

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстиков

29 марта 2022 г.

ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
Рабочая программа
для обучающихся по научной специальности
1.4.3. Органическая химия
форма обучения (очная)

Кулаков И.В. Химия природных соединений. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.4.3. Органическая химия, форма обучения (очная). Тюмень, 2022.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждены приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г., № 951.

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

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

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 научной специальности 1.4.3. 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.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

ПК-7 - 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 научной специальности 1.4.3. Органическая химия;

ПК-8 - готовность использовать современную научную аппаратуру и современные методы физико-химического анализа при проведении научных исследований;

ПК-9 - 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.

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- **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.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
			4
Общий объем	зач. ед.	3	3
	час	108	108

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	50	50
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен)	36	Диф. зачет 36

4. Система оценивания

4.1. 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.

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета по билетам. При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

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
1	Введение в химию природных соединений. Основные классы и классификация природных соединений.	2	2	0	0	0
2	Изопреноиды. Структура,	2	2	0	0	0

	классификация.					
3	Сексвитерпеноиды. Дитерпеноиды.	2	2	0	0	0
4	Сестертерпеноиды. Тритерпеноиды. Каротиноиды. Стерины.	2	2	0	0	0
5	Гетероциклические ароматические соединения	4	2	2	0	0
6	Свойства флавоноидов	2	0	2	0	0
7	Алкалоиды и другие азотсодержащие вещества. Классификация алкалоидов. Структура и реакционная способность	4	2	2	0	0
8	Производные индолизина, тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом	2	0	2	0	0
9	Алкалоиды и антибиотики с азоловыми, азиновыми и другими гетероциклами. Изопреноидные алкалоиды	2	0	2	0	0
10	Консультация перед зачетом	2	0	0	0	2
11	Дифференцированный зачет	34	0	0	0	34
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

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). Сесквитерпеновые лактоны. Бициклические, пренилированные циклические и трициклические сексвитерпеноиды. Макроциклические сексвитерпеноиды.

Дитерпеноиды. Ациклические, моноциклические и бициклические дитерпеноиды (тип лабдана и энт-лабдана (эперуана)). Трициклические дитерпеноиды (основные типы абьетана, 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 β -карболиновые алкалоиды. Акридоновые алкалоиды.

Тема 9. Алкалоиды и антибиотики с азоловыми, 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.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ Темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1	Биологически активные вещества	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
2	Синтез лекарственных веществ алифатического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
3	Лекарственные вещества алициклического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
4	Синтез производных ароматического ряда	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
5	Химия лекарственных веществ с базовым гетероциклическим фрагментом	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
6	Синтез производных пиррола, индола, оксазола, тиазола	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
7	Синтез лекарственных веществ, содержащих шестичленные гетероциклы	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
8	Производные гетероциклов с несколькими гетероатомами	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций
9	Лекарственные вещества, содержащие семичленный гетероцикл	Чтение обязательной и дополнительной литературы. Проработка лекций

Формы контроля самостоятельной работы:

- чтение обязательной и дополнительной литературы – проверка и анализ конспектов лекций и учебной литературы, устные опросы и контрольные задания, доклады в виде презентаций на практических занятиях;

- подготовка презентаций и докладов – заслушивание и обсуждение устных докладов, сообщений, выступлений.

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

7.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета по билетам. Собеседование имеет целью выявление уровня освоения дисциплины, характеризующего знания обучающегося в соответствии с определенными компетенциями.

Перечень вопросов для дифференцированного 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 b-карболиновых алкалоидов.
30. Изопреноидные алкалоиды.

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

8.1 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: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Носова, Э. В. Химия карбоциклических биологически активных веществ : учебное пособие / Э. В. Носова, Н. Н. Мочульская. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 156 с. — ISBN 978-5-7996-1576-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98425> (дата обращения: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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: 21.03.2022). — Режим доступа: по подписке.

4. 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: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Дополнительная литература:

1. Основы биохимии вторичного обмена растений : учебно-методическое пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Еρμοшин, 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: 21.03.2022). — 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: 21.03.2022). — 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: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Георгиевский, В. П. Биологически активные вещества лекарственных растений / Георгиевский В. П., Комиссаренко Н. Ф., Дмитрук С. Е. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - 333 с.

5. Комов В.П. Биохимия: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 655500 «Биотехнология» / В.П.Комов, В.Н. Шведова, М. : Дрофа, 2004 .- 639с.

6. Племенков В.В. Введение в химию природных соединений / В.В.Племенков, Казань, 2001. 376 с.

7. Корулькин, Д.Ю. Природные флавоноиды / Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов, Р.А. Музычкина, Г.А. Толстикова, Рос. акад. наук, Сиб. отд., НИОХ. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. - 232 с.

8. Гидранович, В.И. Биохимия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по биологическим специальностям / В. И. Гидранович, А. В. Гидранович., 2-е изд. Минск: ТетраСистемс, 2014, -528 с.

8.3 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>

<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425336.html>

8.4. 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.

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

- Работа в сети Интернет.
- Работа с информационным порталом Библиотеки 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/>).

10. 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).

11. Средства адаптации преподавания дисциплины 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

Регулярное чтение выпусков научных, в том числе и обзорных журналов по органической химии (Химико-фармацевтический журнал, Журнал органической химии, Химия природных соединений, Доклады АН, Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, Medicinal Chemistry Research, ACS Medicinal Chemistry Letters, European journal of medicinal chemistry, Journal of Organic Chemistry, Molecules, Organic and Biomolecular Chemistry, Tetrahedron, Известия РАН. Серия химическая).

Самостоятельное планирование и исследований в области синтеза и исследования природных соединений и установления их структуры с помощью современных инструментальных методов и подходов.

Качество освоения учебного материала оценивается по умению аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач, по степени проработанности всех аспектов задания, оформлению материала, соблюдению установленных сроков представления работы на проверку, степени самостоятельности,

творческой активности, наличие элементов новизны и оригинальности подхода при выполнении заданий.