, цитизин.

Алкалоиды с изохинолиновыми, хинолиновыми и хинонуклидиновыми ядрами. Морфины. Хинин. Протобербериновые алкалоиды.

Алкалоиды, содержащие конденсированное и сопряженное индольное ядро. Алкалоиды спорыньи и родственные соединения. Карбазольные и b-карболиновые алкалоиды. Акридоновые алкалоиды.

Тема 9. Алкалоиды и антибиотики с азовыми, азиновыми и другими гетероциклами. Изопреноидные алкалоиды

Производные имидазола и пиразола, оксазола и изоксазола, тиазола, пиримидина, пиразина и пиперазина, оксазина, бензодиазепина и пурина.

Изопреноидные алкалоиды (монотерпеноидные, сесквитерпеноидные, дитерпеноидные, тритерпеноидные и стероидные алкалоиды). Некоторые другие типы алкалоидов

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
1	Введение в химию природных соединений. Основные классы и классификация природных соединений.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Изопреноиды. Структура, классификация.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Сесквитерпеноиды. Дитерпеноиды.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Сестертерпеноиды. Тритерпеноиды. Каротиноиды. Стерины.	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Гетероциклические ароматические соединения	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Свойства флавоноидов	Чтение обязательной и дополнительной литературы

7	Алкалоиды и другие азотсодержащие вещества. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Производные индолизина, тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом	Чтение обязательной и дополнительной литературы
9	Алкалоиды и антибиотики с азоловыми, азиновыми и другими гетероциклами. Изопреноидные алкалоиды	Чтение обязательной и дополнительной литературы

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

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

Перечень контрольных вопросов для зачета:

1. Введение в химию природных соединений. Основные классы и классификация природных соединений.
2. Предмет химии природных соединений. История развития химии природных соединений.
3. Основные понятия химии природных соединений. Понятие метаболитов.
4. Биогенетическая взаимосвязь природных соединений,
5. Объекты исследования и сырьевая база.
6. Классификация природных соединений по различным признакам.
7. Изопреноиды. Структура, классификация.
8. Моноциклические терпеноиды и терпены. Строение моноциклических терпенов.
9. Химические свойства монотерпенов.
10. Бициклические монотерпеноиды. Биосинтез бициклических монотерпеноидов.
11. Сексвитерпеноиды. Ациклические и моноциклические сексвитерпеноиды. Сесквитерпеновые лактоны.
12. Дитерпеноиды. Ациклические, моноциклические и бициклические дитерпеноиды.
13. Трициклические дитерпеноиды. Абиетиновая кислота.
14. Тетрациклические дитерпеноиды. Типы каурана, производные хибана.
15. Сестертерпеноиды. Ациклические сестертерпеноиды.
16. Тритерпеноиды. Ациклические и тетрациклические тритерпеноиды. Ланостан.
17. Пентациклические тритерпеноиды. Олеанан, урсан, лупеол, бетулин.
18. Стерины и стероиды.
19. Производные бензопирана (производные хромана, изохромана). Кумарины и изокумарины.
20. Структура и функции фенольных соединений. Биогенез фенольных соединений.
21. Классификация полифенольных соединений и краткая характеристика типов флавоноидов.
22. Обнаружение, выделение, разделение и идентификация флавоноидов химическими и хроматографическими методами. Биологическая активность флавоноидов.
23. Алкалоиды и другие азотсодержащие вещества. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность.
24. Распространение и основные принципы биосинтеза азотсодержащих вторичных метаболитов. Природное состояние и методы выделения.
25. Алкалоиды с пирролидиновым, пиперидиновым, пиридиновым и пиридоновым ядром.
26. Производные индолизина, тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом.
27. Алкалоиды с изохинолиновыми, хинолиновыми ядрами.
28. Алкалоиды, содержащие конденсированное и сопряженное индольное ядро.
29. Основные представители β -карболиновых алкалоидов.
30. Изопреноидные алкалоиды.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

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				

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

7.1 Основная литература:

1. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие / Л. В. Коваленко. — 3-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 323 с. — ISBN 978-5-9963-2625-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70702> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ефремов, А. А. Компонентный состав эфирных масел хвойных растений Сибири [Электронный ресурс] / А. А. Ефремов, И. Д. Зыкова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 132 с. - ISBN 978-5-7638-2713-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492166> (дата обращения: 13.01.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Химия биологически активных веществ и жизненных процессов : учебное пособие / Е. В. Антина, М. А. Волкова, К. В. Дамрина, С. О. Кручин. — Иваново : ИГХТУ, 2015. — 303 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69968> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Иванова, С. С. Биохимия растительного сырья : учебное пособие / С. С. Иванова, С. Н. Петрова. — Иваново : ИГХТУ, 2015. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69884> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Основы биохимии вторичного обмена растений : учебно-методическое пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, Н. В. Чукина ; под редакцией Г. Г. Борисовой. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-1296-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98406> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Джафаров, М. Х. Стероиды. Строение, получение, свойства и биологическое значение, применение в медицине и ветеринарии : учебное пособие / М. Х. Джафаров, С. Ю. Зайцев, В. И. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-0869-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/127> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Разговоров, П. Б. Биохимические процессы. Белки, ферменты : учебное пособие / П. Б. Разговоров, С. В. Макаров. — Иваново : ИГХТУ, 2009. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4482> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет – ресурсы и периодические издания:

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

<http://chemport.ru/>

<https://www.scopus.com/>

<http://moya-shkola.info/> <http://knigozilla.ru/>

<http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>

7.4. Современные базы данных и информационные справочные системы:

Для поиска необходимой литературы, научных статей и другой информации используются информационные справочные системы, в том числе и Электронно-библиотечные системы (ЭБС), находящиеся в подписке ТюмГУ, например, ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>), МЭБ (<https://icdlib.nspu.ru/>); НЭБ (<https://rusneb.ru/>); Базы данных,

доступные в рамках национальной подписки: *American Chemical Society* (<https://www.acs.org/content/acs/en.html>); *Cambridge University Press* (<https://www.cambridge.org/core>); Royal Society of Chemistry (<https://pubs.rsc.org/>); журналы издательства Wiley (<https://onlinelibrary.wiley.com>). Другие базы данных, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет, в частности, ScienceDirect, Wileylibrary, PubChem и Google Scholar, а также базы данных Reaxys и SciFinder.

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 (ACD/ChemSketch, Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.
- Платформа для электронного обучения *Microsoft Teams*

ПО, находящееся в свободном доступе:

1. программный комплекс ACDLabs (ACD/NMR Processor Academic Edition) (академическая версия доступна на сайте производителя http://www.acdlabs.com/resources/freeware/nmr_proc/);
2. программный комплекс ChemBioDraw (пробная версия доступна на сайте <http://scistore.cambridgesoft.com/ScistoreSoftwareDisplay.aspx?Trial=Trial/>).

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

Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер, проектор и др.).

Для самостоятельной работы аспирантов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

Материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включает в себя: учебные лаборатории органического синтеза (ауд. 106 корп. 5А), (ауд. 102, корп. 5А), (ауд. 115, корп. 5А), учебно-научные лаборатории НОЦ «Химическая экспертиза и экологическая безопасность» (ауд. 116 и 117, корп. 5А), лаборатория экологических исследований (ауд. 101, корп. 5А). Лаборатории оснащены необходимыми приборами (электронные весы, магнитные мешалки, плитки, колбогревы, роторные испарители и др.), в том числе и современным научным оборудованием и приборами (собственное оборудование ЦКП) - газовый хроматограф Trace GC Ultra (Thermo Electron) с масс-селективным детектором DSQ II; Газовый хроматограф с масс-селективным детектором SCION SQ (Bruker); Спектрофлуориметр RF 5301 PC (Shimadzu); Жидкостный хроматограф Agilent 1200 (Agilent Technologies) с тандемным квадрупольным масс-спектрометром с источником ионизации электроспрей и химической ионизацией под атмосферным давлением Applied Biosystems/MDS Sciex API 2000 LC/MS/MS (Applied Biosystems); Аппаратно-программный комплекс «Кристалл 5000.2» на базе газовых хроматографов с системой захлаживания термостата и программой обработки «Хроматэк_ДНА» (Хроматэк); Абсорбционный спектрофотометр УФ- и видимой области Agilent 8453 (Agilent Technologies); Жидкостной хроматограф с диодно-матричным детектором Agilent 1100 (Agilent Technologies); ИК-Фурье спектрометр Agilent Cary 630 FTIR; Двухлучевой УФ-, ВИД-спектрофотометр Shimadzu UV-2600; Хроматомасс-спектрометр Agilent 5977B GC/MSD с многофункциональной системой для пиролитической хроматографии EGA/PY-3030D (Frontier, Япония); Система жидкостной хроматографии Agilent 1260 Infinity II с времяпролетным масс-спектрометром высокого разрешения Agilent 6545B Q-TOF).

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института химии

Т.А. Кремлева Т.А. Кремлева

«*2*» *марта* 2020 года

ХИМИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки
профиль (направленность): органическая химия
форма обучения: очная

Кулаков И. В. Химия лекарственных веществ. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность: Органическая химия. Форма обучения: очная. Тюмень, 2020.

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

© Тюменский государственный университет, 2020.

© Кулаков И. В., 2020.

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины:

изучение истории развития, современного состояния, перспективных направлений химии лекарственных веществ, связанной с решением задач, стоящих перед современной цивилизацией при проведении исследований в различных областях химии. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных основах химии биологически активных (лекарственных) веществ. Кроме того, при освоении дисциплины обучающиеся получают обзорные знания о перспективах развития химии биологически активных веществ в области фармации - синтеза и приготовления лекарственных препаратов. Дисциплина является практическим приложением органической химии и она необходима для эффективного освоения основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) по направлению 04.06.01 Химические науки (Органическая химия) и подготовки кандидатской диссертации.

Задачи дисциплины:

ознакомление с историей и этапами развития медицинской химии, химии лекарственных препаратов, ее современное состояние;

понимание роли и значения биологически активных веществ, лекарственных препаратов в жизнедеятельности человека;

знание теоретических и методологических проблем современной химии лекарственных веществ, перспективных направлений развития медицинской химии;

использование методов теоретических расчетных программ и компьютерных прогнозов при поиске новых структур биоактивных молекул-лидеров, их биомишеней, установлении влияния структуры органических соединений на их биологическую активность.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина входит в блок Б1 Блок 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть «дисциплины по выбору»).

Пороговые знания и умения обучающегося:

- **Знать:** предмет основы химии биологически активных и лекарственных веществ, историю и эволюцию органической химии лекарственных веществ, ее современное состояние, основные виды и классификации лекарственных препаратов, а также основные проблемы химии биологически активных соединений, перспективы развития данной области знаний. знать строение и структурную организацию важнейших представителей лекарственных веществ.

- **Уметь:** ориентироваться в методах органического синтеза лекарственных препаратов, классифицировать лекарственные вещества. Ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по химии биологически активных веществ, самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению новых лекарственных средств для решения конкретных задач фармации и фармацевтической химии, ориентироваться в методах получения и исследования лекарств современными физико-химическими методами.

- **Владеть:** основными принципами создания новых синтетических лекарственных препаратов и оперировать знаниями о взаимосвязи между структурой лекарств и их биологической активностью, обладать навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, знаниями о специфике поведения лекарственных веществ в организме человека и животных.

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

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1 - Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), владением технологией мониторинга педагогических нововведений.

ПК-2 - Способность использовать современную научную аппаратуру и методы физико-химического анализа, используемые при выполнении научных исследований в области органической химии (элементный анализ, газовая и жидкостная хроматография, поляриметрия, ЯМР, ЭПР, ИК, КР, УФ-спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ).

ПК-3 - Способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи и обзоры, доклады, презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми в области органической химии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам.

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-10 - способность использовать знания законов и теорий органической химии в самостоятельной научно-исследовательской деятельности по направленному синтезу соединений с полезными свойствами или новыми структурами, в установлении их структуры, в исследовании реакционной способности и получении научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по профилю подготовки 02.00.03 Органическая химия	Знает цели и методы научных исследований в области химии биологически активных и лекарственных веществ, историю и эволюцию органической химии лекарственных веществ, ее современное состояние, основные виды и классификации лекарственных препаратов, основные проблемы и перспективы развития данной области знаний.
	Умеет ориентироваться и применять естественнонаучные знания в методологии органического синтеза лекарственных веществ в учебной и профессиональной, в том числе и научно-исследовательской, деятельности.
ПК-11 - готовность использовать современную научную аппаратуру и современные методы физико-химического анализа при проведении научных исследований (рентгеноструктурный анализ)	Знает основные физические и физико-химические методы исследования веществ (элементный анализ, газовая и жидкостная хроматография, УФ-, ИК-, ЯМР- спектроскопия, масс-спектрометрия), применяемые в исследовании и установлении строения органических соединений.
	Умеет ориентироваться в методах получения и исследования качества (оригинальности) лекарственных веществ (препаратов) современными физико-химическими методами исследования

ПК-12 - способность представлять результаты научно-исследовательской работы в виде краткого доклада, презентации, научного отчета, научной публикации (обзоры, статьи, тезисы докладов), автореферата кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области органической химии нормами и правилами	Знает основные методы представления и оформления результатов проведенных научных исследований, содержание и структуру научных статей, обзоров, докладов, презентаций, научных отчетов, кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области медицинской химии нормами и правилами; знает взаимосвязь медицинской химии с другими смежными науками, методики преподавания химии
	Умеет ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по химии биологически активных веществ, самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению новых лекарственных средств для решения конкретных задач фармации и фармацевтической химии, применять полученные знания и опыт в оформлении научно-исследовательских результатов (научные статьи и обзоры, доклады, презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация), преподавании химических дисциплин.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			4
Общая трудоемкость	зач. ед.	5	5
	час	180	180
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		34	34
Лекции		34	34
Практические занятия		0	0
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		146	146
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)			Зачет

3. Система оценивания

Лабораторные работы и практические занятия

Не предусмотрено

Примерные задания для проведения контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

Перечень примерных вопросов для зачета приведен в пункте 6.1.

Оценочные средства для промежуточного контроля не предусмотрено

Аспирант получает зачет по результатам работы в семестре.

Для получения зачета необходимо присутствовать на всех лекционных занятиях, выполнить запланированные контрольные работы, подготовить и доложить презентацию на выбранную тему об актуальных проблемах химии лекарственных веществ.

При условии, что аспирант набирает за работу не менее 70 баллов, он получает зачет автоматически. В противном случае сдает его устно, по билетам.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

Форма тематического плана для очной формы обучения

№ 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	Биологически активные вещества	20	2	0	0	
2	Синтез лекарственных веществ алифатического ряда	20	4	0	0	
3	Лекарственные вещества алициклического ряда	20	4	0	0	
4	Синтез производных ароматического ряда	20	4	0	0	
5	Химия лекарственных веществ с базовым гетероциклическим фрагментом	20	4	0	0	
6	Синтез производных пиррола, индола, оксазола, тиазола	20	4	0	0	
7	Синтез лекарственных веществ, содержащих шестичленные гетероциклы	20	4	0	0	
8	Производные гетероциклов с несколькими гетероатомами	20	4	0	0	
9	Лекарственные вещества, содержащие семичленный гетероцикл	20	4	0	0	
10	Химия лекарственных веществ. Зачет	0	0	0	0	4
11	Итого (часов)	180	34	0	0	

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Планы лекционных занятий

Тема 1. Биологически активные вещества

Введение. Определение биологически и фармакологически активных веществ. Эволюция органической химии лекарственных веществ. Современные требования к лекарственным веществам. Стадии биологического изучения лекарственного вещества. Основы стратегии создания новых синтетических лекарственных веществ. Связь «структура — биологическая активность». Химические аспекты воздействия лекарственных веществ на функции организма человека. Свойства лекарственных веществ: хорошая растворимость или полная нерастворимость; липофильность (способностью растворяться в

жирах) и способность проникать через мембраны клетки. Транспорт через плазматическую мембрану. Строение клетки. Типы и функции мембран. Взаимодействие биологически активных веществ с рецепторами. Типы связей. Ферменты – белковые специфические катализаторы биохимических реакций. Принципиальная схема разработки нового лекарственного вещества. Классификация лекарственных веществ. Основные болезни человека и ведущие группы лекарственных веществ на современном фармацевтическом рынке.

Тема 2. Синтез лекарственных веществ алифатического ряда

Алкилгалогениды для наркоза. Группа противораковых веществ с дихлордиэтиламинным фармакофором. Алканола, аминоалканола и их эфиры. Нейромедиатор ацетилхолин и холиномиметики. Альдегиды и кислоты. Витамины F и B15. Аминокислоты. Производные альфа-аминокислот. Витамин U. Эндогенные олигопептиды. Производные бета-аминокислот. Витамин B3. Производные гамма-аминомасляной кислоты. Нейротропные средства. Витамин B7. Другие аминокислоты.

Тема 3. Лекарственные вещества алициклического ряда

Замещенные циклогексаны. Витамин A. Противозачаточные и противовоспалительные вещества на основе циклопентафенантрена. Синтез витамина D. Камфора. Производные адамантана в качестве антивирусных средств.

Тема 4. Синтез производных ароматического ряда

Аминоалкилбензолы в качестве психостимуляторов, антибиотиков и гормонов. Антигистаминные препараты группы диарилметана. Антисептики и адреноблокаторы фенольного ряда. Аминофенолы в качестве обезболивающих и противотуберкулезных средств.

Производные о-гидроксibenzoиной кислоты. Аспирин. Анестетики и противотуберкулезные средства на основе *n*-аминобензойной кислоты.

Производные *n*-аминобензолсульфокислоты с антибактериальным и диуретическим действием. Оксопроизводные нафталина. Витамин K1. Оксолин.

Тема 5. Химия лекарственных веществ с базовым гетероциклическим фрагментом

Синтез противоопухолевых веществ группы азиридина и оксирана. Антибиотики, содержащие четырехчленное азетидиновое ядро. Бактамы и карбапенемы. Пенициллины. Моксалактам. Цефалоспорины. Лекарственные вещества на основе пятичленных гетероциклов. Синтез производных фурана.

Витамин C. Антибактериальные нитрофураны. Противоязвенные препараты ранитидин, лупитидин и их гетероаналоги.

Тема 6. Синтез производных пиррола, индола, оксазола, тиазола

Производные пирролидина в качестве ноотропных и антигипертензивных средств. Производные индола.

Макроциклические соединения с тетрапиррольной основой. Оксазолидины. Антибиотик циклосерин. Антипиретики и анальгетики пиразолинового ряда. Имидазолы с противопаразитарной, антигипертензивной и другой биоактивностью. Производные тиазола. Витамин B. Психостимуляторы с оксадиазольным и тетразольным гетероциклом.

Тема 7. Синтез лекарственных веществ, содержащих шестичленные гетероциклы

Производные пирана с витаминной (витамин E), антигипертензивной и другой активностью. Синтез лекарственных веществ пиридинового ряда. Витамин B5 и противотуберкулезные средства на основе пиридинкарбоновых кислот. Антидоты, витамин B6 и некоторые другие лекарственные вещества с пиридиновым ядром. Антигипертензивные вещества с 1,4-дигидропиридиновой основой. Производные тетрагидропиридинон. Анальгетики и транквилизаторы пиперидинового ряда. Производные хинолина с антималярийным и антибактериальным действием. Изохинолины в качестве спазмолитиков и трипаноцидов.

Тема 8. Производные гетероциклов с несколькими гетероатомами

Производные пиримидинон. Снотворные на основе триоксопиримидинон.

Противораковые средства диоксопиримидинового ряда. Производные пиримидинон с антивирусной (антиСПИДной) и антимикробной активностью. Производные пиперазина и пиридазина. Бензотиазины. Нейролептики фенотиазинового ряда. Пуриновые основания в качестве стимулирующих и анти-вирусных агентов. Производные аденозинфосфорной кислоты. Производные птеридина с витаминной (витамины B3 и B2) и противораковой активностью.

Тема 9. Лекарственные вещества, содержащие семичленный гетероцикл

Антидепрессанты дибензазепинового ряда. Транквилизаторы группы 1,4-бензодиазепина. Производные азабициклооктанов в качестве спазмолитиков и анестетиков. Лекарственные препараты на основе хинуклидина. Производные азабициклононанов в качестве анальгетиков. Группа пентазоцина. Морфин, его агонисты и антагонисты.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Виды СРС
1	Биологически активные вещества	Чтение обязательной и дополнительной литературы
2	Синтез лекарственных веществ алифатического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы
3	Лекарственные вещества алициклического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы
4	Синтез производных ароматического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы
5	Химия лекарственных веществ с базовым гетероциклическим фрагментом	Чтение обязательной и дополнительной литературы
6	Синтез производных пиррола, индола, оксазола, тиазола	Чтение обязательной и дополнительной литературы
7	Синтез лекарственных веществ, содержащих шестичленные гетероциклы	Чтение обязательной и дополнительной литературы
8	Производные гетероциклов с несколькими гетероатомами	Чтение обязательной и дополнительной литературы

9	Лекарственные вещества, содержащие семичленный гетероцикл	Чтение обязательной и дополнительной литературы
---	---	--

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

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

Перечень контрольных вопросов для зачета:

1. Эволюция органической химии лекарственных веществ
2. Стратегия создания синтетических лекарственных препаратов
3. Классификация лекарственных веществ по лечебному действию, по источникам получения и по химическому строению
4. Синтез лекарственных веществ алифатического ряда.
5. Синтез лекарственных веществ алициклического ряда.
6. Синтез лекарственных веществ с гетероциклическим фрагментом.
7. Особенности воздействия наркотических препаратов на организм человека и связь со строением последних.
8. Классификация биологически активных органических соединений.
9. Принципы химической номенклатуры.
10. Влияние заместителей на реакционную способность ароматических соединений. Биомедицинское значение известных ароматических соединений и возможности органической химии в синтезе новых биологически активных веществ.
11. Химические свойства ненасыщенных карбонильных соединений, их медико-биологическое значение.
12. Физиологически активные шестичленные гетерофункциональные производные гетероциклического ряда.
13. Шести- и семичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Биомедицинское значение.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

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	<p>ПК-10 - способность использовать знания законов и теорий органической химии в самостоятельной научно-исследовательской деятельности по направленному синтезу соединений с полезными свойствами или новыми структурами, в установлении их структуры, в исследовании реакционной способности и получении научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по профилю подготовки 02.00.03 Органическая химия</p>	<p>Знает цели и методы научных исследований в области химии биологически активных и лекарственных веществ, историю и эволюцию органической химии лекарственных веществ, ее современное состояние, основные виды и классификации лекарственных препаратов, основные проблемы и перспективы развития данной области знаний.</p> <p>Умеет ориентироваться и применять естественнонаучные знания в методологии органического синтеза лекарственных веществ в учебной и профессиональной, в том числе и научно-исследовательской, деятельности.</p>	<p>Реферат, доклад, устный (или письменный) ответ на экзамене.</p> <p>Работа с современной российской и зарубежной литературой по тематике дисциплины.</p> <p>Подготовка презентации по проработанным публикациям.</p> <p>Научный доклад по рассматриваемым темам.</p> <p>Критический анализ литературных источников, предложение путей для более достоверной формы представления результатов и постановке задач для комплексного решения проблемы.</p>	<p>При оценивании выступлений учитывается: подготовка презентации, содержательность доклада, ответы на вопросы, участие в дискуссии по предложенной теме.</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>
---	---	--	---	--

2	<p>ПК-11 - готовность использовать современную научную аппаратуру и современные методы физико-химического анализа при проведении научных исследований</p>	<p>Знает основные физические и физико-химические методы исследования веществ (элементный анализ, газовая и жидкостная хроматография, УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия), применяемые в исследовании и установлении строения органических соединений.</p>	<p>Реферат, доклад, презентация, устный (или письменный) ответ на экзамене Работа на современном аналитическом оборудовании.</p>	<p>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 обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".</p>
		<p>Умеет ориентироваться в методах получения и исследования качества (оригинальности) лекарственных веществ (препаратов) современными физико-химическими методами исследования</p>	<p>устный (или письменный) ответ на экзамене</p>	
3	<p>ПК-12 - способность представлять результаты научно-исследовательской работы в виде краткого доклада, презентации, научного отчета, научной публикации (обзоры, статьи, тезисы докладов), автореферата кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области органической химии нормами и правилами.</p>	<p>Знает основные методы представления и оформления результатов проведенных научных исследований, содержание и структуру научных статей, обзоров, докладов, презентаций, научных отчетов, кандидатской диссертации в соответствии с принятыми в области медицинской химии нормами и правилами; знает взаимосвязь медицинской химии с другими смежными науками, методики преподавания химии</p>	<p>Доклад и презентация по проводимым обучающимся исследованиям в теоретической и практической областях.</p>	<p>При оценивании выступлений учитывается: подготовка презентации, содержательность доклада, ответы на вопросы по теме презентации, участие в дискуссии по предложенной теме. Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий.</p>

		<p>Умеет ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по химии биологически активных веществ, самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению новых лекарственных средств для решения конкретных задач фармации и фармацевтической химии, применять полученные знания и опыт в оформлении научно-исследовательских результатов (научные статьи и обзоры, доклады, презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация), преподавании химических дисциплин.</p>	<p>Подготовка статьи и тезисов докладов по теме исследования. Разработка плана лекции и лабораторного занятия по одному из выбранных химических дисциплин.</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. Носова, Э. В. Химия гетероциклических биологически активных веществ : учебное пособие / Э. В. Носова. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — 204 с. — ISBN 978-5-7996-1143-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98397> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие / Л. В. Коваленко. — 3-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 323 с. — ISBN 978-5-9963-2625-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70702> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература:

1. Химия биологически активных веществ и жизненных процессов: учебное пособие / Е. В. Антина, М. А. Волкова, К. В. Дамрина, С. О. Кручин. — Иваново : ИГХТУ, 2015. — 303 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69968> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Биометаллоорганическая химия: учебное пособие / под редакцией Ж. Жауэна ; перевод с английского В. П. Дядченкр, К. В. Зайцева. — 2-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 505 с. — ISBN 978-5-9963-2403-3. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66354> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Интернет – ресурсы и периодические издания:

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
<http://chemport.ru/>
<https://www.scopus.com/>
<http://moya-shkola.info/> <http://knigozilla.ru/>
<http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>

7.4. Современные базы данных и информационные справочные системы:

Для поиска необходимой литературы, научных статей и другой информации используются информационные справочные системы, в том числе и Электронно-библиотечные системы (ЭБС), находящиеся в подписке ТюмГУ, например, ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>), МЭБ (<https://icdlib.nspu.ru/>); НЭБ (<https://rusneb.ru/>); Базы данных, доступные в рамках национальной подписки: *American Chemical Society* (<https://www.acs.org/content/acs/en.html>); *Cambridge University Press* (<https://www.cambridge.org/core>); *Royal Society of Chemistry* (<https://pubs.rsc.org/>); журналы издательства *Wiley* (<https://onlinelibrary.wiley.com>). Другие базы данных, находящиеся в свободном доступе в сети Интернет, в частности, ScienceDirect, Wileylibrary, PubChem и Google Scholar, а также базы данных Reaxys и SciFinder.

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 (ACD/ChemSketch, Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций.
- Платформа для электронного обучения *Microsoft Teams*

ПО, находящееся в свободном доступе:

1. программный комплекс ACDLabs (ACD/NMR Processor Academic Edition) (академическая версия доступна на сайте производителя http://www.acdlabs.com/resources/freeware/nmr_proc/);

2. программный комплекс ChemBioDraw (пробная версия доступна на сайте <http://scistore.cambridgesoft.com/ScistoreSoftwareDisplay.aspx?Trial=Trial/>).

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

Для чтения лекций необходимо наличие аудиторий, оснащенных мультимедийной техникой (компьютер, проектор и др.).

Для самостоятельной работы аспирантов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

Материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включает в себя: учебные лаборатории органического синтеза (ауд. 106 корп. 5А), (ауд. 102, корп. 5А), (ауд.115, корп. 5А), учебно-научные лаборатории НОЦ «Химическая экспертиза и экологическая безопасность» (ауд. 116 и 117, корп. 5А), лаборатория экологических исследований (ауд. 101, корп. 5А). Лаборатории оснащены необходимыми приборами (электронные весы, магнитные мешалки, плитки, колбогревы, роторные испарители и др.), в том числе и современным научным оборудованием и приборами (собственное оборудование

ЦКП) - газовый хроматограф Trace GC Ultra (Thermo Electron) с масс-селективным детектором DSQ II; Газовый хроматограф с масс-селективным детектором SCION SQ (Bruker); Спектрофлуориметр RF 5301 PC (Shimadzu); Жидкостный хроматограф Agilent 1200 (Agilent Technologies) с tandemным квадрупольным масс-спектрометром с источником ионизации электроспрей и химической ионизацией под атмосферным давлением Applied Biosystems/MDS Sciex API 2000 LC/MS/MS (Applied Biosystems); Аппаратно-программный комплекс «Кристалл 5000.2» на базе газовых хроматографов с системой захлаживания термостата и программой обработки «Хроматэк ДНА» (Хроматэк); Абсорбционный спектрофотометр УФ- и видимой области Agilent 8453 (Agilent Technologies); Жидкостной хроматограф с диодно-матричным детектором Agilent 1100 (Agilent Technologies); ИК-Фурье спектрометр Agilent Cary 630 FTIR; Двухлучевой УФ-, ВИД-спектрофотометр Shimadzu UV-2600; Хроматомасс-спектрометр Agilent 5977B GC/MSD с многофункциональной системой для пиролитической хроматографии EGA/PY-3030D (Frontier, Япония); Система жидкостной хроматографии Agilent 1260 Infinity II с времяпролетным масс-спектрометром высокого разрешения Agilent 6545B Q-TOF).

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



УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Института химии

Т.А. Кремлева Т.А. Кремлева

2 марта 2020 года

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению

04.06.01 Химические науки

Направленность: физическая химия, органическая химия

Аспирантура

форма обучения: очная

Паничев С.А., Кремлева Т.А. Экологически безопасный нефтехимический синтез. Рабочая программа для обучающихся по направлению 04.06.01 Химические науки. Направленность: физическая химия, органическая химия. Форма обучения: очная. Тюмень, 2020, 11 стр.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, утверждено Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №869.

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

1. Пояснительная записка

Цель дисциплины: обзор и анализ основных экологических проблем, связанных с основными процессами нефтехимического синтеза, что полезно для эффективного освоения основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) по направлению 04.06.01 Химические науки и подготовки кандидатской диссертации.

Задачи дисциплины: освоение аспирантами следующих вопросов:

- источники экологической опасности в нефтепереработке;
- методы контроля экологической опасности в нефтепереработке;
- методы повышения экологической безопасности нефтехимических процессов.

1.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экологически безопасный нефтехимический синтез» является факультативной и входит в блок ФТД учебных планов всех профилей по направлению 04.06.01 Химические науки.

Освоение дисциплины «Экологически безопасный нефтехимический синтез» необходимо для повышения эрудиции выпускников аспирантуры и выполнения диссертационного исследования.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающиеся должны владеть теоретическими представлениями в области нефтехимического синтеза, а также в области экологии и рационального природопользования.

По результатам освоения курса аспиранты должны:

Знать: теоретические основы нефтехимии (строение и реакционная способность органических молекул, механизмы нефтехимических реакций, основы органического анализа), основные принципы организации промышленной переработки нефтяного сырья, экологические проблемы и способы их преодоления.

Уметь: собирать и анализировать научную, технологическую и статистическую информацию; планировать научные исследования в области нефтехимии, обрабатывать экспериментальные данные, подготавливать к публикации статьи и тезисы докладов.

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

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает способы анализа и оценки современных научных достижений в области физической (органической) химии, способы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Умеет проводить критический анализ и оценку современных научных достижений в области выбранного научного направления, способен к генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач физической (органической) химии, а также в междисциплинарных областях

ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает основные приемы осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области (физическая химия/органическая химия) с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	Умеет самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области (физическая химия/органическая химия) с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов	Часов в семестре
			3 семестр
Общая трудоемкость	зач. ед.	2	2
	час	72	72
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		22	22
Лекции		12	12
Практические занятия		10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		72	72
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, кандидатский экзамен)			Зачет

3. Система оценивания

Критерии оценивания работы обучающихся:

- 1) Качество освоения учебного материала (умение аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач);
- 2) Проработанность всех аспектов задания, оформление материала в соответствии с требованиями, соблюдение установленных сроков представления работы на проверку;
- 3) Степень самостоятельности, творческой активности, инициативности аспирантов, наличие элементов новизны в процессе выполнения заданий.

Для получения зачета обучающиеся должны освоить теоретические основы инструментальных методов исследования, подготовить реферат и презентацию по нему, выполнить текущие контрольные работы и ответить на вопросы к зачету.

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

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	ной работы
1	2	3	4	5	6	7
1	Источники экологической опасности в нефтехимии	24	4	3	0	0
2	Методы определения нефтяных загрязнений и экологический мониторинг. Количественная оценка опасных воздействий.	24	4	3	0	0
3	Основные направления и методы снижения экологического риска	24	4	4	0	0
5	Зачет	0	0	0	0	2
	Итого часов	72	12	10	0	2

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

Планы лекционных занятий

Тема 1. Источники экологической опасности в нефтехимии

Выделение в атмосферу попутных углеводородных и растворенных (N_2 , CO_2 , H_2S и др.) газов. Буровые шламы. Химические реагенты, используемые для повышения нефтеотдачи пласта.

Разливы нефти и нефтепродуктов на водных и грунтовых поверхностях.

Побочные продукты при химической переработке нефти (газовые выбросы, сточные воды, продукты осмоления, кубовые остатки и др.).

Аварийные выбросы.

Тема 2. Количественная оценка опасных воздействий и анализ риска

Токсичность. Экотоксиканты. Методы оценки воздействия на организм человека, классы опасности химических веществ. ПДК, методы установления ПДК, типы ПДК. Пороговая концентрация острого и хронического действия. Совместное действие токсических веществ. Аддитивное воздействие. Синергизм и антагонизм. ПДВ. Первичное и вторичное загрязнения.

Экологическое нормирование. Предельно-допустимая экологическая нагрузка, критерии оценки. Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов

окружающей среды. Биоиндикация. Особенности биоиндикации. Общие экологические требования к производствам. Определения безотходной технологии.

Экологическая экспертиза проектов. Основы безопасной работы производств. Аварии на химически опасных объектах (ХОО), основные причины возникновения аварийных ситуаций. Надежность оборудования. Потенциально опасные процессы. Предупреждение аварийных ситуаций. Понятие об экологическом паспорте предприятия. Категории опасности предприятий. Основные подходы к экологизации производственных процессов.

Тема 3. Основные направления и методы снижения экологического риска от загрязнения окружающей среды

Методы очистки производственных выбросов в атмосферу. Пути предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Методы предотвращения загрязнения гидросферы, очистка сточных вод. Методы ликвидации вредных последствий. Принципы создания комплексных малоотходных технологий. Разработка замкнутых циклов использования природных ресурсов. Научные предпосылки реализации концепции устойчивого развития общества.

Тема 4. Методы определения нефтяных загрязнений и экологический мониторинг

Аналитические методы контроля за состоянием окружающей среды. Приоритетные контролируемые параметры окружающей среды. Концепция и структура системы мониторинга, принципы ее функционирования. Роль мониторинга в анализе и предупреждении опасного развития последствий глобальных антропогенных воздействий.

Лабораторные методы определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды (воздух, вода, почвы).

Планы практических занятий

Тема 1. Источники экологической опасности в нефтехимии (4 час.).

Выделение в атмосферу попутных углеводородных и растворенных (N_2 , CO_2 , H_2S и др.) газов. Буровые шламы. Химические реагенты, используемые для повышения нефтеотдачи пласта. Разливы нефти и нефтепродуктов на водных и грунтовых поверхностях. Побочные продукты при химической переработке нефти (газовые выбросы, сточные воды, продукты осмоления, кубовые остатки и др.). Аварийные выбросы.

Тема 2. Количественная оценка опасных воздействий и анализ риска (4 час.).

Токсичность. Экотоксиканты. Методы оценки воздействия на организм человека, классы опасности химических веществ. ПДК, методы установления ПДК, типы ПДК. Пороговая концентрация острого и хронического действия. Совместное действие токсических веществ. Аддитивное воздействие. Синергизм и антагонизм. ПДВ. Первичное и вторичное загрязнения.

Экологическое нормирование. Предельно-допустимая экологическая нагрузка, критерии оценки. Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов окружающей среды. Биоиндикация. Особенности биоиндикации.

Общие экологические требования к производствам. Экологическая экспертиза проектов. Основы безопасной работы производств. Аварии на химически опасных объектах (ХОО), основные причины возникновения аварийных ситуаций. Надежность оборудования. Потенциально опасные процессы. Предупреждение аварийных ситуаций. Понятие об экологическом паспорте предприятия. Категории опасности предприятий. Основные подходы к экологизации производственных процессов.

Тема 3. Основные направления и методы снижения экологического риска от загрязнения окружающей среды (8 час.).

Методы очистки производственных выбросов в атмосферу. Пути предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Методы предотвращения загрязнения гидросферы, очистка сточных вод. Методы и ликвидации вредных последствий. Принципы создания комплексных малоотходных технологий. Разработка замкнутых циклов использования природных ресурсов.

Тема 4. Методы определения нефтяных загрязнений и экологический мониторинг (8 час.).

Аналитические методы контроля за состоянием окружающей среды. Приоритетные контролируемые параметры окружающей среды. Концепция и структура системы мониторинга, принципы ее функционирования. Роль мониторинга в анализе и предупреждении опасного развития последствий глобальных антропогенных воздействий. Лабораторные методы определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды (воздух, вода, почвы).

Образцы средств для проведения текущего контроля

Оценочное средство 1. Устный опрос

Проводится по теоретическому материалу на практических занятиях. Для подготовки необходимо проработать лекцию и прочитать рекомендуемую литературу по теме. Устный опрос может проводиться в форме индивидуального собеседования или собеседования в малых группах по вопросам.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать потенциальную экологическую опасность указанного предприятия нефтедобычи или нефтехимии.
2. Указать основные причины разливов нефти.
3. Указать основные причины аварийных выбросов на предприятиях нефтехимии.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать токсичность основных компонентов нефтей и нефтепродуктов (алканы и циклоалканы, арены, смолы и асфальтены).
2. Перечислить возможные экологические риски для конкретного предприятия нефтедобычи или нефтепереработки, дать их количественную оценку.
3. Дать сравнительную оценку потенциальной опасности для нескольких однотипных нефтехимических производств.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить основные способы борьбы с выбросами в атмосферу.
2. Перечислить основные способы борьбы с загрязнениями природных вод.
3. Перечислить основные способы борьбы с загрязнениями почв.
4. Перечислить принципы создания комплексных малоотходных технологий

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить основные лабораторные методы определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды (воздух, вода, почвы).
2. Дать сравнительный анализ нескольких лабораторных методов определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды в отношении их точности и чувствительности.

Оценочное средство 2. Реферат

Примерная тематика рефератов

1. Экологические проблемы добычи и транспортировки нефти
2. Разливы нефти и нефтепродуктов
3. Проблема утилизации попутных газов
4. Аварии на предприятиях нефтехимии: причины и последствия
5. Методы утилизации производственных отходов на нефтехимических производствах
6. Токсичность основных компонентов нефти
7. Методы количественного определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды
8. Методы экологического мониторинга на предприятиях нефтедобычи и нефтепереработки
9. Безотходные технологии в нефтехимии

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Источники экологической опасности в нефтехимии	Работа с литературой, источниками, собеседование
2.	Количественная оценка опасных воздействий. Анализ риска.	Работа с литературой, источниками, собеседование. Доклад на семинаре
3.	Основные направления и методы снижения экологического риска от загрязнения окружающей среды	Работа с литературой, источниками, собеседование
4.	Методы определения нефтяных загрязнений и экологический мониторинг	Работа с литературой, источниками, собеседование Доклад на семинаре

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

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.

Критерии оценки самостоятельной работы аспирантов:

- 1) качество освоения учебного материала (умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач);
- 2) проработанность всех аспектов задания, оформление материала в соответствии с требованиями, соблюдение установленных сроков представления работы на проверку;
- 3) степень самостоятельности, творческой активности, инициативности студентов, наличие элементов новизны в процессе выполнения заданий.

Итоги работы аспирантов подводятся во время контрольных недель, сроки которых определяются графиком учебного процесса.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

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

Форма проведения промежуточной аттестации – зачет. Зачет проводится устно в форме собеседования по прилагаемому ниже примерному перечню вопросов.

Перечень контрольных вопросов для зачета

1. Основные источники экологической опасности в нефтедобыче.
2. Основные источники экологической опасности в нефтепереработке.
3. Методы количественной оценки опасных воздействий и анализа риска.
4. Экотоксиканты, их токсичность.
5. Методы оценки воздействия экотоксикантов на организм человека.
6. Классы опасности химических веществ. ПДК, методы установления ПДК, типы ПДК. Пороговая концентрация острого и хронического действия. Совместное действие токсических веществ. Аддитивное воздействие. Синергизм и антагонизм. ПДВ. Первичное и вторичное загрязнение.
7. Экологическое нормирование. Предельно-допустимая экологическая нагрузка, критерии оценки.
8. Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов окружающей среды.
9. Биоиндикация. Особенности биоиндикации.
10. Общие экологические требования к производствам.
11. Экологическая экспертиза проектов. Основы безопасной работы производств.
12. Аварии на химически опасных объектах (ХОО), основные причины возникновения аварийных ситуаций. Потенциально опасные процессы. Предупреждение аварийных ситуаций.
13. Понятие об экологическом паспорте предприятия. Категории опасности предприятий.
14. Основные подходы к экологизации производственных процессов.
15. Методы очистки производственных выбросов в атмосферу.
16. Пути предотвращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
17. Методы предотвращения загрязнения гидросферы, очистка сточных вод.
18. Методы ликвидации вредных последствий.
19. Принципы создания комплексных малоотходных технологий. Разработка замкнутых циклов использования природных ресурсов.
20. Аналитические методы контроля за состоянием окружающей среды.
21. Приоритетные контролируемые параметры окружающей среды.
22. Концепция и структура системы мониторинга, принципы ее функционирования. Роль мониторинга в анализе и предупреждении опасного развития последствий глобальных антропогенных воздействий.
23. Лабораторные методы определения нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды (воздух, вода, почва).

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Оценочные материалы	Критерии оценивания
-------	--------------------------------	---------------------	---------------------

1	<p>УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>устный ответ, реферат, презентация</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» имеет представление о способах анализа и оценки современных научных достижений, оценке уровня исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Оценка «хорошо» знает о наиболее распространенных и общепринятых способах анализа и оценки современных научных достижений, оценке уровня исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, владеет навыками экспериментальной работы в выбранной области знаний</p> <p>Оценка «отлично» знает современные, оптимальные способы анализа и оценки современных научных достижений, способен к самостоятельной оценке уровня исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, уверенно владеет навыками экспериментальной работы в выбранной области знаний</p>
	<p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>устный ответ, реферат, презентация</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» знает основные приемы ведения научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, умеет применять эти знания на практике</p> <p>Оценка «хорошо» знает о современных, надежных способах ведения научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, умеет самостоятельно применять эти знания на практике</p> <p>Оценка «отлично» знает современные, оптимальные способы ведения научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, умеет самостоятельно применять эти знания на практике, может обоснованно выбирать</p>

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

7.1 Основная литература:

1. Соромотин, Андрей Владимирович
Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири : моногр. / А. В. Соромотин ; Тюм. гос. ун-т. – Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2010. – 320 с. ; 20 см. – (Тюменский государственный университет - региону и стране). – Библиогр. : с. 294-320. – ISBN 978-5-400-00339-4 : 347.60 р.
2. Полихлорбифенилы: проблемы экологии, анализа и химической утилизации / Т. И. Горбунова [и др.] ; отв. ред. В. Н. Чарушин; Ин-т орган. синтеза УрО РАН. - Москва: Красанд; Екатеринбург: УрО РАН, 2011. - 400 с.
3. Промышленная экология. Часть 2. Технологические системы производства : учебное пособие / составители В. И. Гвоздовский. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 116 с. — ISBN 978-5-9585-0386-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20506.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2 Дополнительная литература:

1. Тетельмин, В. В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе : [учеб. пособие] / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - Москва; Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 352 с.
2. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа. 2006.
3. Джирард, Дж. Е. Основы химии окружающей среды : [учеб. пособие] : пер. с англ. / Дж. Е. Джирард. - Москва: Физматлит, 2008. - 640 с.
4. Долгоносков, Б. М.. Механизмы и кинетика деструкции органического вещества в водной среде / Б. М. Долгоносков, Т. Н. Губернаторова. - Москва: Красанд, 2011. - 208 с.
5. Современные проблемы экологии и природопользования : учебно-методическое пособие / Т. Г. Зеленская, И. О. Лысенко, Е. Е. Степаненко, С. В. Окрут. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. — 124 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47355.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Гвоздовский, В. И. Промышленная экология. Часть 1. Природные и техногенные системы : учебное пособие / В. И. Гвоздовский. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2008. — 268 с. — ISBN 978-5-9585-0291-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20505.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

1. <http://www.nglib.ru/index.jsp> - портал научно-технической информации «Нефть и газ»
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека,
3. <http://www.twirpx.com/> - информационно-технический сайт «Все для студента»
4. <http://window.edu.ru/>
5. Oil Gas Journal - www.ogj.com
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – Информационный портал "Студенту вуза" – <http://studentu-vuza.ru/>;
7. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление - www.geoinform.ru
8. Нефтегазовая вертикаль - www.ngv.ru

9. Нефть и капитал - www.oilcapital.ru
10. Нефть России. Oil of Russia - www.press.lukoil.ru
11. Нефтяное хозяйство - www.oil-industry.ru

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

Использование типовых компьютерных программ (Excel, Word, PowerPoint) для решения вычислительных задач, составления отчетов и презентаций

Программы для осуществления дистанционного проведения занятий: Microsoft Teams, Zoom и т.п.

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

- Работа с Интернетом
- Работа с информационным порталом БМК ТюмГУ

Учебные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием, с возможностью демонстрации видео, с выходом в Интернет, позволяющие работать в дистанционном режиме.

