

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра органической химии**

**Авторы-составители: Шуров Сергей Николаевич  
Никифорова Елена Александровна  
Масливец Андрей Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Код УМК 86227

Утверждено  
Протокол №2  
от «31» августа 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Органическая химия

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

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.06.01** Химические науки  
направленность Аналитическая химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Органическая химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.06.01** Химические науки (направленность : Аналитическая химия)

**ПК.1** Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

#### **Индикаторы**

**ПК.1.3** Владеет фундаментальными знаниями в области органической химии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.06.01 Химические науки (направленность: Аналитическая химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Органическая химия

Работа химика-органика невозможна без знания основ современной теории органической химии. Полноценная профессиональная деятельность включает не только выполнение рутинного эксперимента, но и планирование, а также проведение неизвестных ранее реакций, обнаружение закономерностей в их протекании и объяснение полученных результатов.

Современная теоретическая органическая химия не только широко использует качественные представления природе химических связей, о механизмах реакций и реакционной способности органических соединений, но все чаще переходит к их количественной трактовке. Этому способствуют изучение кинетических и термодинамических закономерностей реакций, использование методов корреляционного анализа и приближенных квантово-химических расчетов, что позволяет соотнести строение органических соединений с механизмами их реакций и реакционной способностью.

#### Раздел 1. Природа химических связей в молекулах органических соединений.

В разделе рассматриваются электронное строение атома углерода. Электроотрицательность. Гибридизация атомных орбиталей атома углерода и атомов органоидов, природа ковалентной связи, взаимное влияние атомов в молекулах, индуктивный и эффект сопряжения

**Введение. Электронное строение атома углерода. Электроотрицательность. Шкалы электроотрицательности Полинга, Сандерсона, Малликена. Гибридизация атомных орбиталей атома углерода и других атомов, входящих в состав органических молекул**

Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях ( $sp$ -,  $sp^2$ -,  $sp^3$ ). Связь валентного состояния атомов углерода с его электроотрицательностью и реакционной способностью. Зависимость свойств C-H связи от доли s-орбиталей в гибридной АО.

**Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Полярность и поляризуемость ковалентных связей. Индуктивный эффект**

Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова. Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные эффекты: индуктивный, мезомерный, сверхсопряжения (гипер-конъюгации), резонансные структуры и правила их построения. Влияние электронных эффектов на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц (радикалов, карбокатионов, карбанионов).

#### Раздел 2. Механизмы реакций с участием молекул органических соединений.

В разделе рассматриваются общие представления о механизмах химических реакций, поверхность потенциальной энергии и ее сечение вдоль координаты реакции, представления о переходном состоянии и активированном комплексе, принцип Белла-Эванса-Поляни и постулат Хэммонда.

Количественная оценка влияния заместителей на равновесные процессы. Принцип линейности свободных энергий. Уравнение Гаммета.  $\rho$ - и  $\sigma$ -Константы. Развитие теории Гаммета. Прямое полярное сопряжение. Уравнение Брауна-Окамото. Нуклеофильные и электрофильные константы. Уравнение Юкавы-Цуно.

**Общие представления о механизмах химических реакций. Поверхность потенциальной энергии и ее сечение вдоль координаты реакции. Переходное состояние и активированный комплекс. Принцип Белла-Эванса-Поляни и постулат Хэммонда.**

Статический и динамический подход в изучении электронного строения и реакционной способности молекул. Понятие о субстрате и реагенте, исходных и конечных соединениях, механизме реакции. Способы разрыва ковалентной связи. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены и другие. Классификация реагентов (нуклеофильные и электрофильные). Классификация органических реакций: а) по направлению реакций (замещения –

S, присоединения – A, отщепления – E, перегруппировки); б) по типу разрыва ковалентной связи или по характеру реагирующих частиц (радикальные и ионные реакции – нуклеофильные и электрофильные); в) по количеству молекул, участвующих в стадии, определяющей скорость реакции (лимитирующая стадия). Моно- и бимолекулярные реакции. Энергетический профиль реакции (E активации, энергетический барьер). Экзо- и эндотермические реакции. Влияние различных факторов на скорость и направление реакции. Кинетический и термодинамический контроль за ходом реакции. Катализ, его виды и значение.

**Количественная оценка влияния заместителей на равновесные процессы. Принцип линейности свободных энергий. Уравнение Гаммета. ρ- и сигма-Константы.**

Реакционная способность органических соединений и способы ее оценки. Принцип линейности свободных энергий. Уравнение и константы Гаммета.

**Развитие теории Гаммета. Прямое полярное сопряжение. Уравнение Брауна-Окамото. Нуклеофильные и электрофильные константы. Уравнение Юкавы-Цуно.**

Развитие теории Гаммета. Прямое полярное сопряжение. Уравнение Брауна-Окамото. Нуклеофильные и электрофильные константы. Уравнение Юкавы-Цуно.

**Раздел 3. Реакции у sp<sup>3</sup>-гибризованного атома углерода.**

В разделе рассматриваются механизмы реакций соединений, реакционным центром которых является sp<sup>3</sup>-гибризованный атом углерода: радикальное, электрофильное и нуклеофильное замещение. Описываются отдельные стадии процесса.

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

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

Влияние природы субстрата и реагента.

Свободные радикалы. Строение, стабильность. Зависимость строения и стабильности от природы заместителей. Источники свободных радикалов и методы генерирования радикалов: термолиз, фотолиз соединений с перекисной цепочкой, азосоединений, синтез из других радикалов.

**Механизмы нуклеофильного замещения галогена в алифатическом ряду. Механизм SN<sub>2</sub>. Влияние природы субстрата, реагента, уходящей группы и растворителя на ход реакции. Классификация активированных комплексов реакций.**

Механизмы нуклеофильного замещения галогена в алифатическом ряду. Механизм SN<sub>2</sub>. Влияние природы субстрата, реагента, уходящей группы и растворителя на ход реакции. Классификация активированных комплексов реакций.

Механизмы SN<sub>1</sub> и SN<sub>2</sub>. Влияние одноименного иона на кинетику SN<sub>1</sub> реакций.

Стереохимический результат этих реакций. Зависимость соотношения этих механизмов от структуры субстрата, природы нуклеофила и сольватирующей способности растворителя. Влияние электронных и стерических факторов на скорость SN<sub>1</sub> и SN<sub>2</sub> реакций. Понятия об основности и нуклеофильности. Влияние среды на скорость и реакции нуклеофильного замещения в газовой фазе. Реакционная способность амбидентных нуклеофилов. Правило Корнблюма. Влияние растворителя на направление реакции. Анхимерное содействие. Перегруппировки в ходе реакций нуклеофильного замещения. Ионно-парный механизм реакции. Процессы ионизации и диссоциации. Типы ионных пар: контактные, сольватно-разделенные.

**Механизмы электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Механизмы SE1 и SE2. Влияние природы субстрата, реагента, уходящий на ход реакции. Стереохимия реакции.**  
Механизмы электрофильного замещения у насыщенного атома углерода. Механизмы SE1 и SE2. Влияние природы субстрата, реагента, уходящий на ход реакции. Стереохимия реакции.

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

Реакции элиминирования в алифатическом ряду. Механизмы E1, E2 и E1cB. Влияние природы субстрата, реагента, уходящий группы и растворителя на ход реакций. Стереохимия реакции.

Регионаправленность процесса. Правила Зайцева и Гофмана.

Природа переходных состояний, влияние электронных и стерических факторов в субстрате, уходящей группе и основании на предпочтительность того или иного механизма. Стереохимия E2 отщепления (анти-элиминирование) и причины ее обуславливающие. Случаи син-элиминирования.

#### **Раздел 4. Реакции у sp<sup>2</sup>-гибризованного атома углерода.**

В разделе рассматриваются реакции электрофильного, нуклеофильного и радикального присоединения присоединения к кратным связям. Механизм реакции AdE<sub>2</sub>, регионаправленность реакции. правила Марковникова, Караша, стереохимия реакций AdE<sub>2</sub>, AdN, AdR

**Реакции электрофильного присоединения к кратным связям. Механизм реакции AdE<sub>2</sub>. Катионы «открытого» и «закрытого» типов. Регионаправленность реакции. Правило Марковникова. Стереохимия реакций AdE<sub>2</sub>. Реакции присоединения к диенам.**

Реакции электрофильного присоединения к кратным связям. Механизм реакции AdE<sub>2</sub>. Катионы «открытого» и «закрытого» типов.

Кинетика и механизм реакции присоединения галогеноводородов и галогенов. Классический и ониевый карбкатионы. Стереохимия присоединения. Влияние заместителей на скорость реакции и природу переходного состояния. Региоселективность реакции (правило Марковникова) и причины ее нарушения. Стереохимия реакций AdE<sub>2</sub>. Реакции присоединения к диенам.

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

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

Механизм присоединения заряженных и незаряженных нуклеофилов, криптооснований (металлорганических соединений). Кислотный и основной катализ присоединения. Влияние электронных эффектов заместителей на скорость реакции.

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

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

#### **Раздел 5. Молекулярные перегруппировки.**

В разделе рассматриваются нуклеофильные внутримолекулярные перегруппировки (пинаколиновая и ретропинаколиновая) и их механизмы, перегруппировки с участием секстетного атома азота (Вагнера-Меервейна, Гофмана, Лоссеня, Курциуса, Бекмана), электрофильные внутримолекулярные

перегруппировки (Виттига, Фаворского, Стивенса), радикальные перегруппировки.

**Нуклеофильные внутримолекулярные перегруппировки. Механизм пинакон-пинаколиновой, ретропинаколиновой перегруппировок. Перегруппировки с участием секстетного атома азота (Вагнера-Меервейна, Гофмана, Лоссеня, Курциуса, Бекмана).**  
Нуклеофильные внутримолекулярные перегруппировки. Механизм пинакон-пинаколиновой, ретропинаколиновой перегруппировок. Перегруппировки с участием секстетного атома азота (Вагнера-Меервейна, Гофмана, Лоссеня, Курциуса, Бекмана). Нуклеофильные перегруппировки. Природа миграции, способность групп к миграции (миграция к углероду, азоту, кислороду). Дальние нуклеофильные перегруппировки.

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

Электрофильные внутримолекулярные перегруппировки (Виттига, Фаворского, Стивенса). Механизм электрофильных перегруппировок.

**Радикальные перегруппировки.**

Радикальные перегруппировки. Генерирование свободного радикала, миграции группы с неспаренным электроном, стабилизация вновь образующегося своб. радикала.

**Раздел 6. Перициклические реакции.**

В разделе рассматриваются типы и особенности согласованных перициклических реакций, метод МО ЛКАО, Орбитали полиенов. Симметрия молекулярных орбиталей, корреляционные диаграммы Гунда, принцип сохранения орбитальной симметрии Вудварда-Хоффмана супра- и антароповерхностные процессы, запрещенные и разрешенные по симметрии процессы, электроциклические реакции, конротаторные и дисротаторные процессы. Правила отбора по симметрии, сигматропные перегруппировки. Миграция водорода и неводородных групп. Правила отбора по симметрии. Хелетропные реакции. Линейные и нелинейные хелетропные процессы. Правила отбора по симметрии, Анализ перициклических реакций по Эвансу. Ароматическое и неароматическое переходные состояния. Переходные состояния типа Хюккеля и Мебиуса. Правила Дьюара-Циммермана. Описание согласованных реакций по Дьюару-Циммерману.

**Типы и особенности согласованных перициклических реакций. Метод МО ЛКАО. Орбитали полиенов. Симметрия молекулярных орбиталей. Корреляционные диаграммы Гунда. Принцип сохранения орбитальной симметрии Вудварда-Хоффмана.**  
Перициклические реакции и их стереохимия. Перициклические и реакции и их классификация. Электроциклические реакции. Циклоприсоединение. Сигматропные реакции. Метод МО ЛКАО. Орбитали полиенов. Симметрия молекулярных орбиталей. Корреляционные диаграммы Гунда. Принцип сохранения орбитальной симметрии Вудварда-Хоффмана.

**Супра- и антароповерхностные процессы. Реакции [2+2]- и [4+2]-циклоприсоединения. Правило «непересечения». Запрещенные и разрешенные по симметрии процессы.**  
Циклоприсоединение: понятие о супра-и антароповерхностном протекании циклоприсоединения. Реакции (2+2) и (2+4) -циклоприсоединения. 1,3-диполярное циклоприсоединение Правило «непересечения». Запрещенные и разрешенные по симметрии процессы.

**Электроциклические реакции. Конротаторные и дисротаторные процессы. Правила отбора по симметрии.**



Электроциклические реакции. Конротаторное и дисротаторное замыкание цикла.

**Сигматропные перегруппировки. Миграция водорода и неводородных групп. Правила отбора по симметрии.**

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

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

Линейные и нелинейные хелетропные процессы. Правила отбора по симметрии.

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

Анализ перциклических реакций по Эвансу. Ароматическое и неароматическое переходные состояния. Системы с топологией Хюккеля и Мебиуса. Перциклические реакции с позиции метода Дьюара-Циммермана. Обобщенное правило Вудворда-Гофмана. Описание согласованных реакций по Дьюару-Циммерману.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Органическая химия. В 2 т. : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Травень. Т. 1. - М.: Академкнига, 2005, ISBN 5-94628-068-6.-727.-Библиогр.: с. 705-708
2. Органическая химия. В 2 т. : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Травень. Т. 2. - М.: Академкнига, 2005, ISBN 5-94628-068-6.-582.-Библиогр.: с. 562-564
3. Горленко, В. А. Органическая химия. Часть I-II : учебное пособие / В. А. Горленко, Л. В. Кузнецова, Е. А. Яныкина. — Москва : Прометей, 2012. — 294 с. — ISBN 978-5-7042-2345-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/18592>
4. Горленко, В. А. Органическая химия. Часть III-IV : учебное пособие / В. А. Горленко, Л. В. Кузнецова, Е. А. Яныкина. — Москва : Прометей, 2012. — 414 с. — ISBN 978-5-7042-2324-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/18593>

### Дополнительная:

1. Масливец А. Н. Цели и стратегия синтеза сложных биологически активных молекул: учебное пособие по спецкурсу / А. Н. Масливец. - Пермь: ПГУ, 2005, ISBN 5-7944-0543-0.-58.-Библиогр.: с. 56
2. Щепин В. В. Перегруппировки органических молекул: учебное пособие по спецкурсу / В. В. Щепин. - Пермь, 1998, ISBN 5-7944-0059-5.-76.
3. Арутюнов, В. С. Органическая химия: окислительные превращения метана : учебное пособие для вузов / В. С. Арутюнов, О. В. Крылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 371 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-04314-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/438501>
4. Масливец А. Н., Машевская И. В. 2,3-Дигидро-2,3-пирролдионы / М-во образования и науки РФ, Перм. гос. ун-т, Перм. гос. с.-х. акад. им. акад. Д. И. Прянишникова. - Пермь: ПГУ, 2005, ISBN 5-7944-0513-9.-126.-Библиогр.: с. 114-125

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbooksshop.ru/> Электронно-библиотечная система IPRbooks( ЭБС IPR books)

<http://www.scopus.com> Web of Science Core Collection

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека "Elibrary"

<http://www.bibliotech.ru> Цифровая библиотека "Библиотех"

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Органическая химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

### 1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

### 3. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Органическая химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1.3</b> Владеет фундаментальными знаниями в области органической химии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>Знать: основные теоретические положения описывающие процессы в органической химии, общие сведения о строении молекул органических соединений и механизмах химических реакций. Уметь: анализировать экспериментальные данные, касающиеся экспериментальных данных по строению органических молекул и механизмам реакций выделять главные и второстепенные моменты, формулировать цели и задачи исследования. Владеть основными методами исследований в органической химии</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Знания в области органической химии отсутствуют. Обучаемый не знает теоретических основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствуют умения сбора информации в области органической химии. Нет навыков экспериментальных исследований в области органической химии, достаточных для решения научно-исследовательских задач.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Наличие общих, но не структурированных знаний теоретических основ органической химии, основных понятий и терминологии. Частично сформированное умение выделять главное и второстепенной из результатов эксперимента.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Наличие общих знаний теоретических основ органической химии, основных понятий и терминологии, но содержащих незначительные пробелы. В целом успешное но содержащий отдельные пробелы в применении навыков и умений мыслительной и экспериментальной деятельности, определения и цели постановки задачи исследования.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Вполне сформированные систематические знания в области теоретической органической химии. Корректная интерпретация экспериментальных данных по строению молекул органических соединений, умение описать механизм</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>известной реакции, и предложить механизм реакции, для которой известны исходные вещества и продукты, а также предложить этапы экспериментального исследования механизмов.</p>

### Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам**

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :  
время отводимое на подготовку 1**

### Показатели оценивания

<p>Не демонстрирует знания основного содержания дисциплины. Не владеет терминологией дисциплины, теорией и законами теоретической органической химии объясняющими направление химического взаимодействия и его механизм. Не может предложить механизмы известных химических реакций. Не может спланировать эксперимент по установлению механизма химических реакций</p>	<b>Неудовлетворител</b>
<p>Демонстрирует знания основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом. Владеет терминологией дисциплины, теорией и основными законами теоретической органической химии, но ошибается в описании механизмов химических реакций Не может адекватно спланировать эксперимент по установлению механизма химических реакций</p>	<b>Удовлетворительн</b>
<p>Демонстрирует знания основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом. Владеет терминологией дисциплины, теорией и основными законами теоретической органической химии, может описать механизм известных химических реакций Может лишь в общих чертах спланировать эксперимент по установлению механизма химических реакций.</p>	<b>Хорошо</b>
<p>Демонстрирует знания основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом. Свободно владеет терминологией дисциплины, теорией и основными законами теоретической органической химии, может описать механизм известных химических реакций. Демонстрирует способность творчески применить знание теории к решению</p>	<b>Отлично</b>

профессиональных задач.  
Может спланировать эксперимент по установлению механизма химических реакций.

**Отлично**

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Взаимное влияние атомов в молекулах предельных соединений. Индуктивный эффект и эффект поля.
2. Реакции циклоприсоединения. Описание Вудворда-Хоффмана и Дьюара-Циммермана.
3. Электроотрицательность элементов. Типы химических связей в молекулах органических соединений.
4. Реакции радикального замещения водорода в алифатическом ряду. Механизм SR. Региоселективность.
5. Атомные орбитали. Гибридизация атомных орбиталей. Молекулярные орбитали. Симметрия молекулярных сигма- и пи-орбиталей.
6. Нуклеофильное замещение галогена в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2.
7. n-пи- и пи-пи-Сопряжение. Взаимное влияние атомов в молекулах сопряженных соединений. Мезомерный эффект. Передача мезомерного эффекта. Винилогия.
8. Электроциклические реакции. Описание Вудворда-Хоффмана и Дьюара-Циммермана.
9. Современная классификация реагентов и реакций органических соединений.
10. Реакции элиминирования в алифатическом ряду. Правила Зайцева и Гофмана. Механизмы E1, E2, E1cB.
11. Общие представления о механизмах химических реакций. Поверхность потенциальной энергии, и ее сечения. Представление о координате реакции.
12. Нуклеофильные перегруппировки.
13. Теория абсолютных скоростей реакций. Переходное состояние и активированный комплекс. Постулат Хэммонда. Принцип Белла-Эванса-Поляни.
14. Электрофильные и радикальные перегруппировки.
15. Линейность свободных энергий. Уравнение Гаммета. ро- и сигма-Константы.
16. Реакции электрофильного замещения водорода в ароматическом ряду. Механизм SE2 Ar.  $\square$ - и  $\square$ -Комплексы.
17. Явление ориентации в реакциях замещенных бензолов с электрофилами. Причины.
18. Развитие теории Гаммета. Нуклеофильные и электрофильные константы заместителей. Уравнения Брауна-Окамото, Юкава-Цуно.
19. Нуклеофильное замещение водорода и галогена в ароматическом ряду. Понятие о комплексах Мейзенгеймера и дегидробензоле. Кине-замещение.
20. Применение теории Гаммета к реакциям в алифатическом ряду. Уравнение Тафта. Правило аддитивности. Стерические константы заместителей.
21. Реакции электрофильного присоединения к кратным связям. Механизм AdE. Карбокатионы «открытого» и «закрытого» типов. Правило Марковникова. Перекисный эффект Караша.
22. Каково строение продукта термической реакции 1,3-бутадиена и транс 2-бутена?
23. Хлорид (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C(Cl)R при R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> образует в 80% этаноле до 34% алкена (какого?). Как изменится скорость образования и выход алкена в случае R=изо-бутил, R=неопентил?
24. Объясните, почему 1-бром-4-нитробензол реагирует с пиперидином в 35 раз быстрее, чем 5-бром-1,3-диметил-2-нитробензол.



25. 2-Хлорциклогексанон, имеющий «меченые» атомы углерода C1 и C2 был обработан этилатом натрия. Какова структура продукта реакции и как в нем распределяется «метка»?
26. В результате взаимодействия мета-бромтолуола с амидом калия в жидком аммиаке получены орто-, мета и пара-толуидины с выходами, соответственно, 22, 56 и 22%. Каков механизм данной реакции.
27. В результате обработки амида циклогексилуксусной кислоты бромом в присутствии гидроксида натрия получено соединение состава C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>N. Какова его структура и механизм образования.
28. В результате дегидробромирования 2-бром-2,4,4-триметилпентана получена смесь, состоящая из 18% 2,4,4-триметил-2-пентена и 82% 2,4,4-триметил-1-пентена. Почему «гофмановский» алкен является основным продуктом?
29. Почему попытки синтеза трет-бутилового спирта из трет-бутилбромида и гидроксида натрия, как правило, безуспешны? Как можно получить этот спирт из трет-бутилбромида?
30. Взаимодействие 2-метил-2-фенил-1-хлорбутана с водным раствором щелочи приводит к образованию двух соединений состава C<sub>11</sub>H<sub>16</sub>O. Каково их строение и относительный выход?
31. Каково строение продукта фотолиза цис-3,4-диэтилциклобутена?