

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от № 9 «09» 06. 2017г.  
Зав. кафедрой Талипов Р.Ф.

Согласовано:  
Председатель УМК химического  
факультета \_\_\_\_\_ /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина Органическая химия

Базовая часть Б.1.Б12.

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки  
Биоорганическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии

Разработчики (составители)	
Д.х.н., профессор	_____ Талипов Р.Ф.
Д.х.н., профессор	_____ Ишмуратов Г.Ю.
Д.х.н., профессор	_____ Биглова Р.З.
К.х.н., доцент	_____ Талипова Г.Р.
К.х.н., доцент	_____ Тухватшин В.С.
К.х.н., доцент	_____ Фаттахов А.Х.
К.б.н., доцент	_____ Гарифутдинов Р.Р.

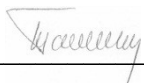
Для приема 2017 г

Уфа 2017 г

Составитель: Талипов Р.Ф., Ишмуратов Г.Ю., Биглова Р.З., Талипова Г.Р., Тухватшин В.С., Фаттахов А.Х., Гарафутдинов Р.Р..


Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от № 9 «09» 06. 2017г

Заведующий кафедрой

 / Талипов Р.Ф.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры органической и биоорганической химии, протокол № 8 от 01.04.2019 г.

Заведующий кафедрой

 / Талипов Р.Ф.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
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	
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	
<i>4.3. Рейтинг-план дисциплины</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

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

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

Результаты обучения <sup>1</sup>		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Знать основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Знать основные понятия и законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Знать основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Знать методы анализа веществ, составляющих живую материю	ПСК-1 понимает принципы и основные признаки живой материи	
	Знать методы анализа ферментов	ПСК-3 знание молекулярных основ биокатализа, метаболизма, наследственности, иммунитета и фоторецепции	

Умения	Уметь применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Уметь использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Уметь Применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Уметь применять знания общих и специфических свойств живой материи при решении профессиональных задач	ПСК -1 понимает принципы и основные признаки живой материи	
	Уметь решать типовые учебные задачи, касающиеся ферментативных превращений	ПСК -3 знание молекулярных основ биокатализа, метаболизма, наследственности, иммунитета и фоторецепции	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	

Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
Владеть основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
Владеть системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
Владеть навыками использования теоретических основ об основных веществах, составляющих живую материю	ПСК -1 понимает принципы и основные признаки живой материи	
Владеть навыками применения ферментативных превращений	ПСК-3 знание молекулярных основ биокатализа, метаболизма, наследственности, иммунитета и фоторецепции	

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Органическая химия» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре и 3 курсе 5 семестре.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Органическая химия» являются, в соответствии с общими целями ООП ВПО, формирование у студентов современных представлений об уровне научных достижений в области современной органической химии, ее актуальных проблемах, знакомство с современными методами направленного получения продуктов тонкого органического синтеза и создания препаратов на их основе для различных областей народного хозяйства.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: При освоении данной дисциплины требуются самые высокие знания, умения и навыки, приобретённые в результате освоения всех предшествующих дисциплин, особенно таких, как физика, высшая математика, общая и неорганическая химия, информатика, аналитическая химия, философия, иностранный язык

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 1. 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

ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Не знает	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй этап (уровень)	Уметь: применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач	Не умеет	Умеет планировать работу и интерпретировать полученные результаты с привлечением теоретических представлений базовых химических дисциплин
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Не владеет	Владеет навыками применения теоретических основ химии при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов

ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Не знает	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: выбирать методы	Не умеет	Может указать несколько



этап (уровень)	диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения		методов исследования конкретного вещества (материала, процесса), сформулировать требования к условиям диагностики, умеет адаптировать стандартные методики эксперимента для решения конкретных задач
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Не владеет	В полном объеме владеет навыками многостадийного синтеза, основными методами диагностики веществ (материалов) и методами обработки результатов эксперимента

***ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений***

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы поиска, обработки и анализа научной информации, правила обработки и оформления результатов поиска, обработки и анализа	Не знает	Имеет общее представление о методах поиска, обработки и анализа научной информации и способах представления результатов поиска, обработки и анализа
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать стандартные методы поиска, обработки и анализа научной информации, правила обработки и оформления результатов поиска, обработки и анализа	Не умеет	Умеет использовать стандартные методы поиска, обработки и анализа научной информации, основные требования к оформлению результатов поиска, обработки и анализа
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками поиска, обработки и анализа научной информации, правила обработки и оформления результатов поиска, обработки и анализа	Не владеет	Владеет методами поиска, обработки и анализа научной информации, правила обработки и оформления результатов поиска, обработки и анализа

***ОПК-6 Знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях***

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знать: Основные характеристики и	Не знает	Знает принципы определения экологической безопасности

(уровень)	свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности		производств, методы предотвращения возможных аварий
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	Не умеет	Умеет определять риски; предвидеть последствия аварии, возникающие в результате отказа работы аппаратуры
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	Не владеет	Владеет методами расчета рисков химических производств. Принципами диагностики химико-технологической системы

**ПК-2** владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	Не знает	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Не умеет	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
Третий этап (уровень)	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	Не владеет	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки

**ПК-3** пониманием основных закономерностей развития химической науки, владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения)	Не зачтено	Зачтено
-------------------------	---	------------	---------

компетенци и	заданного уровня освоения компетенций)		
Первый этап (уровень)	Знать: Основные понятия и законы химии	Не знает	Сформированное и систематизированное представление о химической науке
Второй этап (уровень)	Уметь: Применять основные законы химии	Не умеет	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
Третий этап (уровень)	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Не владеет	Успешное и <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий

**ПК-4** способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Этап освоения компетенци и (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные законы химии и смежных наук	Не знает	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
Второй этап (уровень)	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Не умеет	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
Третий этап (уровень)	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Не владеет	Успешное и системное владение навыками применения основных естественнонаучные законы и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

**ПК – 7** умением представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати)

Этап освоения компетенци и (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Владеть: владеть навыками участия в многосторонней научной беседе, используя в устной речи специфическую	Не владеет	Владеет навыками участия в научной беседе, свободно использует специфическую химическую терминологию

	химическую терминологию		
Второй этап (уровень)	Владеть: устойчивыми навыками профессионального химического языка	Не владеет	Свободно применяет в дискуссии общепрофессиональные химические термины
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками участия в научной дискуссии, применяя разносторонние знания о специфике предприятия (исследовательского института, фирмы и т.д.), в котором студент проводит научные исследования.	Не владеет	Свободно применяет специфические химические термины и знания в научной дискуссии

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

#### **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 <sup>2</sup>	Компетенция	Оценочные средства
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Коллоквиум, тест
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Коллоквиум, тест

<sup>2</sup>Должны соответствовать картам компетенций.

	Знать основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Коллоквиум, тест
	Знать стандартные методы поиска, обработки и анализа научной информации, правила обработки и оформления результатов поиска, обработки и анализа	ОПК-5 Владеть базовыми навыками поиска, и обработки научной информации	Коллоквиум, тест
	Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	ПК- 2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Коллоквиум, тест
	Знать основные понятия и законы химии	ПК- 3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Коллоквиум, тест
	Знать основные законы химии и смежных наук	ПК- 4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Коллоквиум, тест
	Знать: физические свойства материалов и веществ	ПК-7 Владеть: представлениями о природе химического вещества и физических свойств последнего	Коллоквиум, тест
	Уметь применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Коллоквиум, тест

Умения	Уметь выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Коллоквиум, тест
	Уметь: проводить анализ научной информации и формулировку на их основе выводов и предложений	ОПК-5 Владеть базовыми навыками поиска, и обработки научной информации	Коллоквиум, тест
	Уметь использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Коллоквиум, тест
	Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ	ПК- 2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Коллоквиум, тест
	Уметь Применять основные законы химии	ПК- 3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Коллоквиум, тест
	Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК- 4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Коллоквиум, тест
	Уметь: планировать работу с химическими веществами	ПК-7 Способен грамотно работать с химическими веществами различной природы. Имеет четкие представления о природе химического вещества.	Коллоквиум, тест

	Владеть навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Коллоквиум, тест
	Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Коллоквиум, тест
	Владеть базовыми навыками поиска, и обработки научной информации	ОПК-5 Владеет поиска и обработки научной информации из специализированных источников и проводить полный анализ информации	Коллоквиум, тест
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Коллоквиум, тест
	Владеть основами пробоподготовки для проведения различных ФХА.	ПК- 2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Коллоквиум, тест
	Владеть системой фундаментальных понятий химии.	ПК- 3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Коллоквиум, тест
	Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК- 4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Коллоквиум, тест Коллоквиум, тест
	Владеть: принципами адекватной работы с химическими веществами	ПК-7 Показывает уверенное владение при работе с с представленными химическими реактивами	Коллоквиум, тест

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2

**Зачет** является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Перевод оценки из 100-балльной в систему зачет/незачет производится следующим образом:

- зачтено – от 59 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.

**Индивидуальный опрос** проводится после изучения новой темы с целью выяснения наиболее сложных вопросов, степени усвоения информации.

**Групповой опрос** проводится после изучения новой темы с целью выяснения наиболее сложных вопросов, степени усвоения информации, поддержания внимания слушающей аудитории.

**Критерии оценки (в баллах) индивидуального и группового опроса:**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

**Вопросы для индивидуального и группового опроса**

**Введение**

Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы (Г. Льюис). Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия и ее виды. Гомология. Основные функциональные группы. Классификация органических соединений.

**1. Основы номенклатуры органических соединений**

Заместительная номенклатура, ИЮПАК. Понятия родоначальной структуры, характеристических групп. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных, непредельных, ароматических радикалов. Старшинство функциональных групп. Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

Основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров), электронной теории, основные принципы квантовой органической химии. Валентность атомов. Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях, теория взаимного отталкивания электронных орбиталей.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи атомов углерода, физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия, полярность, поляризуемость, дипольный момент, потенциал ионизации. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.

Классификация реагентов и реакций. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены, нитрены, арины и др. Электронное и пространственное строение промежуточных частиц. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Примеры групп с +I-, -I-, +M- и -M-эффектами. Эффект гиперконъюгации (сверхсопряжения). Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.

Кислоты и основания (Й. Бренстед, Г. Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия на примере спиртов, простых эфиров, карбоновых кислот, кетонов и аминов. Константа кислотности  $pK_a$ , константа основности



рК<sub>б</sub>. Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

## 2. Основы стереохимии

Способы изображения пространственного строения молекул с  $sp^3$ гибридизованным углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная (*син*-перипланарная), заторможенная (*анти*-перипланарная), скошенная (*гош*-) конформации.

Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Конфигурация, отличие от конформации. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Принцип R,S-номенклатуры. Определение порядка старшинства заместителей у хирального центра (правило Кана - Ингольда - Прелога). Абсолютная и относительная конфигурации. Проекционные формулы (Э.Фишер). Их построение, правила пользования ими (для соединений с одним асимметрическим атомом углерода). Способы разделения рацематов. Соединения с двумя хиральными центрами. Построение проекций Фишера. Диастереомеры. *Мезо*-формы. *Эритро*- и *трео*-номенклатура. Изображение молекулы данного соединения с помощью различных проекционных формул. Переход от одной проекционной формулы молекулы к другой. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.

Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. *Цис*-, *транс*-; *Z*-, *E*- и *син*-, *анти*-номенклатура.

## 3. Алканы

Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра). Природа C-C- и C-H-связей в алканах. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.

Химические свойства: реакции галогенирования (хлорирование, бромирование, иодирование, фторирование). Энергетика цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование (М.И. Коновалов), сульфохлорирование и окисление. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов (дейтериевый обмен и галогенирование и нитрование в суперкислой среде).

## 4. Алкены

Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Геометрическая изомерия (*цис*-, *транс*- и *Z*-, *E*-номенклатура). Природа двойной связи. Молекулярные  $p$ -орбитали этилена. Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование *виц*-дигалогеналканов. Реакция Гофмана, Виттига, стереоселективное восстановление алкинов.

Химические свойства алкенов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Электрофильное присоединение ( $Ad_E$ ). Общее представление о механизме реакций,  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы, ониевые ионы. Стере- и региоселективность. Правило В.В. Марковникова, индуктивный и мезомерный эффекты. Галогенирование: механизм, стереохимия. Процессы, сопутствующие  $Ad_E$  реакциям: сопряженное присоединение, перегруппировки промежуточных карбокатионов. Гидрогалогенирование: понятие о би- и тримолекулярных механизмах. Гидратация. Промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2. Гидрокси и алкоксимеркурирование. Метатезис алкенов. Регио и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды. Окисление алкенов до оксиранов (Н.А. Прилежаев) и до диолов по Вагнеру ( $KMnO_4$ ) и Криге ( $OsO_4$ ). Стереохимия гидроксирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное

расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в условиях межфазного катализа. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Хараши (механизм), присоединение  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{RSH}$  и тетрагалогенметанов к алкенам и аллильное галогенирование. Молекулярные  $p$ -орбитали аллильного радикала. Радикальная и координационная (металлокомплексная) полимеризация алкенов.

### 5. Алкины

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления, алкилирования терминальных ацетиленов. Получение ацетилена пиролизом метана.

Химические свойства алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов (М.Г. Кучеров), присоединение карбоновых кислот. Восстановление алкинов до *цис*- и *транс*-алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез альдегидов и кетонов.  $\text{C}\equiv\text{N}$ -кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия и меди. Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Иоцич): их получение и использование в органическом синтезе.

Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (А.Е. Фаворский, В.Реппе). Ацетиленалленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.

### 6. Алкадиены

Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского-Реппе, кроссочетание на металлокомплексных катализаторах.

Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов.

Химические свойства 1,3-диенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Аллильный катион, его  $p$ -орбитали. 1,2- и 1,4-присоединение, энергетический профиль реакции, термодинамический и кинетический контроль. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучуки. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе. Участие низших свободных (НСМО) и высших заполненных (ВЗМО) орбиталей реагентов в образовании переходного состояния реакции диенового синтеза.

Строение аллена, реакции присоединения к алленам.

### 7. Алициклические соединения

Циклоалканы и их производные. Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления.

Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Реакции расширения и сужения цикла при дезаминировании первичных аминов (Н.Я. Демьянов). Синтез соединений со средним и большим размером цикла (сложноэфирная и ацилоиновая конденсации). Трансанулярные реакции в средних циклах.

Представление о природных полициклических системах терпенов и стероидов. Каркасные соединения: адамантан, кубан, призматан, тетраэдран.

### 8. Арены

*Концепция ароматичности.* Ароматичность. Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Круг Фроста. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и

анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др. Гетероциклические пяти и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, пиридин). Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропениланиона, катиона циклопентадиенилия. Критерии ароматичности: квантовохимический (сравнение расчетных величин энергии делокализации на один  $\pi$ -электрон), энергетический (теплоты гидрирования) и магнитный.

Получение ароматических углеводородов в промышленности каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига и другие реакции *кросс*-сочетания, алкилирование аренов по Фриделю Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов (реакция Кижнера-Вольфа, реакция Клемменсена), протолиз арилмагнийгалогенидов.

Свойства аренов. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Бёрчу, фотохимическое хлорирование бензола. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов и конденсированных ароматических углеводородов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов.

### 9. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций, кинетический изотопный эффект в реакциях электрофильного замещения водорода в бензольном кольце. Представление о  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексах. Структура переходного состояния. Изотопный обмен водорода как простейшая реакция электрофильного замещения. Аренониевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов. Получение полинитросоединений. Понятие о *ипсо*-атаке и *ипсо*-замещении в реакциях нитрования.

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

Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина. Обратимость реакции сульфирования. Превращения сульфогруппы.

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Побочные процессы изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов. Триарилметилкатионы, анионы и радикалы. Методы их генерирования и стабильность.

Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции.

### 10. Нуклеофильное ароматическое замещение

Общие представления о механизме нуклеофильного замещения.

1. Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола.

2. Механизм присоединения-отщепления  $S_NAr$ , примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные  $\sigma$ -комплексы Мейзенгеймера и их строение.

3.  $S_N1$ -Механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония.

4. Механизм  $S_{RN}1$  в ароматическом ряду и область его применения. Иницирование ионрадикальной цепи.

### 11. Галогенпроизводные углеводородов

Изомерия, номенклатура. Способы получения из спиртов, алканов, алкенов; замещением атома одного галогена атомом другого, хлорметилирование аренов.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.). Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные характеристики  $S_N1$ ,  $S_N2$  реакций. Энергетический профиль реакций.

Реакции  $S_N2$  типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Понятие о нуклеофильности. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость  $S_N2$  реакций. Принцип ЖМКО.

Метод межфазного переноса и его использование в органическом синтезе.

Реакции  $S_N1$  типа. Кинетика, стереохимия, зависимость  $S_N1$  процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие об ионных парах.

Методы получения галогеналканов из алканов, алкенов, спиртов.

## 12. Реакции элиминирования

Реакции элиминирования  $\alpha$ - и  $\beta$ -элиминирование. Классификация механизмов  $\beta$ -элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования: *си-н* и *анти*-элиминирование. Влияние природы основания и уходящей группы на направление отщепления. Конкуренция процессов E2 и  $S_N2$ , E1 и  $S_N1$ . Факторы влияющие на эту конкуренцию. Использование реакций  $\beta$ -элиминирования в галогеналканах для синтеза алкенов, диенов и алкинов. Влияние конформационного положения функциональных групп в циклоалканах на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления.

Реакции «элиминирования». Генерирование карбенов. Карбены - частицы с двухкоординированным атомом углерода. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Понятие о карбеноидах. Взаимодействие карбеноидов с алкенами.

Взаимодействие галогеналканов с металлами (образование реактивов Гриньяра, реакция Вюрца).

Винилгалогениды как соединения с пониженной подвижностью атома галогена.

## 13. Металлоорганические соединения

Литий и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил или арилгалогенидами. Представление о шкале СН кислотности углеводородов. Строение реактивов Гриньяра, равновесие с диалкилмагнием (уравнение В.Шленка). Литий и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкил- и диарилкупраты. Получение и применение этих комплексных соединений для синтеза предельных углеводородов, диенов, спиртов, несимметричных кетонов и в реакциях сопряженного присоединения к  $\alpha$ -,  $\beta$ -ненасыщенным карбонильным соединениям.

## 14. Гидроксипроизводные углеводородов

Одноатомные спирты. Гомологический ряд, классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров и карбоновых кислот.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые ОН-кислоты. Спирты, как основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизмы  $S_N1$ ,  $S_N2$ , и стереохимия замещения, гидридные перегруппировки карбокатионов (ретропинаколиновая перегруппировка). Дегидратация спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства: окисление, ацилирование, дегидратация. Окислительное расщепление 1,2-диолов (йодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

Фенолы. Методы получения: щелочное плавление аренсульфонатов, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей аренадиазония. Кумольный способ получения фенола в промышленности.

Свойства фенолов. Фенолы как ОН-кислоты. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование, сочетание с солями диазония, алкилирование и ацилирование. Перегруппировка Фриса. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, механизм образования салицилового альдегида. Формилирование фенолов по Вильсмайеру. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Л.Кляйзен). Окисление фенолов, в том числе пространственно затрудненных. Понятие об ароксильных радикалах.

### **15. Простые эфиры**

Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов.

Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Гидропероксиды. Получение и свойства  $\alpha$ -галогенэфиров. Виниловые эфиры их получение (из ацетилена и  $\alpha$ -галогенэфиров)

Краунэфиры. Получение и применение в синтетической практике.

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

### **16. Альдегиды и кетоны**

Изомерия и номенклатура. Методы получения альдегидов и кетонов из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование, гидратация по Кучерову), на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование ароматических соединений. Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакерпроцесс) и высших альдегидов (гидроформилирование).

Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Влияние природы и строения радикала на карбонильную активность.

Химические свойства. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Кислотность и основность карбонильных соединений.

Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования, изотопного обмена водорода и рацемизации оптически активных кетонов. Кислотный и основной катализ этих реакций.

Кето-енольная таутомерия кетонов, 1,3-дикетонов и 1,3-кетозэфиров. Влияние структурных факторов и природы растворителя на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения СН и ОН кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках принципа ЖМКО.

Алкилирование и ацилирование енаминов.

Альдольнокротоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакций. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых, борных енолятов и кремниевых эфиров енолов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Аминометиление альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация.

Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление С=О-группы до СН<sub>2</sub>-группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление

кетонов перкислотами по Байеру-Виллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции)

$\alpha$ ,  $\beta$ -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление алиловых спиртов. Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. Реакции 1,2 и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил и диарилкупратов, аминов, цианистого водорода, галогеноводородов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль).

Восстановление  $\alpha$ ,  $\beta$ -непредельных карбонильных соединений.

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

Классификация, номенклатура, изомерия. Методы синтеза: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов; гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот; синтез на основе металлоорганических соединений; синтеза на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Получение муравьиной кислоты и уксусной кислот.

Строение карбоксильной группы и карбоксилатиона. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация. Кислотность, ее зависимость от индуктивных эффектов заместителей, от характера и положения заместителей в алкильной цепи и бензольном ядре.

Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе, декарбоксилирование по Хундиккеру.

Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, оксалилхлорида, бензоилхлорида. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстердта)

Ангидриды. Методы получения: дегидратация кислот с помощью  $P_2O_5$  и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами. Реакция Перкина.

Кетен. Получение и свойства.

Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилатионов, реакции кислот с диазометаном, алкоголиз нитрилов. Методы синтеза циклических сложных эфиров, лактонов. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магнием и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов; сложноэфирная (Л. Кляйзен) и ацилоиновая конденсации.

Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров 1,3-кетокислот и 1,3-дикетонов, амбидентный характер енолят-иона.

Амиды. Строение карбамоильной группы. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония, гидролиз нитрилов, перегруппировка оксимов по Бекману. Синтез циклических амидов, лактамов. Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки А. Гофмана, Т. Курциуса. Взаимодействие амидов с азотистой кислотой (реакция Буво).

Нитрилы. Методы получения: дегидратация амидов кислот (с помощью  $P_2O_5$ ,  $SOCl_2$ ,  $POCl_3$ ), алкилирование цианидиона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление до аминов, взаимодействие с магнием и литийорганическими соединениями. Реакция Риттера, образование имидатов.

Производные угольной кислоты: фосген, мочевины и ее производные, эфиры угольной кислоты, изоцианаты, уретаны, семикарбазид, ксантогенаты. Получение и основные свойства.

Двухосновные кислоты. Методы синтеза: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление полиалкилбензолов. Главные представители: щавелевая кислота, диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кнёвенагель). Янтарная

кислота, ее ангидрид, имид, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних и макроциклов.

Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.

$\alpha$ -,  $\beta$ -Непредельные кислоты. Методы синтеза: дегидратация  $\beta$ -оксикислот, реакция Кнёвенагеля, реакция Виттига, реакция Перкина, синтез коричных кислот.

Реакции присоединения по двойной C=C-связи. Стереохимия присоединения галогена и гидроксирования перекислотами по Вагнеру (KMnO<sub>4</sub>).

Фумаровая и малеиновая кислоты.

Ацетилендикарбоновая кислота.

### **18. Хиноны**

Получение *o*- и *p*-бензо- и нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, анилина, уксусного ангидрида, спиртов, реакция с диенами. Сопоставление свойств хинонов и  $\alpha$ -,  $\beta$ -непредельных кетонов. Восстановление хинонов. Хлоранил, его использование для окисления и получение. Хингидрон. Комплексы с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об анионрадикалах. Гидрохинон как ингибитор свободнорадикальных реакций. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применение. Ализарин.

### **19. Нитросоединения**

Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона), нитрование алканов по Коновалову. Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов: кислотность и таутомерия нитроалканов, реакции нитроалканов с азотистой кислотой, галогенами, конденсация с карбонильными соединениями, восстановление в амины. Таутомерия нитроалканов.

Ароматические нитросоединения. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Бензидиновая перегруппировка. Восстановление одной нитрогруппы в полинитроаренах. Образование комплексов с переносом заряда.

### **20. Амины**

Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

Строение аминов, химические свойства. Амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга).

Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление и галогенирование аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов, защита аминогруппы.

### **21. Диазосоединения**

Общие представления об алифатических диазосоединениях. Диазометан, диазоуксусный эфир,  $\alpha$ -дiazокарбонильные соединения.

Ароматические диазосоединения. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Условия диазотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа

нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония. Кислотноосновные равновесия с участием катиона арендиазония.

Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил, галоген, циан, нитрогруппу и водород. Реакции арилирования ароматических соединений солями арендиазония (Гомберг).

Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и диазосоставляющие, условие сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

## **22. Гетероциклические соединения**

Классификация гетероциклов, номенклатура.

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль, Кнорр), синтез пирролов по Кнорру, взаимные переходы (реакция Юрьева). Ароматичность. Молекулярные  $\pi$ -орбитали пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Реакции, характеризующие фуран как диен.

Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин и изохинолин. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Ароматичность пиридина, молекулярные  $\pi$ -орбитали пиридина. Пиридин и хинолин как основания. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Окись 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. Активация метильной группы в 2- и 4-метилпиридинах и хинолинах. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

## **23. Аминокислоты, пептиды и белки**

Номенклатура аминокислот. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Кислотно-основные свойства, амфотерность аминокислот. Изoeлектрическая точка. Синтезы  $\alpha$ -аминокислот и разделение рацемических форм.

Свойства аминокислот: по аминокруппе, карбоксилу, окисление аминокислот.

Номенклатура пептидов. Основные принципы синтеза полипептидов; защита аминокруппы и активация карбоксильной группы. Твердофазный синтез пептидов. Общие принципы определения строения пептидов и белков. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Понятие о ферментах и ферментативном катализе.

## **24. Углеводы**

Моносахариды и полисахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы (альдотреозы, альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз глюкопиранозы и глюкофуранозы.  $\alpha$ -,  $\beta$ -Аномеры. Формулы Хеуорса для аномерных моносахаридов. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы. Конформации пиранозного цикла. Реакции моносахаридов. Получение гликозидов как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование озаонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани, Фишеру и деградация по Воллю, Руффу.



Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды целлюлоза и крахмал.

Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная структура ДНК и РНК. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Вторичная структура ДНК. Биологическая функция ДНК. Виды РНК и ее роль в синтезе белка.

### **25. Физические и физико-химические методы исследования в органической химии**

Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК спектров, способы их изображения, характеристические частоты поглощения.

Электронная спектроскопия. Природа спектров, типы электронных переходов, их энергетические характеристики. Понятие о хромофорных группировках, способ изображения УФ спектров.

Спектры протонного магнитного резонанса. Природа, основные характеристики: химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность сигналов протонов; спин-спиновое взаимодействие.

Масс-спектрометрия. Основные принципы, молекулярный ион, изотопный состав ионов, основные пути фрагментации важнейших классов органических соединений.

**Коллоквиум** проводится после изучения новой темы с целью комплексной оценки полученных знаний по разделу.

#### **Критерии оценки (в баллах) коллоквиумов**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 10 баллов выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 15 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 20 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 25 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом разделе дисциплины.

#### Перечень примерных вопросов коллоквиумов по дисциплине «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

##### Коллоквиум №1

#### НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В АЛИФАТИЧЕСКОМ РЯДУ

- I. Введение. Типы реакций. Способы образования и разрыва связей в органической молекуле. Понятие свободного радикала и карбониевого иона.

Определение реакции нуклеофильного замещения. Нуклеофильные частицы и субстрат. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ . Стереохимия реакций замещения.

Факторы, влияющие на ход нуклеофильного замещения: структура и основность нуклеофильного реагента, его концентрация, энергия связи уходящей группы в реагирующей молекуле, строение и размер радикалов в субстрате, величина положительного заряда на атакуемом атоме углерода, природа растворителя. Перегруппировки, сопровождающие реакции нуклеофильного замещения. Конкуренция реакций замещения и отщепления.

II. Использование реакций нуклеофильного замещения в синтезах различных органических соединений.

1. Замещение галоида в алкилгалогенидах с целью синтеза углеводов, спиртов, простых эфиров по Вильямсону, сложных эфиров, тиоэфиров, меркаптанов, нитрилов, роданидов, нитросоединений, аминов по Гофману, Габриэлю, Делепину. Синтезы с малоновым эфиром.
2. Замещение гидроксильной группы в спиртах с целью синтеза галоидалкилов, аминов,

- тиолов, сложных эфиров минеральных и карбоновых кислот.
3. Замещение алкоксильной группы в простых эфирах (расщепление простых эфиров). Взаимодействие окисей алкенов с нуклеофильными реагентами.
  4. Замещение гидроксильной группы в карбоновых кислотах. Синтез галоидангидридов, амидов и сложных эфиров. Сравнительная характеристика ацилирующих свойств производных карбоновых кислот.
  5. Замещение алкоксильной группы в эфирах карбоновых кислот. Гидролиз, аммонолиз и переэтерификация сложных эфиров.

#### Коллоквиум №2

### КОНДЕНСАЦИЯ И ТАУТОМЕРИЯ КАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Электронное строение карбонильной группы. Химические свойства альдегидов и кетонов. Альдольно-кетоновая конденсация: метиленовые и карбонильные компоненты, кислотный и основной катализ. Связь между структурой карбонильных соединений и их реакционной способностью в реакциях альдольно-кетоновой конденсации. Конденсация альдегидов и кетонов между собой, с ацетоуксусным эфиром, с нитросоединениями. Реакции Кнёвенагеля и Перкина.

Сложноэфирная конденсация (реакция Кляйзена). Внутримолекулярная конденсация диэфиров (реакция Дикмана). Конденсация сложных эфиров с кетонами. Общность механизма перечисленных реакций.

Бензоиновая конденсация, её механизм. Ацилоиновая конденсация.

Реакция Манниха (аминометилирование).

Кето-енольная таутомерия. Енолизация карбонильных соединений под действием кислотных и основных агентов. Устойчивость енольных форм.

Двойственная реакционная способность на примере ацетоуксусного эфира. Причины двойственной реакционной способности.

Синтезы при помощи ацетоуксусного эфира.

#### Коллоквиум №3

### ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

#### Окисление

Определение и общие положения.

#### Агенты окисления.

Перманганат калия (окисление в нейтральной, щелочной и кислой средах), хромовый ангидрид, бихроматы натрия и калия, азотная кислота, озон, перекись водорода, двуокись свинца, окись серебра, двуокись селена, иодная кислота, тетраацетат свинца, надкислоты. Расчёт необходимого количества окислителя для окисления данного количества органического соединения.

#### Окисление предельных углеводородов.

Представления о цепном механизме окисления алканов

#### Окисление кратных связей

а) окисление с сохранением С-С связи. Эпоксидирование (реакция Прилежаева). Гидроксилирование (реакция Е.Е.Вагнера).

б) окисление с расщеплением С=С связи. Озонолиз. Окисление с помощью перманганата калия или бихромата калия в кислой среде.

#### Окисление спиртов

Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Реакция Оппенауэра. Расщепление иодной кислотой и тетраацетатом свинца  $\alpha$ -гликолей.

#### Окисление карбонильных соединений

Окисление альдегидов. Агенты окисления альдегидов. Реакция серебряного зеркала.

Окисление молекулярным кислородом.

Окисление кетонов. Расщепление углеродного скелета при окислении кетонов по правилу А.Н.Попова. Синтез  $\alpha,\beta$ -дикарбонильных соединений с применением двуокиси селена (окисление  $\alpha$ -метиленового звена).

#### Окисление ароматических соединений

а) окисление ароматического ядра. Окисление двухатомных фенолов в хиноны. Каталитическое окисление кислородом воздуха бензола до малеинового ангидрида, нафталина до фталевого ангидрида. Озонирование ароматического ядра.

б) окисление боковых цепей. Получение ароматических карбоновых кислот, альдегидов и кетонов из алкилбензолов. Синтез фенола и ацетона автокаталитическим окислением кумола. Ароматизация парафинов и циклогексанов каталитическим дегидрированием.

Методы защиты функциональных групп (гидроксильной, карбонильной и аминной) в реакциях окисления.

#### Восстановление

Определение и общие положения.

#### Агенты восстановления.

Натрий металлический в абсолютном спирте, натрий в жидком аммиаке, амальгама натрия, цинковая пыль в щелочной среде, алюмогидрид лития, боргидрид натрия, алкоголяты алюминия, иодистоводородная кислота, гидразингидрат.

#### Катализаторы гидрирования молекулярным водородом.

Платиновая чернь, платина или палладий на носителях, платина на угле, палладиевый катализатор на сульфате бария, никель Ренея, никель на окиси алюминия.

#### Восстановление кратных углерод-углеродных связей.

Восстановление алкенов, алкадиенов с сопряженной системой двойных связей, алкинов металлами в жидком аммиаке или спирте.

Каталитический гидрогенолиз насыщенных циклов. Восстановление спиртов и фенолов до соответствующих углеводов.

Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов.

Получение углеводов из альдегидов и кетонов по Кижнеру и Клеменсену. Синтез пинаконов из кетонов. Пинаколиновая перегруппировка. Реакция Канниццаро, В.Е.Тищенко, Меервейна-Пондорфа.

#### Восстановление кислот и их производных.

Восстановление кислот до кетонов (реакция Пириа).

Восстановление хлорангидридов кислот до альдегидов (реакция Розенмунда).

Восстановление кислот и их производных до спиртов (реакция Буво-Блана), использование алюмогидрида лития.

#### Синтез аминов.

Восстановление азотсодержащих соединений (нитрилов, аминов, оксимов). Восстановительное аминирование кетонов (реакция Лейкарта).

### Коллоквиум №4

## РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ

### РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

Условия ароматичности (правило Хюккеля). Примеры небензоидных ароматических соединений.

Общие представления о механизме электрофильного замещения в ароматических соединениях, экспериментальное доказательство многостадийного протекания реакции,  $\pi$ - и  $\sigma$ - комплексы.

Влияние электронных и стерических эффектов заместителей в ядре на реакционную способность и ориентацию. Особенности ориентирующего действия галоидов. Согласованная и несогласованная ориентация.

### РЕАКЦИИ С ОБРАЗОВАНИЕМ СВЯЗИ С-Х

Нитрование бензола, алкилбензолов, нафталина, антрацена и фенантрена. Нитрующие агенты, роль нитроний-катиона. Особенности нитрования фенолов и ароматических аминов. Побочные продукты, связанные с окислительным действием азотной кислоты.

Сульфирование бензола, алкилбензолов, нафталина, антрацена, антрахинона, фенантрена, фенола, нафтолов и анилина. Сульфлирующие агенты. Особенности реакции сульфирования-обратимость, изотопный эффект. Выделение и идентификация сульфокислот. Электрофильное и нуклеофильное замещение сульфогруппы.

Галоидирование бензола, алкилбензолов, нафталина, антрацена, фенантрена, фенола и анилина. Галоидирующие агенты. Условия введения галоида в ароматическое ядро и в боковую цепь. Различие в механизмах обеих реакций и в свойствах полученных галоидпроизводных.

### РЕАКЦИИ С ОБРАЗОВАНИЕМ СВЯЗИ С-С

Реакция Фриделя-Крафтса. Алкилирующие агенты (галоидные алкилы, алкены, окиси алкенов, спирты). Ацилирующие агенты (галоидангидриды и ангидриды кислот). Катализаторы и механизм их действия. Побочные реакции при алкилировании: изомеризация, полиалкилирование, дезалкилирование.

Ацилирование по Фриделю-Крафтсу, как метод синтеза кетонов, кислот и их производных. Реакция ароматических углеводов с янтарным и фталевым ангидридами. Синтезы Хеурса. Перегруппировка Фриса. Реакции Гаттермана, Губена, Вильсмейера, Кольбе, Реймера-Тимана. Реакция хлор- и гидросиметилирования.

### РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

Нуклеофильное замещение галогена в ароматическом ядре.

Замена сульфогруппы на гидроксил и цианогруппу. Нуклеофильное замещение водорода ароматического ядра. Механизм реакции нуклеофильного замещения  $S_N2$  Ar.

Влияние электроноакцепторных групп на скорость реакции нуклеофильного замещения. Комплексы Майзенгеймера.

Реакции нуклеофильного замещения, проходящие через стадию образования дегидробензола. Экспериментальное подтверждение этой стадии.

### Коллоквиум №5

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ НИТРОГРУППЫ. АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ И ДИАЗСОЕДИНЕНИЯ

Общая схема восстановления ароматических нитросоединений в кислой, нейтральной и щелочной среде. Восстановление нитробензола в кислой среде: нитрозобензол,  $\beta$ -фенилгидроксиламин и анилин. Перегруппировка  $\beta$ -фенилгидроксиламина в п-аминофенол в кислой среде. Восстановление нитробензола в щелочной среде: азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Перегруппировка азоксибензола в п-оксиазобензол (Валлах) при действии кислот. Перегруппировка гидразобензола в кислой среде (бензидиновая).

Ароматические амины.

Методы синтеза: восстановление нитросоединений, аминирование арилгалогенидов, Бекмановская перегруппировка оксимов, Гофмановское расщепление амидов. Перегруппировка Курциуса. Окисление аминов. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой.

Влияние природы и положения заместителей в ядре на основность ароматических аминов. Алкилирование, ацилирование. Синтез и свойства изонитрилов и оснований Шиффа (азометины).

Нитрозирование моноалкиланилинов. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра. Реакции электрофильного замещения: галоидирование, нитрование, сульфирование. Защита аминогруппы. Нитрозирование диалкиланилинов и синтез вторичных жирных аминов. Сравнение химических свойств аминов и нитросоединений алифатического и ароматического рядов.

Дiazosоединения. Diazотирование первичных ароматических аминов азотистой кислотой. Механизм реакции, условия реакции в зависимости от строения амина. Способ diaзотирования «прямой» и «обратный», кислотность среды при diaзотировании. Влияние избытка азотистой кислоты.

Определение конца diaзотирования. Побочные процессы при diaзотировании.

Строение и устойчивость diaзосоединений: соли diaзония, гидроперекись diaзония, diaзогидраты и diaзотаты. Гетеролитический и гомолитический распад diaзосоединений. Реакции diaзосоединений с выделением азота. Замена diaзогруппы на водород (образование аренов), гидроксил, алкоксил, арильные радикалы, йод, бром, хлор, цианогруппу, нитрогруппу, (реакция Зандмейера). Присоединение diaзосоединений к алкенам (Мейервейн). Получение арилфторидов (реакция Шимана).

Реакции diaзосоединений без выделения азота. Восстановление diaзосоединений до арилгидразинов. Получение аминоазосоединений (триазены), их таутомерия и превращение в соли diaзония. Реакция азосочетания, как реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. Современные представления о механизме реакции азосочетания. Влияние среды на реакцию азосочетания. Условия сочетания с аминами и фенолами. Diaзо- и азосоставляющие, их реакционная способность в зависимости от природы заместителей в ароматическом ядре. Азокрасители, номенклатура. Связь между окраской и строением.

## Коллоквиум №6

### КАРБОЦИКЛЫ

Получение производных циклопропана взаимодействием олефинов с карбенами. Образование карбенов. Получение замещённых циклобутанов при термической или фотохимической димеризации алкенов. Синтез циклопропанов и циклобутанов из дигалоидалканов.

Диеновый синтез (Лебедев, Дильс-Альдер). Условия реакции. Компоненты диенового синтеза (диены и диенофилы). Общие закономерности диенового синтеза: конфигурация диенов, структурная направленность, «цис-принцип», эндо-экзо-ориентация. Механизм реакции.

Получение циклооктатетраена из ацетилена. Тримеризация бутадиена. Синтез пяти- и шестичленных карбоциклов внутримолекулярной конденсацией сложных эфиров дикарбоновых кислот (Дикман) и из солей (Пириа). Пространственное строение карбоциклов. Химические свойства малых и средних циклов.

### ГЕТЕРОЦИКЛЫ

Классификация гетероциклов:

- а) по числу звеньев в цикле;
- б) по гетероатомам и их числу.

Пяти- и шестичленные гетероциклы ароматического характера и природа их ароматичности. Общие методы синтеза пятичленных гетероциклов.

Фуран. Природные источники фурановых соединений. Получение фурана декарбонилированием фурфурола и декарбоксилированием пироглизиновой кислоты. Свойства фурана как непредельной системы. Каталитическое гидрирование фуранового ядра. Диеновый синтез с малеиновым ангидридом и ацетилендикарбоновой кислотой. Ароматические свойства фурана. Сульфирование, нитрование, галоидирование, ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Специфические условия проведения реакций электрофильного замещения.

Тиофен. Получение из 1,4-дикарбоновых соединений, углеводородов (Чичибабин). Ароматические свойства тиофена. Реакции нитрования, сульфирования, галоидирования, меркурирования, ацилирования, формилирования, непредельный характер тиофена. Восстановление натрием в аммиаке, каталитическое восстановление. Отношение к диенофилам.

Пиррол. Получение его из 1,4-дикарбонильных соединений, конденсацией аминокетонов с 1,3-дикарбонильными соединениями (Кнорр), из хлоркетонов, ацетоуксусного эфира и аммиака (Ганч).

Пиррол как непредельная система, реакции присоединения водорода, отношение пиррола к диенофилам (реакция с малеиновым ангидридом).

Свойства гетероатома, кислотный характер NH-группы, металлические производные пиррола и их свойства.

Сравнение свойств пиррола со свойствами фенола.

Пиррол как ароматическая система. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галоидирование, формилирование.

Индол (бензопиррол). Синтез индолов по Фишеру-циклизация арилгидразонов. Реакции электрофильного замещения в индоле. Окси- и оксопроизводные индола. Индоксил. Индиго.

Пиридин. Методы синтеза производных пиридина из альдегидов и аммиака (Чичибабин), из ацетоуксусного эфира (Ганч, Кнёвенагель), из 1,3-диенов и нитрилов. Свойства пиридина как основания.

Реакции присоединения галоидных алкилов. Соли пиридиния. N-окись пиридина, получение и свойства. Устойчивость пиридина к окислению. Реакции электрофильного замещения в ряду пиридина: нитрование, галоидирование, сульфирование. Аналогия пиридина с нитробензолом.

Реакции нуклеофильного замещения: реакция с амидом натрия (Чичибабин), едким кали (гидроксилирование). Галоидпиридины, подвижность галоида в галоидпиридинах. Замещение галоида на окси- и аминогруппы, окси- и аминопиридины, их таутомерия.

Хинолин. Методы синтеза: из ароматических аминов и глицерина (Скрауп), из ароматических аминов и алифатических альдегидов (Дебнер-Миллер). Основные свойства атома азота в ядре хинолина. Реакции нуклеофильного замещения: аминирование, гидроксильное.

контрольные работы, решение задач

*Примеры задач*

1. Получите 3-оксибутановую кислоту из пропилена.
2. Из ацетона получите 4-метил-2-пентанон.
3. Приведите пример перекрестной реакции Канниццаро.

При формировании домашних заданий, контрольных работ, вопросов коллоквиумов используется рекомендованная литература и учебно-методический комплекс кафедры.

*Примеры тем практических работ:*

- *Методы очистки органических соединений.*

- *Синтез галоидалканов.*
- *Конденсация карбонильных соединений.*
- *Синтез сложных эфиров.*
- *Синтез сульфокислот.*
- *Синтез нитросоединений.*
- *Реакции солей диазония.*

Примеры оформления лабораторных работ рассмотрены в методических указаниях «Очистка органических соединений», «Реакция замещения в ароматическом ряду», «Синтез и свойства карбонильных соединений», «Конденсация и таутомерия карбонильных соединений», «Ароматические амины и диазосоединения», «Окисление и восстановление органических соединений», «Карбоновые кислоты».

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

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

##### **Основная литература:**

1. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. – Органическая химия. В 4-х частях. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 4-е издание (электронное), 2012– (Классический университетский учебник).
2. И.И. Грандберг, Н.Л. Нам Органическая химия. – 8 изд. – М.: Юрайт, 2012 – 608 с.
3. Р.Ф.Талипов Современная органическая химия.- Уфа: Изд-во БашГУ, 2017. -325 с.

##### **Дополнительная литература:**

- W.Brown et al. Organic Chemistry, 6<sup>th</sup> ed, 2012 (электронный ресурс).
4. У.Б. Имашев. – Задачи и упражнения по органической химии. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. - 144 с.
  5. А.Л. Курц и др. – Задачи по органической химии с решениями. – 3-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 350 с.
  6. А.Л. Курц и др. – Задачи по органической химии с решениями. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 264 с.
  7. М.А. Юровская, А.В. Куркин Основы органической химии. - Изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 236 с.
  8. М.Г. Сафаров и др. Основы органической химии (электронный ресурс). М.: Химия, 2012.
  9. А.М. Ким Органическая химия. – Изд.3. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002 – 972 с.

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

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)

7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019 Testograf.



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

<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 213 (химфак корпус), лаборатория № 215 (химфак корпус).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат-корпус учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (корпус института права), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 217 (химфак корпус).</p> <p><b>6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 217 (химфак корпус).</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic.</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white.</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><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, колбонагреватель, насос вакуумный мембранный НВМ-12, шкаф сушильный КС-65, магнитная мешалка ПЗ-6110, плитка ОКА-4 электрическая.</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</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 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>4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>5. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p>
---	---	---

вакуумный KNF,  
колбонагреватель, насос  
вакуумный мембранный НВМ-  
12, шкаф сушильный КС-65,  
магнитная мешалка ПЗ-6110,  
плитка ОКА-4 электрическая.

**Аудитория № 001**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска

**Аудитория № 002**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска

**Аудитория № 006**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска

**Аудитория № 007**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска

**Аудитория № 008**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска

**Аудитория № 004**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска,  
коммутатор HP V1410-24G,  
персональный компьютер  
Lenovo ThinkCentre A70z Intel  
Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15  
шт, шкаф настенный TLK6U.

**Аудитория № 005**

Учебная мебель, учебно-  
наглядные пособия, доска,  
компьютер DEPONeos 470  
MDi5\_3450/4GDDR/T500  
G/DVD+R и монитор ViewSonic  
21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-  
065442-G-GY, шкаф монтажный  
NT PRACTIC 2MP47-  
610B/SSt450/  
SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-  
14, шкаф настенный TLK6U.

**Читальный зал № 1**

Научный и учебный фонд,  
научная периодика, ПК  
(моноблок) - 3 шт,  
неограниченный доступ к ЭБС  
и БД; количество посадочных  
мест – 76.

**Читальный зал №2**

Научный и учебный фонд,  
научная периодика, ПК  
(моноблок), подключенных к  
сети Интернет, – 8 шт.,  
неограниченный доступ к ЭБС  
и БД; количество посадочных  
мест – 50

**Читальный зал № 5**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.

**Читальный зал № 6**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.

**Читальный зал № 7**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.

**Лаборатория № 217**

Учебная мебель, генератор водорода, насос вакуумный, весы лабораторные ONAUS PA-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 ULAB US-3110, магнитная мешалка MS-H280-Pro, Ноутбук ASUS, автоматический поляриметр Atago AP-300, число посадочных мест – 10.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Органическая химия  
на 4,5 семестр

очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

**Лекции:** д.х.н., проф. Талипов Р.Ф.

**Лабораторные занятия:**

Д.х.н., проф. Биглова Р.З.

Д.х.н., проф. Ишмуратов Г.Ю.

К.х.н., доцент Талипова Г.Р.

К.х.н., доцент Тухватшин В.С.

К.х.н., доцент Фаттахов А.Х.

К.б.н., доцент Гарафутдинов Р.Р.

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	16
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	328
лекций	68
практических/ семинарских	-
лабораторных	254
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	6
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	113

Форма(ы) контроля:

Зачет, экзамен 4,5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов	Количество часов аудиторных работ	Межпредметные связи	Инновационные методы в обучении	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	КСР	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11
1.	Введение. Предмет органической химии. Инструктаж по ТБ.	Лек Лабор. Сам.раб	2 4 6	основные курсы неорганической, органической, органической, аналитической, физической органической химии, стереохимии органических соединений.	Использование мультимедиапроектора при чтении лекций. Раздаточный материал для изучения лекционного материала.	1-3,6	1-3,5		Проверка домашней работы.
2.	Алканы. Номенклатура, синтез, свойства. Методы очистки органи-	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7	1	Проверка домашней работы

	ческих соединений: кристаллизация.								
3.	Циклоалканы. Строение, синтез, свойства. Возгонка, определение температуры плавления.	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы.
4.	Алкены. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Фракционная перегонка смеси жидкостей.	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6, 7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы
5.	Алкены. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Фракционная перегонка смеси жидкостей.	Лек Лабор. Сам.раб	2 9 6	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7	1	Проверка домашней работы
6.	Сопряженные диены. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Перегонка с водяным паром, экстракция.	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6, 7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы
7	Арены. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Перегонка под уменьшенным давлением.	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Коллоквиум
8	Электрофильное замещение, механизм, ориентация. Синтез галоидалканов.	Лек Лабор. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы
9.	Многоядерные конденсированные арены. Строение, синтез, свойства. Синтез галоидалканов.	Лек Лабор.. Сам.раб	2 8 6	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7	1	Контрольная работа.
10.	Галогенпроизводные углеводородов. Номенкла-	Лек Лабор.	2 8	-/-	-/-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы

	тура, синтез, свойства. Синтез галоидалканов.	Сам. раб	6						
11.	Нуклеофильное замещение галогена. Механизмы. Синтез галоидалканов.	Лек Лабор. Сам. раб	2 8 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы.
12.	Спирты, простые эфиры. Строение, синтез, свойства. Конденсация карбонильных соединений.	Лек Лабор. Сам. раб	2 8 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Коллоквиум.
13.	Фенолы. Синтез, свойства. Конденсация карбонильных соединений.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 6 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7	1	Проверка домашней работы
14.	Многоатомные спирты и фенолы. Конденсация карбонильных соединений.	Лек Лабор. Сам. раб	2 6 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Проверка домашней работы
15.	Альдегиды и кетоны. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Конденсация карбонильных соединений.	Лек Лабор. Сам. раб	2 8 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Коллоквиум.
16.	Альдегиды и кетоны. Свойства.	Лабор. Сам. раб	2 6	-//-	-//-	[1-3], [6,7]	1-3,6,7		Контрольная работа
17.	Карбоновые кислоты. Строение, номенклатура, синтез, свойства. Синтез сложных эфиров.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 6 6	-<<-	-<<-	1-3,6,7			Проверка домашней работы
18.	Сложные эфиры, синтез, свойства. Синтез сложных эфиров.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 6 6	-<<-	-<<-	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
19.	Ангидриды, галоидангидриды, амиды, нитрилы. Синтез сложных эфиров.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 6 6	-<<-	-<<-	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
20.	Дикарбоновые кислоты. Строение, синтез, свойства.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 5 6	-<<-	-<<-	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы

	Синтез сложных эфиров.	.							
21.	Кетокислоты. Синтез, строение, свойства.	Лек. Сам. раб	2 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>	<b>1</b>	Контрольная работа
22.	Сульфокислоты. Синтез, строение, свойства. Синтез сульфокислот.	Лек Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
23.	Нитросоединения. Синтез, строение, свойства. Синтез сульфокислот.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Коллоквиум
24.	Амины. Синтез, строение, свойства. Синтез нитросоединений и сульфокислот.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
25.	Аминокислоты и пептиды. Синтез, строение, свойства. Синтез нитросоединений.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
26.	Диазосоединения. Синтез строение, свойства. Синтез нитросоединений	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Коллоквиум
27.	Диазосоединения. Синтез, строение, свойства. Реакции солей диазония.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>	<b>1</b>	Контрольная работа
28.	Моносахариды. Синтез, строение, свойства. Реакции солей диазония	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
29.	Ди- и полисахариды. Синтез, строение, свойства. Реакции солей диазония Методы окисления	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Коллоквиум
30.	Пятичленные гетероциклы. Синтез, строение, свойства.	Лек. Лабор. Сам. раб	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы



	Методы окисления	.							
31.	Шестичленные гетероциклы. Синтез, строение, свойства. Методы окисления	Лек. Лабор. Сам.раб .	2 8 6	--	--	1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Проверка домашней работы
32.	Литературный синтез	Лабор. Сам.раб	8 8			1-3,6,7	<b>1-3,6,7</b>		Коллоквиум

**РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**Органическая химияНаправление подготовки (специальность) 04.05.04 Фундаментальная и прикладная химиякурс 2, семестр 4 2019 гг.

количество часов по учебному плану 302, в т.ч. аудиторная работа 201, самостоятельная работа 154, КСР 2.

Преподаватели: д.х.н., проф. Талипов Р.Ф., к.х.н. доц. Фаттахов А.Х., к.б.н. доц. Гарафутдинов Р.Р., к.х.н., доц. Талипова Г.Р., д.х.н., проф. Ишмуратов Г.Ю., к.х.н., доц. Тухватшин В.С., д.х.н., проф. Биглова Р.З.

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Кафедра: Органической и биоорганической химии

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Семинарские занятия	2	7	0	14
1. Лабораторные работы	2	3	0	6
<b>Рубежный контроль</b>				
Коллоквиум	7	1	0	7
Письменная контрольная работа	8	1	0	8
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Семинарские занятия	2	6	0	12
1. Лабораторные работы	2	4	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				
Коллоквиум	7	1	0	7
Письменная контрольная работа	8	1	0	8
<b>Поощрительные баллы</b>				
			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1.Посещение лекционных занятий			0	-6
2.Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			0	30

--	--	--	--	--

Приложение 3

**РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**

Органическая химия

Направление подготовки (специальность) 04.05.04 Фундаментальная и прикладная химия

курс 3, семестр 5 2019 гг.

количество часов по учебному плану 274, в т.ч. аудиторная работа 202, самостоятельная работа 113, КСР 4.

Преподаватели: д.х.н., проф. Талипов Р.Ф., к.х.н. доц. Фаттахов А.Х., к.б.н. доц. Гарафутдинов Р.Р., к.х.н., доц. Талипова Г.Р., д.х.н., проф. Ишмуратов Г.Ю., к.х.н., доц. Тухватшин В.С., д.х.н., проф. Биглова Р.З.

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Кафедра: Органической и биоорганической химии

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
2. Семинарские занятия	2	6	0	12
3. Правила работы в лаборатории	2	1	0	2
4. Лабораторные работы	2	3	0	6
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	5	1	0	5
2. Коллоквиум	5	2	0	10
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
2. Семинарские занятия	2	7	0	14
3. Лабораторные работы	2	1	0	2
4. Литер.синтез	4	1	0	4
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум	5	2	0	10
2. Письменная контрольная работа	5	1	0	5
<b>Поощрительные баллы</b>				
			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1.Посещение лекционных занятий			0	-6
2.Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			0	30