

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ПФИЦ УрО РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПФИЦ УрО РАН
член-корреспондент РАН
А.А. Барях
«___» июля 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Органическая химия»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 04.06.01 «Химические науки»
(код и наименование)

Профили программы аспирантуры 02.00.03 «Органическая химия»
02.00.15 «Кинетика и катализ»

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1-2 Семестр: 1-4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 144

Виды контроля с указанием семестра:

Зачеты (1,2,3)
Экзамен (4)

Пермь 2017 г.

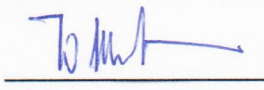
Учебно-методический комплекс дисциплины
«Органическая химия»
(полное наименование дисциплины)

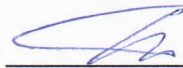
разработан на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации, № 869 от 30.07.2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки»;
- Паспорта научной специальности 02.00.03 «Органическая химия», разработанного Экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки от 25.02.2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальности, по которым присуждаются учёные степени» (редакция от 14.12.2015 г.);
- Программы кандидатского минимума научной специальности 02.00.03 «Органическая химия»

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин

1. Физическая химия
2. Физико-химические методы анализа
3. Современные методы установления структуры органических соединений участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик программы: д.х.н., профессор  Ю.В. Шкляев

Рецензент: д.х.н., профессор  А.Н. Масливец
заведующий кафедрой органической химии Пермского государственного
национального исследовательского университета

Рабочая программа рассмотрена и одобрена объединённым Учёным советом
ПФИЦ УрО РАН, протокол № 1 от 3.07.2017 г.

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование системы знаний, умений и навыков, необходимых в научно-исследовательской деятельности, связанной с разработкой и применением методов современной органической химии для получения практически важных органических и элементоорганических соединений.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции:**

- Способность проводить научные исследования в области органической химии (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

формирование знаний:

- создание углубленного представления о современной органической химии, о её месте среди других химических наук, в синтезе активных реагентов и биологически активных соединений;
- формирование глубокого понимания общих закономерностей органического синтеза.

формирование умений:

- использовать теоретические основы органической химии, базовые принципы дизайна функциональных молекул и методы их исследования в исследовательской деятельности.

формирование навыков:

- теоретического анализа результатов экспериментальных исследований в области химии, методов планирования эксперимента и обработки результатов, систематизации и обобщения информации, как уже имеющейся в литературе, так и самостоятельно полученной в ходе исследования.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- законы органической химии;
- физико-химические основы процессов химической технологии;
- экспериментальные и теоретические методы изучения вещества и физико-химических процессов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая химия» относится к *вариативной* части Блока 1 при освоении ООП ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (направленности 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ»).

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить и продемонстрировать следующие знания, умения и навыки:

• **знать:**

- теоретические положения, описывающие строение молекул органических соединений, механизмы реакций с участием молекул органических соединений;
- современные экспериментальные методы, используемые в химических исследованиях;
- базовые принципы дизайна функциональных молекул.

• **уметь:**

- формулировать цели и задачи исследования;
- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач органической химии;
- анализировать полученные экспериментальные данные.

• **владеть:**

- основными методами исследований в органической химии.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний физической химии, физико-химических методов анализа, современных методов установления структуры органических соединений.

Связь с последующими этапами программы аспирантуры

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы для эффективного завершения аспирантуры, подготовки и написания диссертации по специальностям 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ».

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-1.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции
	Способность проводить научные исследования в области органической химии
Код ПК-1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность проводить научные исследования в области синтеза активных реагентов и биологически активных соединений

2.2 Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - теоретические положения о строении молекул органических соединений, механизмах реакций с участием молекул органических соединений (код 31 ПК-1); - базовые принципы дизайна функциональных молекул (код 32 ПК-1)	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля
Умеет: - формулировать цели и задачи исследования (код У1 ПК-1); - анализировать полученные экспериментальные данные (код У2 ПК-1)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
Владеет: - основными методами исследования в органической химии (код В1 ПК-1)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Направление подготовки: 04.06.01 «Химические науки» (направленности: 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ»).

Форма обучения: очная.

Общая трудоёмкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа).

Объём и виды учебной работы:

Таблица 1

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч				
		по семестрам				всего
		3				
1	2	1-й	2-й	3-й	4-й	4
1	Аудиторная работа:					
	- лекции (Л)	2	2	2	2	8
	- практические занятия (ПЗ)	4	2	2	2	10
2	Самостоятельная работа (СР)	27	29	29	27	112
3	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	1	1	4
4	Итоговая аттестация по дисциплине	2	2	2	4	10
5	Форма итогового контроля	зачёт	зачёт	зачёт	экзамен	
6	Трудоёмкость дисциплины, всего:	36	36	36	36	144
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	1	1	1	1	4

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Тематический план

Таблица 2

Раздел дисциплины	Номер темы дисциплины	Виды занятий и количество отведённых часов					Итоговый контроль	Трудоёмкость, ч/ЗЕ
		Аудиторная работа			СР	КСР		
		Всего	Лекции	ПЗ				
1	1	2	2	-	6	0,5	-	8,5/0,24
	2	-	-	-	8	0,5	-	8,5/0,24
	3	2	-	2	7	-	-	9/0,25
	4	4	-	2	6	-	-	8/0,22
Всего по разделу		6	2	4	27	1	2	36/1
2	5	2	2	-	9	0,5	-	11,5/0,32
	6	2	-	2	10	-	-	12/0,33
	7	-	-	-	10	0,5	-	10,5/0,29
Всего по разделу		4	2	2	29	1	2	36/1
3	8	2	2	-	7	-	-	9/0,25
	9	-	-	-	8	0,5	-	8,5/0,24
	10	2	-	2	7	-	-	9/0,25
	11	-	-	-	7	0,5	-	7,5/0,21
Всего по разделу		4	2	2	29	1	2	36/1
4	12	2	2	-	6	-	-	8/0,22
	13	-	2	-	8	0,5	-	8,5/0,24
	14	2	-	2	6	-	-	8/0,22
	15	-	-	-	7	0,5	-	7,5/0,21
Всего по разделу		4	2	2	27	1	4	36/1
ИТОГО:		18	12	10	112	4	10	144/4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Природа химических связей в молекулах органических соединений. Общие представления о механизмах реакций органических соединений. Реакции у sp^3 -гибридизованного атома углерода
(Л – 2, ПЗ – 4, СР – 27)

Тема 1. Общие понятия и положения теоретической органической химии

Электронное строение атома углерода. Электроотрицательность. Шкалы электроотрицательности Полинга, Сандерсона, Малликена. Гибридизация атомных орбиталей атома углерода и других атомов, входящих в состав органических молекул. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Полярность и поляризуемость ковалентных связей. Индуктивный эффект.

Тема 2. Количественная оценка реакций органических соединений

Поверхность потенциальной энергии и её сечение вдоль координаты реакции. Переходное состояние и активированный комплекс. Принцип Белла-Эванса-Поляни и постулат Хэммонда. Количественная оценка влияния

заместителей на равновесные процессы. Принцип линейности свободных энергий. Уравнение Гаммета. Ро- и сигма-константы. Развитие теории Гаммета. Прямое полярное сопряжение. Уравнение Брауна-Окамото. Нуклеофильные и электрофильные константы. Уравнение Юкавы-Цуно.

Тема 3. Реакции замещения у sp^3 -гибризованного атома углерода

Механизм реакций радикального замещения атома водорода в алифатическом ряду (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, сульфоокисление. Стадии инициирования, роста и обрыва цепи. Влияние природы субстрата и реагента.

Механизмы нуклеофильного замещения галогена в алифатическом ряду. Механизм S_N2 . Влияние природы субстрата, реагента, уходящей группы и растворителя на ход реакции. Классификация активированных комплексов реакций.

Механизмы электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Механизмы S_E1 и S_E2 . Влияние природы субстрата, реагента, уходящей группы на ход реакции. Стереохимия реакции.

Тема 4. Реакции элиминирования у sp^3 -гибризованного атома углерода

Реакции элиминирования в алифатическом ряду. Механизмы $E1$, $E2$ и $E1cB$. Влияние природы субстрата, реагента, уходящей группы и растворителя на ход реакций. Стереохимия реакции. Регионаправленность процесса. Правила Зайцева и Гофмана.

Раздел 2. Реакции у sp^2 -гибризованного атома углерода, молекулярные перегруппировки и перициклические реакции (Л – 2, ПЗ – 2, СР – 29)

Тема 5. Реакции электрофильного, нуклеофильного и радикального присоединения к кратным связям

Реакции электрофильного присоединения к кратным связям. Механизм реакции $AdE2$. Катионы «открытого» и «закрытого» типов. Регионаправленность реакции. Правило Марковникова. Стереохимия реакций $AdE2$. Реакции присоединения к диенам.

Реакции нуклеофильного присоединения к кратным связям. Влияние заместителей. Реакции присоединения (AdN) к карбонильной группе. «Простые» и «сложные» реакции нуклеофильного присоединения.

Реакции радикального присоединения к кратным связям. Механизм реакций AdR . Регионаправленность процесса. Правило Караша.

Тема 6. Молекулярные перегруппировки

Нуклеофильные внутримолекулярные перегруппировки. Механизм пинакон-пинаколиновой, ретропинаколиновой перегруппировок. Перегруппировки с участием секстетного атома азота (Вагнера-Меервейна, Гофмана, Лоссеня, Курциуса, Бекмана).

Электрофильные внутримолекулярные перегруппировки (Виттига, Фаворского, Стивенса). Радикальные перегруппировки.

Тема 7. Перициклические реакции

Анализ перициклических реакций по Эвансу. Ароматическое и неароматическое переходные состояния. Переходные состояния типа Хюккеля и Мебиуса. Правила Дьюара-Циммермана. Описание согласованных реакций по Дьюару-Циммерману.

Типы и особенности согласованных перициклических реакций. Метод МО ЛКАО. Орбитали полиенов. Симметрия молекулярных орбиталей. Корреляционные диаграммы Гунда. Принцип сохранения орбитальной симметрии Вудварда-Хоффмана.

Супра- и антароповерхностные процессы. Реакции [2+2]- и [4+2]-циклоприсоединения. Правило «непересечения». Запрещенные и разрешенные по симметрии процессы. Электроциклические реакции. Конротаторные и дисротаторные процессы. Правила отбора по симметрии.

Сигматропные перегруппировки. Миграция водорода и неводородных групп. Правила отбора по симметрии. Перегруппировки Кляйзена и Коупа.

Хелетропные реакции. Линейные и нелинейные хелетропные процессы. Правила отбора по симметрии.

Раздел 3. Гетероциклические и природные соединения

(Л – 2, ПЗ – 2, СР – 29)

Тема 8. Общая характеристика гетероциклических соединений.

Пятичленные гетероциклы и их бензоаннелированные аналоги: фуран, тиофен, пиррол, бензофуран, индол

Строение и спектральные характеристики фуранов, пирролов, тиофенов. Общий обзор их реакционной способности. Фураны: реакции и методы синтеза (реакции с электрофильными реагентами, реакции с окислителями, реакции С-металлирования, электроциклические и фотохимические реакции, синтезы фуранов, биологически активные производные фурана. Пирролы: реакции и методы синтеза. Тиофены: реакции и методы синтеза.

Тема 9. Шестичленные гетероциклы и из бензоаннелированные аналоги: пиридин, хинолин, изохинолин

Строение и спектральные характеристики шестичленных ароматических гетероциклов. Синтез ароматических гетероциклических соединений (общие подходы и реакции). Пиридины: реакции с электрофильными реагентами, реакции с нуклеофильными реагентами, реакции со свободными радикалами, реакции с восстановителями, окси- и аминопиридины, алкилпиридины, пиридиновые альдегиды и кислоты, четвертичные соли пиридиния, N-оксиды пиридина, синтезы пиридинов. Хинолины и изохинолины: реакции с окислителями, реакции с нуклеофильными реагентами, реакции со свободными радикалами, амино- и окси-хинолины, амино- и окси-изохинолины (изохинолоны). Алкилхинолины. N-оксиды и четвертичные соли хинолинов и изохинолинов. Синтезы хинолинов и изохинолинов. Биологически активные соединения ряда хинолина и изохинолина.

Тема 10. Природные соединения: терпеноиды, стероиды, липиды

Биосинтез и химический синтез стероидов (синтез Торгова) и др.. Глюкокортикоиды и половые гормоны. Биосинтез монотерпенов, дитерпеноидов и тритерпеноидов. Характерные представители и их биологическая активность.

Тема 11. Алкалоиды ряда пиррола, пиридина, хинолина, изохинолина, индола

Биосинтез и представители алкалоидов ряда пиррола, пиридина, хинолина. Синтез хинина из индольных иридоидных алкалоидов. Алкалоиды тропанового ряда (атропин, гиосциамин и др.). Биосинтез и химический синтез тропанов по Робинсону. Алкалоиды индольного ряда. Иридоидные индольные алкалоиды: биосинтез и биологически активные представители.

Раздел 4. Основные методы органического синтеза

(Л – 2, ПЗ – 2, СР – 27)

Тема 12. Методы образования углерод-углеродной связи

Основные принципы органического синтеза. Литий- и магнийорганические соединения в органическом синтезе. Купратные реагенты в реакциях С-С сочетания. Использование ацетиленов в синтезе ациклических соединений. Алкилирование енолятов. Альдольная реакция. Реакция Михаэля в полном синтезе органических соединений. Олефинирование карбонильной группы. Реакции Виттига и Хорнера-Уордсворта-Смита.

Тема 13. Методы образования углерод-углеродной связи с использованием металлокомплексного катализа

Общая характеристика палладиевых катализаторов. Реакция Хека. Кросс-сочетание с использованием металлоорганических соединений: реакции Сузуки, Стилле, Соногаширы, Негиши. Метатезис олефинов. Кросс-метатезис, метатезис с замыканием цикла. Метатезис ацетиленов.

Тема 14. Методы образования циклических систем

Методы образования трехчленных, четырехчленных, пятичленных циклов. Анионные и катионные циклизации в синтезе циклогексановых систем. Реакция Дильса-Альдера в синтезе природных соединений. Органокатализ в органическом синтезе. Применение N-гетероциклических карбенов в органокатализе.

Тема 15. Синтез энантиомерно чистых соединений

Энантиоселективное восстановление карбонильной группы. Стехиометрические восстановители на основе алюмогидрида лития. Восстановление по Кори-Бакши-Шибата. Восстановление на хиральных комплексах рутения(II).

Реакции энантиоселективного окисления: эпоксирирование по Шарплессу, эпоксирирование по Джекобсену, эпоксирирование по Ши. Асимметрическое дигидроксилирование алкенов. Энантиоселективная альдольная конденсация. Энантиоселективное алкилирование. Энантиоселективные реакции Дильса-Альдера. Энантиоселективные еновые реакции.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Реакции замещения у sp^3 -гибридизованного атома углерода	Собеседование	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	4	Реакции элиминирования у sp^3 -гибридизованного атома углерода	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	6	Молекулярные перегруппировки	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины.

				Темы творческих заданий.
4	10	Природные соединения: терпеноиды, липиды	соединения: стероиды,	Собеседование. Творческое задание
5	14	Методы образования циклических систем		Собеседование. Творческое задание
				Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
				Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Таблица 4

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Общие понятия и положения теоретической органической химии	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Количественная оценка реакций органических соединений	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Реакции замещения у sp^3 -гибридизованного атома углерода	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Реакции элиминирования у sp^3 -гибридизованного атома углерода	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Реакции электрофильного, нуклеофильного и радикального присоединения к кратным связям	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Молекулярные перегруппировки	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Перициклические реакции	Творческое	Темы

			задание	творческих заданий
8	8	Общая характеристика гетероциклических соединений. Пятичленные гетероциклы и их бензоаннелированные аналоги: фуран, тиофен, пиррол, бензофуран, индол	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Шестичленные гетероциклы и их бензоаннелированные аналоги: пиридин, хинолин, изохинолин	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Природные соединения: терпеноиды, стероиды, липиды	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Алкалоиды ряда пиррола, пиридина, хинолина, изохинолина, индола	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	12	Методы образования углерод-углеродной связи	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
13	13	Методы образования углерод-углеродной связи с использованием металлокомплексного катализа	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14	14	Методы образования циклических систем	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Синтез энантиомерно чистых соединений	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

4.6. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Органическая химия» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий следует приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, обеспечивающие достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программе.

Лекционные занятия. Это – одна из форм учебных занятий, цель которого состоит в рассмотрении основных положений и теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме. Конечная цель лекций – овладение изучаемыми теоретическими знаниями в степени, необходимой для продолжения обучения и изучения последующих дисциплин.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты являются не пассивными слушателями, а активными участниками занятия, отвечающими на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия. Целью практических занятий является формирование практических умений: (а) учебных, необходимых в учебной деятельности по освоению учебных дисциплин, и (б) профессиональных, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом в процессе обучения аспирантов доминирует активность. Роль преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

Самостоятельная работа. Это – планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Самостоятельная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (повторение пройденного учебного материала по конспектам, рекомендованной преподавателем учебной и научной литературе; изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельное освоение;

- подготовку к практическим занятиям (выполнение домашних заданий в виде задач, упражнений и т.д.).

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Органическая химия» представлен в виде Приложения к Рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения самостоятельной работы обучающихся дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

При самостоятельной работе аспирантам следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из основного и дополнительного перечня;
- ресурсы "Интернет";
- методические указания по освоению дисциплины.

8.2. Перечень учебной литературы

1. Смит В., Бочков А., Кейпл Р. Органический синтез. Наука и искусство. М.: Мир, 2001.
2. Заикин В.Г., Варламов А.В., Микая А.И., Простаков Н.С. Основы масс-спектрометрии органических соединений. М.: Наука, 2001.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>,
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
3. Национальная Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: <http://нэб.рф>.

8.4. Перечень программного обеспечения

Таблица 5

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Назначение программного продукта
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
2	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Office 2007 Professional	Подготовка отчетов по творческому заданию

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- помещений, находящихся в собственности «ИТХ УрО РАН»;
- оборудования, обеспечивающего проведение научно-исследовательской работы;
- вычислительного телекоммуникационного оборудования;
- других материально-технических ресурсов

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 6

№ п. п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебный класс	«ИТХ УрО РАН»	112	36	4
2	Лекционный зал	«ИТХ УрО РАН»	118	72	70
3	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	201	36	5
4	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	202	36	5
5	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	310	36	5
6	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	311	36	5
7	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	314	36	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 7.

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер помещения
1	2	3	4	5
1	- Мультимедиа проектор для демонстрации презентаций - Персональные компьютеры для проведения расчетов и анализа результатов	2 5	Собственность	Помещения № 112, 118, 310, 311, 314
2	Специализированное лабораторное оборудование для проведения исследований: - Аппарат для автоматического определения температуры плавления, модель SMP40 (Stuart Company, Великобритания); - Ванна ультразвуковая Elmasonic S40H (Elma, Германия); - Весы аналитические EX224 (Ohaus, Швейцария); - Весы лабораторные SPU 123 (Ohaus, Швейцария); - Испаритель роторный Hei-VAP Value G3 (Heidolph, Германия); - Испаритель роторный LABOROTA 4000 (Heidolph, Германия); - Колонка капиллярная DB-35MS (Agilent, США); - Контроллер температуры ЕКТ Hei Con G (Heidolph, Германия); - Мешалка магнитная MR Hei-Standard (Heidolph, Германия); - Хроматографическая система FLASH 40-M; - ЯМР-спектрометр Mercury 300plus NMR (Varian, США); - Инфракрасный спектрометр IFS 66S (Bruker, Германия); - ИК-Фурье спектрометр Vertex 80V (Bruker, Германия); - Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 6890 (Agilent, США); - Автоматический анализатор элементного состава LECO CHNS-932 (Leco, США)	15	Собственность	Помещения 311 201 202 314 310 314 202 314 314 314 ПГНИУ, 10 201 201 202 202