

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
органической и биоорганической химии  
протокол от «21» декабря 2021 г. № 1

Согласовано:  
Декан  
химического факультета

Зав. кафедрой



/Р.Ф. Талипов



/Р.М.Ахметханов  
«9» марта 2022 г

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ  
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Органическая химия**  
Вариативная часть

Направление подготовки  
04.06.01 – Химические науки  
Направленность подготовки  
«Органическая химия»

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):



/ д.х.н., проф., зав.кафедрой органической и биоорганической химии  
Р.Ф.Талипов



/ д.х.н., доц., профессор кафедры органической и биоорганической химии  
Э. Р.Латыпова

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры органической и биоорганической химии, протокол от «21» декабря 2021г. № 7.

Зав. кафедрой



/Р.Ф. Талипов

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	22
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы	22
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	23
Приложение №1, 2	26

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения <sup>1</sup>		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<b>Знать:</b> - основные концепции в рамках современной органической химии и тенденции её развития; - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной органической химии/	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	
Умения	<b>Уметь:</b> - применять знание методологических принципов, категорий и терминов современной органической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>Владеть:</b> – навыками анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов - основными методологическими принципами современной органической химии -	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	
Знания	<b>Знать:</b> - основные направления, проблемы, теории современной органической химии	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов	

	ской химии - систему методологических принципов и методических приёмов органического синтеза	предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	
Умения	<b>Уметь:</b> - применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых-органиков	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>Владеть:</b> – навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной органической химии - навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	
Знания	<b>Знать:</b> - основные методы и приёмы синтетической органической химии - новейшие методы исследований и синтеза молекул органических соединений	ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях	
Умения	<b>Уметь:</b> - оценивать альтернативные варианты построения скелета органических соединений	ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>Владеть:</b> - навыками оценки различных синтетических	ПК-3 способностью использования современных методов исследо-	

	<p>подходов к молекулам органических соединений</p> <p>- навыками самостоятельного исследования различных синтетических подходов к молекулам органических соединений</p>	<p>вания и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях</p>	
--	--	--	--

## 2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая химия» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре – очная форма обучения, на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах – заочная форма обучения.

Целью дисциплины «Органическая химия» является подготовка обучающихся к сдаче кандидатского экзамена по специальности 02.00.03 – Органическая химия.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин, как «Органическая химия» «Избранные главы химии», «Избранные органической химии», основы которых даются при обучении по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно» (2)	«Удовлетворительно» (3)	«Хорошо» (4)	«Отлично» (5)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> -основные концепции в рамках современной органической химии и тенденции её развития; - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной органической химии/	Отсутствие знаний	Неполные представления - об основных концепциях в рамках современной органической химии, - о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной органической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлении - об основных концепциях в рамках современной органической химии, - о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной органической химии	Сформированные систематические представления о – об основных концепциях в рамках современной органической химии, - о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной органической химии
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> применять знание методологиче-	Отсутствие умений	В целом, успешное, но не систематическое применение	В целом, успешное, но содержащее	Сформированное умение применять методологические принципы, кате-

	ских принципов, категорий и терминов современной органической химии		методологических принципов, категорий и терминов современной органической химии	отдельные пробелы, применение методологических принципов, категорий и терминов современной органической химии	гории и термины современной органической химии
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> навыками анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов, основными методологическими принципами современной органической химии	Отсутствие навыков	В целом, успешное, но непоследовательное - владение основными методологическими принципами современной органической химии, - владение основными методологическими принципами современной органической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, - применение навыков анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов, - владение основными методологическими принципами современной органической химии.	Успешное и систематическое - применение навыков анализа основных проблем современной лингвистики, её направлений и методов, - владение основными методологическими принципами.

#### Код и формулировка компетенции

ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня ос-	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно» (2)	«Удовлетворительно» (3)	«Хорошо» (4)	«Отлично» (5)



	воения компетенций)				
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> - основные направления, проблемы, теории современной органической химии, - систему методологических принципов и методических приёмов органического синтеза	Отсутствие знаний	Неполные представления - об основных направлениях, проблемах, теориях современной органической химии, - о системе методологических принципов и методических приёмов органического синтеза	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления - об основных направлениях, проблемах, теориях современной органической химии, - о системе методологических принципов и методических приёмов органического синтеза.	Сформированные систематические представления – об основных направлениях, проблемах, теориях современной органической химии, - о системе методологических принципов и методических приёмов органического синтеза.
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых-органиков	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-органиков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-органиков	Сформированное умение применять на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-органиков
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> -навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной органической химии, - навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опы-	Отсутствие навыков	В целом, успешное, но не систематическое, - применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной органической химии, - владение навыками критического обобщения	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, - применение навыков анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов, - владение основными методологическими принципами современной органической химии.	Успешное и систематическое - применение навыков анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов, - владение основными методологическими принципами современной органической химии.

	та.		предшествующего научного опыта.	принципами современной органической химии.	
--	-----	--	---------------------------------	--	--

Код и формулировка компетенции

ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Неудовлетворительно» (2)	«Удовлетворительно» (3)	«Хорошо» (4)	«Отлично» (5)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> - основные методы и приёмы синтетической органической химии, - новейшие методы исследований и синтеза молекул органических соединений	Отсутствие знаний	Неполные представления - об основных подходах органического синтеза, - о новейших методах органической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы - представления об основных аспектах органической химии, - о новейших методах органической химии.	Сформированные систематические представления - об основных аспектах органической химии, - о новейших методах органической химии
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> оценивать альтернативные варианты построения скелета органических соединений	Отсутствие умений	В целом, успешное, но не систематическое умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов органической	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного	Сформированное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов органического синтеза

			химии	анализа методов органической химии	
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> навыками - оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений, - самостоятельного исследования различных синтетических подходов к молекулам органических соединений	Отсутствие навыков	В целом, успешное, но не систематическое - применение навыков оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений, - владение навыками оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, - применение навыков оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений, - владение навыками оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений	Успешное и систематическое - применение навыков оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений, - владение навыками оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> -основные концепции в рамках современной органической химии и тенденции её развития; - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной органической химии/	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	Письменный опрос, кандидатский экзамен

2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> применять знание методологических принципов, категорий и терминов современной органической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	Письменный опрос, кандидатский экзамен
3-й этап Владения	<b>Владеть:</b> навыками анализа основных проблем современной органической химии, её направлений и методов, основными методологическими принципами современной органической химии	ПК-1 способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ, понятийно-категориального и терминологического аппарата современной общей и синтетической органической химии	Письменный опрос, кандидатский экзамен
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> - основные направления, проблемы, теории современной органической химии, - систему методологических принципов и методических приёмов органического синтеза	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	Письменный опрос, кандидатский экзамен
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> применять на практике достижения отечественных и зарубежных ученых-органиков	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	Письменный опрос, кандидатский экзамен

3-й этап Владения	<b>Владеть:</b> -навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной органической химии, - навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта.	ПК-2 способностью к критическому обобщению и применению на практике результатов предшествующих научных исследований, проведённых отечественными и зарубежными химиками-органиками	Письменный опрос, кандидатский экзамен
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> - основные методы и приёмы синтетической органической химии, - новейшие методы исследований и синтеза молекул органических соединений	ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях	Письменный опрос, кандидатский экзамен
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> оценивать альтернативные варианты построения скелета органических соединений	ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях	Письменный опрос, кандидатский экзамен
3-й этап Владения	<b>Владеть:</b> навыками - оценки различных синтетических подходов к молекулам органических соединений, - самостоятельного исследования различных синтетических подходов к молекулам органических соединений	ПК-3 способностью использования современных методов исследования и синтеза молекул органических соединений в собственных научных исследованиях	Письменный опрос, кандидатский экзамен

## Кандидатский экзамен

**Программа кандидатского экзамена по специальности 02.00.03 – Органическая химия состоит из двух блоков:**

### **I. Закономерности строения и реакционного поведения органических соединений**

#### **1. Химическая связь и строение органических соединений**

1.1. Современные представления о природе химической связи.

Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп.

Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Приближение МО-ЛКАО. Метод МО Хюккеля и более строгие квантово-химические методы расчета. Понятие о полуэмпирических методах, основанных на приближении Хартри-Фока (MNDO, AM1, PM3 и др.). Методы *ab initio*. Метод функционала плотности (DFT). Компромиссные подходы (локализованные связи, гибридизация, частичный учет делокализации электронов на примере  $\square\square\square\square$ -приближения).

Теория возмущений МО. Возмущения первого и второго порядков. Индексы реакционной способности. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций.

Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Мезоионные соединения. Антиароматичность.

1.2. Стереохимия. Пространственное строение органических молекул. Пространственное взаимодействие несвязанных атомов и групп, ван-дер-ваальсовы радиусы.

Понятие о конформации молекулы. Вращение вокруг связей: величины и симметрия потенциальных барьеров. Факторы, определяющие энергию конформеров. Влияние эффектов сопряжения на стабильность конформеров. Номенклатура конформеров. Угловое напряжение и другие типы напряжения в циклических системах. Средние циклы и трансаннулярные взаимодействия. Инверсия циклов и азотсодержащих соединений.

Связь конформации и реакционной способности. Принцип Кертвина-Гаммета. Стерический и стереоэлектронный контроль реакций. Стереоселективность и стереоспецифичность.

Пространственное строение этиленовых и диеновых систем. Номенклатура геометрических изомеров. Конформация диенов и триенов. Атропоизомерия.

Энантиомерия. Асимметрия и хиральность. Эквивалентные, энантиотопные и диастереотопные группы; их проявление в химическом поведении молекул в хиральных и ахиральных средах и спектрах ЯМР. Номенклатура оптических антиподов. Неуглеродные атомы как центры хиральности.

Способы получения и разделения энантиомеров. Оптическая чистота и методы её определения. Определение абсолютной и относительной конфигурации. Понятие о дисперсии оптического вращения и круговом дихроизме.

#### **2. Общие принципы реакционной способности**

2.1. Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотношению числа молекул реагентов и продуктов.

Теория переходного состояния. Гиперповерхность потенциальной энергии, координата и энергетический профиль реакции. Термодинамические параметры активации. Кинетические уравнения основных типов реакций. Методы экспериментального изучения кинети-

ки и механизмов реакций. Метод стационарного состояния (принцип Боденштейна). Постулат Хэммонда.

Эмпирический (экстратермодинамический) подход к реакционной способности. Корреляционные уравнения, принцип линейности свободных энергий Гиббса. Уравнения Гаммета и Тафта. Связь

параметров корреляционных уравнений с механизмом реакций.

Принцип ЖМКО; его обоснование на основе теории возмущений МО.

2.2. Количественная теория кислот и оснований. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Понятие pH. Кинетическая и термодинамическая кислотность. Уравнение Бренстеда. Общий и специфический кислотно-основный катализ. Суперкислоты. Функции кислотности. Постулат Гаммета.

2.3. Влияние среды на скорости и равновесие органических реакций. Специфическая и неспецифическая (универсальная) сольватация. Клеточный эффект. Водородная связь. Классификация и шкалы параметров растворителей. Влияние сольватации на скорость и равновесие органических реакций. Уравнения Уинстейна и Грюнвальда, Коппеля-Пальма. Кислотность и основность в газовой фазе.

Ассоциация ионов. Типы ионных пар и доказательства их существования. Влияние ассоциации ионов на их реакционную способность. Уравнение Акри.

Межфазный катализ. Краун-эфиры, криптанды, поданды, катализаторы межфазного переноса. Понятие о супрамолекулярной химии.

2.4. Основные типы интермедиатов.

Карбениевые ионы (карбокатионы). Генерация карбокатионов в растворах и в газовой фазе. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность карбокатионов. Строение карбокатионов. Понятие о неклассических ионах. Основные типы реакций карбокатионов и области их синтетического использования. Скелетные перегруппировки и гидридные сдвиги в карбокатионах.

Карбанионы и СН-кислоты. Влияние структурных и эффектов среды на стабилизацию карбанионов. Основные реакции карбанионов, анионные перегруппировки. Амбидентные и полиидентные анионы. Карбены. Электронная структура, синглетное и триплетное состояние карбенов. Методы генерации карбенов и использование их в органическом синтезе. Нитрены, их генерация, строение и свойства.

Свободные радикалы и ион-радикалы. Методы генерирования радикалов. Электронное строение и факторы стабилизации свободных радикалов. Типы стабильных свободных радикалов. Основы методов ЭПР и ХПЯ. Катион- и анион-радикалы. Методы генерирования и свойства. Основные реакции ион-радикалов. Комплексы с переносом заряда.

### **3. Основные типы органических реакций и их механизмы**

3.1. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2, смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции. Анхимерное содействие и синергетическое ускорение, участие соседних групп, перегруппировки в ходе нуклеофильного замещения. Корреляционные уравнения Суэйна-Скотта и Эдвардса.

3.2. Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у sp<sup>2</sup>-гибридного атома углерода. Винильный катион. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Катализ переходными металлами. Нуклеофильное замещение в нитропроизводных бензола. Нуклеофильное замещение водорода (викариозное замещение). Комплексы Мейзенхаймера. Нуклеофильное замещение в ароматических гетероциклах. *Кине*-замещение.

3.3. Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения SE1, SE2, SEi. Нуклеофильный катализ электрофильного замещения. Влияние структуры субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакций. Замещение у олефинового атома углерода и в ароматическом кольце. Генерирование электрофильных реагентов. Правила

ориентации и их молекулярно-орбитальная интерпретация. Электрофильное замещение других групп, кроме водорода. *Ипсо*-замещение. Кинетические изотопные эффекты.

3.4. Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования E1 и E2. Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при E2-элиминировании. Термическое син-элиминирование.

3.5. Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения, регио- и стереоселективность реакций. Присоединение к сопряженным системам. Катионная полимеризация олефинов. Нуклеофильное присоединение по кратным связям C=C. Механизм процесса. Влияние структуры нуклеофила и субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакции. Реакция Михаэля. Анионная полимеризация олефинов.

3.6. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлоорганических соединений. Реакция Анри. Кислотный и основной катализ присоединения. Енолизация альдегидов и кетонов. Механизм этерификации кислот и получение ацеталей. Конденсации карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных. Нуклеофильное присоединение к альд- и кетиминам и карбоний-иммониевым ионам

(реакция Манниха).

3.7. Перегруппировки в карбокатионных интермедиатах. Классификация перегруппировок: пинаколиновая и ретропинаколиновая, перегруппировка Демьянова. Перегруппировка Вагнера-Мейервейна. Перегруппировки с миграцией к атому азота (Гофмана, Курциуса, Бекмана). Реакция Байера-Виллигера.

3.8. Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции. Полимеризация, теломеризация, реакции автоокисления. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций. Редокс-реакции. Электросинтез органических соединений.

3.9. Молекулярные реакции (*цис-транс*-изомеризация, распад молекул, размыкание циклов). Конротаторные реакции.

3.10. Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда-Гофмана. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки. Перициклические реакции (2+2) и (2+4)-циклоприсоединения. 1,3-диполярное циклоприсоединение.

3.11. Двойственная реакционная способность и таутомерия органических соединений. Прототропные и сигматропные перегруппировки. Правило Корнблума. Кето-енольное равновесие. Нитросоединения и нитроновые кислоты, нитрозосоединения и оксимы. Металлотропия.

3.12. Основы фотохимии органических соединений. Синглетные и триплетные состояния, флуоресценция и фосфоресценция, интеркомбинационная конверсия. Основные типы фотохимических реакций. Явление фотохромизма.

#### **4. Принципы современного органического синтеза и установления строения органических соединений**

4.1. Выбор оптимального пути синтеза. Принцип ретросинтетического анализа. Линейные и конвергентные схемы синтеза. Синтоны и синтетические эквиваленты. Защита функциональных групп. Методы введения и удаления защитных групп.

4.2. Основные пути построения углеродного скелета.

4.3. Методы введения важнейших функциональных групп и пути перехода от одних функций к другим.

4.4. Элементоорганические соединения (производные фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе. Металлокомплексный катализ.

4.5. Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений. Спектроскопия ЯМР, ЭПР, колебательная и электронная спектроскопия, масс- и хромато-масс-спектрометрия. Газожидкостная и жидкостная



хроматография, ионообменная и гельпроникающая хроматография, электрофорез. Рентгеноструктурный анализ и электронография. Рефрактометрия.

4.6. Особенности оборудования и методики проведения реакций в гетерофазных и гетерогенных системах. Современные методы обработки реакционных масс, очистки и выделения продуктов. Проведение реакций на твердых носителях. Принципы комбинаторной химии.

4.7. Техника безопасности и экологические проблемы органического синтеза. “Зелёная химия”. Термохимия органических реакций. Тепловой взрыв.

## **5. Использование ЭВМ в органической химии и информатика**

5.1. Основные представления о применении неэмпирических и полуэмпирических методов квантово-химических вычислений и расчетов методами молекулярной механики для определения электронного и пространственного строения, конформационного состава, теплот образования, энергий напряжения и активации химических реакций, колебательных и электронных спектров, реакционной способности органических соединений.

5.2. Традиционные средства химической информации и методы их использования. Автоматизированные информационно-поисковые системы.

Понятие об эмпирических корреляциях структура-свойство (QSAR, QSPR). Спектроструктурные корреляции. Машинное планирование и поиск путей синтеза органических соединений. Метод расчленения, выбор трансформов, ретронов и синтонов, способов связывания синтонов друг с другом.

## **II. Синтетические методы в органической химии и химические свойства соединений**

### **1. Алканы**

1.1. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений.

1.2. Реакции алканов: галогенирование, сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов в суперкислых средах (дейтериевый обмен и галогенирование).

1.3. Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Типы напряжения в циклоалканах и их подразделение на малые, средние и макроциклы. Конформационный анализ циклогексана, моно- и дизамещенных циклогексанов; аксиальные и экваториальные связи. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность в ряду производных циклогексана на примере реакций замещения, отщепления и окисления. Реакции расширения и сужения циклов при дезаминировании первичных аминов (Демьянов). Сужение цикла в реакции Фаворского ( $\alpha$ -галогенциклоалканоны).

### **2. Алкены**

2.1. Методы синтеза: элиминирование галогеноводородов из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Синтез алкенов из четвертичных аммониевых солей (Гофман), N-окисей третичных аминов (Коуп). Стереоселективное восстановление алкинов. Стереоселективный синтез *цис*- и *транс*-алкенов из 1,2-диолю (Кори, Уинтер). Региоселективный синтез алкенов из тозилгидразонов (Шапиро). Реакция Виттига как региоспецифический метод синтеза алкенов. Основания, используемые в реакции. Стабилизированные и нестабилизированные илиды. Стереохимия реакции. Хемоселективность реакции Виттига. Получение эфиров алкилфосфоновых кислот (Михаэль-Арбузов) и их использование в синтезе алкенов (вариант Виттига-Хорнера-Эммонса). Область применения реакции.

2.2. Реакции алкенов: электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Процессы, сопутствующие AdE-реакциям: сопряженное присоединение, гидридные

и алкильные миграции. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие агенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды. Окисление алкенов до оксиранов (Прилежаев). Понятие об энантиомерном эпоксидировании алкенов по Шарплессу (в присутствии изопропилата титана и эфира L-(+)-винной кислоты). *Цис*-гидроксилирование алкенов по Вагнеру (KMnO<sub>4</sub>) и Криге (OsO<sub>4</sub>). Окисление алкенов галогеном в присутствии солей серебра: *цис*- (Вудворт) и *транс*- (Прево) гидроксилирование. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода по Харашу, сероводорода и тиолов. Аллильное галогенирование по Циглеру. Внутримолекулярная радикальная циклизация 6-галогеналканов при действии трибутилловогидрида. Гетерогенное гидрирование: катализаторы, каталитические яды. Гидрогенолиз связей углерод-гетероатом. Гомогенное гидрирование: катализаторы, механизм. Региоселективность гомогенного гидрирования. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Карбеноиды, их взаимодействие с алкенами.

### **3. Алкины**

3.1. Методы синтеза: отщепление галогеноводородов из дигалогенидов, реакция 1,2-дигидразонов с оксидом ртути (II) и тетраацетатом свинца. Усложнение углеродного скелета алкинов: реакции ацетиленидов натрия и меди, магнийорганических производных алкинов. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

3.2. Реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.

### **4. Алкадиены**

4.1. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского-Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах.

4.2. Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, её типы: карбо-реакция, гетеро-реакция. Диены и диенофилы. *о*-хинодиметаны в качестве диенов. Катализ в реакции Дильса-Альдера. Стереохимия реакции. Региоселективность [4+2]-циклоприсоединения в случае несимметричных диенов и диенофилов. Ретро-реакция Дильса-Альдера. Применение силосидиенов в синтезе алициклов и гетероциклов.

### **5. Спирты и простые эфиры**

5.1. Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот.

5.2. Реакции одноатомных спиртов: замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора и хлористого тионила). Реагенты регио- и стереоселективного замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом). Дегидратация спиртов. Окисление первичных и вторичных спиртов. Реагенты окисления на основе соединений хрома (VI), диоксида марганца и диметилсульфоксида (методы Моффета и Сверна).

5.3. Методы синтеза и реакции двухатомных спиртов. Окислительное расщепление 1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

5.4. Методы синтеза простых эфиров: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование спиртов.

5.5. Реакции простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами.

5.6. Гидропероксиды. Краун-эфиры, их получение и применение в синтезе.

5.7. Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

### **6. Альдегиды и кетоны**

6.1. Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов.

6.2. Реакции альдегидов и кетонов: присоединение воды, спиртов, тиолов. 1,3-Дитианы и их использование в органическом синтезе. Обращение полярности карбонильной группы. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илами фосфора (Виттиг) и серы. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Перегруппировка Бекмана. Взаимодействие альдегидов и кетонов с металлорганическими соединениями. Енамины, их алкилирование и ацилирование. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов как метод усложнения углеродного скелета. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых и кремниевых эфиров енолов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой (Кнёвенагель). Аминометилование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация. Конденсация с нитроалканами (Анри). Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления. Дезоксигенирование альдегидов и кетонов: реакции Клемменсена и Кижнера-Вольфа. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов надкислотами по Байеру-Виллигеру.

6.3.  $\alpha,\beta$ -непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов. Реакция 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил- и диарилкупратов, цианистого водорода, галогеноводородов. Эпоксидирование  $\alpha,\beta$ -непредельных кетонов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов к  $\alpha,\beta$ -непредельным альдегидам и кетонам (Михаэль). Доноры и акцепторы Михаэля. Катализаторы реакции, её обратимость. Ретро-реакция. Реакции анелирования. Вариант Робинсона. Использование  $\beta$ -хлоркетонов и производных оснований Манниха.  $\alpha$ -силилированные винилкетоны (Сторк) и енамины в реакциях анелирования.

## **7. Карбоновые кислоты и их производные**

7.1. Методы синтеза кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот, синтез на основе металлорганических соединений, синтеза на основе малонового эфира.

7.2. Реакции карбоновых кислот: галогенирование по Гелю-Фольгардту-Зелинскому, пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

7.3. Методы получения производных карбоновых кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, нитрилов, амидов. Кетены, их получение и свойства.

7.4. Реакции производных карбоновых кислот: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, металлорганические соединения). Восстановление галогенангидридов до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие галогенангидридов с диазометаном (реакция Арндта-Эйстерта). Восстановление сложных эфиров до спиртов и альдегидов, нитрилов – до аминов и альдегидов комплексными гидридами металлов. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кнёвенагель). Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Особенности эфиров двухосновных кислот (образование карбоциклов) в этих реакциях. Сложные эфиры  $\alpha$ -галогенокислот в реакциях Реформатского. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе.

7.5. Методы синтеза  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот: дегидратация гидроксикислот, реакции Кнёвенагеля, Виттига, Перкина (синтез коричных кислот). Реакции присоединения по двойной связи. Бром- и иодо-лактонизация  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот.

## **8. Синтетическое использование реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду**

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление электрофильного замещения. Сопоставленная и несопоставленная ориентация.

8.1. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование бифенила, нафталина, ароматических аминов и фенола. Получение полинитросоединений. *Inco*-атака и *inco*-замещение в реакциях нитрования. Восстановление нитрогруппы в различных условиях.

8.2. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм галогенирования аренов и их производных.

8.3. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфогруппы.

8.4. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

8.5. Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Особенности ацилирования фенолов, перегруппировка Фриса. Формилирование по Гаттерману-Коху, Гаттерману и Вильсмейеру. Область применения этих реакций.

## 9. Нитросоединения и амины

9.1. Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Анри). Восстановление в амины. Превращение вторичных нитроалканов в кетоны (Мак-Марри).

9.2. Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Синтез аминов с третичным алкильным радикалом (Риттер), взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

9.3. Реакции аминов. Алкилирование и ацилирование. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Окисление третичных аминов до N-оксидов, их термолит (Коуп). Получение нитронов из N,N-диалкилгидроксиаминов. Реакции [3+2]-циклоприсоединения нитронов (образование пятичленных азотистых гетероциклов).

## 10. Методы синтеза и реакции ароматических гетероциклических соединений

10.1. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу. Синтез 3,4-дизамещенных тиофенов по Хинсбергу. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Индолл. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Синтез индола и его производных из 2-ациламинотолуолов (Маделунг). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

10.2. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин. Синтез производных пиридина по Ганчу. Синтез частично гидрированных производных пиридина путем [4+2]-циклоприсоединения (гетерореакция Дильса-Альдера). Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-окиси пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием. 2- и 4-метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

### Образец экзаменационного билета:

1. Теория возмущений МО. Возмущения первого и второго порядков. Индексы реакционной способности. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций.
2. Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Анри). Восстановление в амины. Превращение вторичных нитроалканов в кетоны (Мак-Марри).
3. Предложить схему синтеза  $\alpha$ -глицина.
4. Дополнительный вопрос из программы экзамена.

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

*Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:*

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на дополнительный вопрос.

**4 балла (хорошо)** выставляется аспиранту, если он ответил на все вопросы, однако допустил неточности в определении основных понятий; при ответе на дополнительный вопрос допущены небольшие неточности; дал развернутые ответы на два из трех вопроса из билета и ответил на дополнительный вопрос.

**3 балла (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе вопросы билета им допущены несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

**2 балла (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Вопросы для письменного опроса в течение семестра

1. Пространственное строение органических молекул.
2. Принцип ЖМКО.
3. Теория кислот и оснований.
4. Карбанионы и СН-кислоты.
5. Свободные радикалы и ион-радикалы.
6. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.
7. Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре.
8. Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения  $SE1$ ,  $SE2$ ,  $SEi$ .
9. Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования  $E1$  и  $E2$ .
10. Присоединение по кратным углерод-углеродным связям.
11. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе.

12. Перегруппировки в карбокатионных интермедиатах.
13. Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции.
14. Основы фотохимии органических соединений.
15. Выбор оптимального пути синтеза.
16. Основные пути построения углеродного скелета.
17. Методы введения важнейших функциональных групп и пути перехода от одних функций к другим.
18. Элементоорганические соединения (производные фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе.
19. Металлокомплексный катализ.
20. Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений.
21. Особенности оборудования и методики проведения реакций в гетерофазных и гетерогенных системах.
22. Принципы комбинаторной химии.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература:**

1. . И.И. Грандберг, Н.Л. Органическая химия. – 8 изд. – М.: Юрайт, 2012 – 608 с.
2. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. – Органическая химия [Электронный ресурс]. В 4-х частях. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 – (Классический университетский учебник). — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .-<https://e.lanbook.com/reader/book/84139/#1>
3. В. А. Смит Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман .— 4-е изд.(электронное) .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 753 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-9963-0807-1 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66366](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66366)>.

#### **б) дополнительная литература**

1. Масленникова В. И. Органический синтез : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по спец. 050101.65(032300)и 0011000-химия / В. И. Масленникова, О. С. Серкова, Т. В. Гузеева ; ГОУ ВПО МПГУ, хим.фак-т, каф. орган. химии .— М. : Прометей, 2009 .— 101 с.
2. Основы органической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. Г. Сафаров [и др.] .— М. : Химия, 2012 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/SafarovOrganHimUchPos.2012.pdf>>.
3. Агрономов А.Е. Задачи и упражнения по органической химии / А.Е. Агрономов, Ю.С. Шабаров .— М. : МГУ, 1971 .— 230 с.
4. А.Л. Курц и др. – Задачи по органической химии с решениями. – 3-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 350 с.
5. А.Л. Курц и др. – Задачи по органической химии с решениями. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 264 с.

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины,**

**включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы**

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Электронная библиотека БашГУ»: <https://elib.bashedu.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Базы данных (БД):

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>
2. БД периодических изданий (на платформе EastView): <https://dlib.eastview.com/>
3. SCOPUS: <http://www.scopus.com/>
4. БД периодических изданий «ИВИС».

**Информационные справочные системы:**

1. «Консультант плюс»

**Программное обеспечение:**

1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade.Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса

**6.Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудования	Программное обеспечение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 305 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В),</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 213 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В).</p> <p><b>3.учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</b> аудитория № 305 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32,</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p align="center"><b>Лаборатория № 213</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.набор химической посуды, весы Ohaus SPU-402 электронные, мешалка верхнеприводная RW 11basic 0-2000 об, перемешивающее устройство ПЭ-6500, шкаф лабораторный СПТ-200, рефрактометр, насос вакуумный KNF, колба нагретель, насос вакуумный мембранный НВМ-12, шкаф сушильный КС-65, магнитная мешалка ПЗ-6110, плитка ОКА-4 электрическая.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p>

<p>лит. В).</p> <p><b>4.учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 305 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы обучающихся :</b> читальный зал № 1 (главный корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. А), читальный зал № 2 (физмат корпус - учебное, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. Б), лаборатория № 217 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В).</p> <p><b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 217 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В), лаборатория № 013 (химфак корпус, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Заки Валиди, д. 32, лит. В).</p>	<p><b>Лаборатория № 215</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.набор химической посуды, весы Ohaus SPU-402 электронные, мешалка верхнеприводная RW 11basic 0-2000 об, перемешивающее устройство ПЭ-6500, шкаф лабораторный СПТ-200, рефрактометр, насос вакуумный KNF, колбагреватель, насос вакуумный мембранный НВМ-12, шкаф сушильный КС-65, магнитная мешалка ПЗ-6110, плитка ОКА-4 электрическая.</p> <p><b>Читальный зал № 1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт,Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p><b>Лаборатория № 217</b> Учебная мебель, генератор водорода, насос вакуумный, весы лабораторные ONAUSPA-214 С, аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, деионизатор воды ДВ-10UV, комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» ГХ-1000, компрессор, магнитная мешалка 3-х секционная с подогревом ULABUS-3110, магнитная мешалка MS-H280-Pro, автоматический поляриметр AtagoAP-300, ноутбук ASUS.</p> <p><b>Лаборатория № 418</b> Учебная мебель, факсимильный аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5kBT; 2A,220/0-250V),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolopino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокера-</p>	
---	---	--



	<p>мич.поверх hG-MAG HS, метр-pH pH-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Соре J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Веис1.клавиатура+мышь, принтер Canon i-SENSYS MF3010, pH-метр pH-150МИ с гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIP LF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p> <p><b>Лаборатория № 013</b></p> <p>Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HP LaserJet M1536 DNF MFP (CE538A)128mb, электроплитка</p>	
--	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Органическая химия» на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	36

Формы контроля:  
Кандидатский экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6			
1.	<p><b>Развитие органического синтеза</b></p> <p>Конструктивные и деструктивные органические реакции. Введение и изменение функциональных групп. Защитные группы. Реакции перегруппировки. Фотохимические превращения.</p>	2	-	-	[1]-[3] ОЛ, [1]-[5] ДЛ	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
2.	<p><b>Планирование органического синтеза</b></p> <p>Основные принципы создания скелета органических молекул. Ретросинтетический анализ. Синтоны, обращение полярности. Применение теории графов к вопросам органического синтеза.</p>	-	4	-	[1]-[3] ОЛ, [1]-[5] ДЛ	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен

3.	<b>Основные классы биологически активных веществ</b> Природные низкомолекулярные биорегуляторы растительного и животного происхождения. Синтетические низкомолекулярные биорегуляторы.	-	-	32	[1]-[3] ОЛ, [1]-[5] ДЛ	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
4.	<b>Алкалоиды и терпеноиды растений Европейской части</b> Алкалоиды. Терпены и терпеноиды. Растения как источник возобновляемого сырья.	-	-	32	[1]-[3] ОЛ, [1]-[5] ДЛ	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	64			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»  
(наименование дисциплины)

на 4,5 семестр

заочная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	9

Формы контроля:

Кандидатский экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9
	4 семестр						
1.	<b>Развитие органического синтеза</b> Конструктивные и деструктивные органические реакции. Введение и изменение функциональных групп. Защитные группы. Реакции перегруппировки. Фотохимические превращения.	2	-	14	[1]-[4]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
2.	<b>Планирование органического синтеза</b> Основные принципы создания скелета органических молекул. Ретросинтетический анализ. Синтоны, обращение полярности. Применение теории графов к вопросам органического синтеза.	-	2	16	[1]-[4]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
	5 семестр					Письменный опрос, кандидатский экзамен	
3.	<b>Основные классы биологиче-</b>	-	1	39	[1]-[4]	Изучение рекомен-	Письменный опрос,

	<b>чески активных веществ</b> Природные низкомолекулярные биорегуляторы растительного и животного происхождения. Синтетические низкомолекулярные биорегуляторы.					дуемой литературы	кандидатский экзамен
4.	<b>Алкалоиды и терпеноиды растений Европейской части</b> Алкалоиды. Терпены и терпеноиды. Растения как источник возобновляемого сырья.	-	1	20	[1]-[4]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, кандидатский экзамен
	<b>Всего часов:</b>	2	4	89			