

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра биологии и биологической химии



**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Учебный модуль по специальности  
04.05.01– Фундаментальная и прикладная химия  
Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УО

Даниленко Л. Б. Даниленко  
«27» 01 2017 г.

Заведующий выпускающей  
кафедрой

Зыкова И. В. Зыкова  
«16» 01 2017 г.

РАЗРАБОТАЛ

Доцент кафедры ББХ

Андреева Л. В. Андреева  
«12» 01 2017 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 5 от 27.01

Зав. кафедрой ББХ

Максимюк Н. Н. Максимюк  
«27» 01 2017 г.

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

*Цель* учебного модуля (УМ) «Органическая химия»

– сформировать у студентов способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы органической химии в соответствии с видами профессиональной деятельности.

*Задачи* УМ «Органическая химия», решение которых обеспечит достижение цели:

- сформировать теоретический фундамент современной органической химии как единой, логически связанной системы;
- расширить и закрепить базовые понятия органической химии необходимые для дальнейшего изучения дисциплин профессионального цикла;
- сформировать умения и навыки экспериментальной работы, самостоятельной работы с научно-технической литературой.

*Ведущая идея модуля:* органические соединения обладают особенностями состава, строения, свойств и поведения, которые необходимо учитывать в профессиональной деятельности.

## 2 МЕСТО УЧЕБНОГО МОДУЛЯ В СТРУКТУРЕ ОП СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Модуль «Органическая химия» в учебном плане для специальности 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия входит в базовую часть (код СП.БЗ). Модуль базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении модулей: «Неорганическая химия» (СП. Б.1), «Аналитическая химия» (СП. Б.2).

Студенты должны знать основные классы неорганических веществ, основные свойства химических элементов. Студенты должны иметь представление о способах проведения химического анализа.

Знания, полученные при изучении УМ «Органическая химия», используются при освоении следующих модулей:

- знание свойств основных классов органических соединений – для модуля «Физическая химия» (СП. Б.4);
- знание строения и свойств органических веществ - для модуля «Химические технологии» (СП.Б.7);
- знания о превращениях органических соединений – для модуля «Решение задач по химии (СП.ВВ.22)».

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования к обязательному минимуму содержания образовательной программы.

В соответствии с квалификационной характеристикой выпускника специальности 04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия в результате изучения курса «Органическая химия» должны быть сформированы следующие компетенции:

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

В соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки уровень компетенции- повышенный.

Формирование этих компетенций позволяет выпускнику отвечать следующим требованиям. Студент должен:

знать:

- общие закономерности протекания химических процессов с участием органических веществ;
- теорию строения органических соединений;
- научные основы классификации, номенклатуры и изомерии органических соединений;
- основы стереохимии;
- особенности реакционной способности органических соединений;
- характеристики основных классов органических соединений;
- основы качественного анализа органических соединений;

уметь:

- составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических соединений;
- классифицировать органические вещества;
- называть органические вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК;
- проводить первичный анализ органических веществ;
- предложить способы синтеза представителей основных классов органических соединений;
- применять теоретические знания органической химии при планировании эксперимента;
- использовать теоретические знания для решения конкретных задач;
- интерпретировать результаты химических процессов с участием органических соединений;

владеть:

- теоретическими основами органической химии при решении конкретных задач;
- классическими методами получения органических веществ;
- способностью интерпретации результатов научного эксперимента.

Требования к знаниям, умениям и владению указаны в паспорте компетенций.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

### 4.1 Трудоемкость учебного модуля

Модуль входит в базовую часть блока модулей, изучается в третьем, четвертом и пятом семестрах дневной формы обучения.

Распределение трудоёмкости УМ

| Учебная работа                                                     | Всего | Распределение по семестрам |    |    | Коды формируемых компетенций |
|--------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|----|----|------------------------------|
|                                                                    |       | 3                          | 4  | 5  |                              |
| Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т. ч.   | 14    | 4                          | 4  | 6  | ОПК-1                        |
| – экзамен, ЗЕ                                                      | 2     |                            | 1  | 1  |                              |
| Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ): | 216   | 72                         | 54 | 90 |                              |

|                        |     |    |         |         |  |
|------------------------|-----|----|---------|---------|--|
| – лекции               | 72  | 24 | 18      | 30      |  |
| – практические занятия | 72  | 24 | 18      | 30      |  |
| – лабораторные работы, | 72  | 24 | 18      | 30      |  |
| вт.ч. ауд. СРС         | 72  | 24 | 18      | 30      |  |
| Внеаудиторная СРС      | 288 | 72 | 90      | 126     |  |
| Вид итогового контроля |     | ДЗ | экзамен | экзамен |  |

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) как самостоятельные единицы

| Учебная работа (УР)                                                                                                           | Всего | Коды формируемых компетенций |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------|
| Трудоемкость модуля в зачетных единицах                                                                                       | 14    |                              |
| Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (а. ч.):<br><i>УЭМ 1 Теоретические основы органической химии</i> |       | ОПК - 1                      |
| - лекции                                                                                                                      | 12    |                              |
| - практические занятия                                                                                                        | 12    |                              |
| - лабораторные работы                                                                                                         | 12    |                              |
| - аудиторная СРС                                                                                                              | 12    |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                                                                           | 36    |                              |
| <i>УЭМ 2 Углеводороды</i>                                                                                                     |       | ОПК –1                       |
| - лекции                                                                                                                      | 12    |                              |
| - практические занятия                                                                                                        | 12    |                              |
| - лабораторные работы                                                                                                         | 12    |                              |
| - аудиторная СРС                                                                                                              | 12    |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                                                                           | 36    |                              |
| <i>Аттестация: дифференцированный зачет по УЭМ 1 – УЭМ 2</i>                                                                  | -     |                              |
| <i>УЭМ 3 Кислородсодержащие соединения</i>                                                                                    |       | ОПК - 1                      |
| - лекции                                                                                                                      | 18    |                              |
| - практические занятия                                                                                                        | 18    |                              |
| - лабораторные работы                                                                                                         | 18    |                              |
| - аудиторная СРС                                                                                                              | 18    |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                                                                           | 54    |                              |
| <i>Аттестация: экзамен по УЭМ 1 – УЭМ 3</i>                                                                                   | 36    |                              |
| <i>УЭМ 4 Азотсодержащие соединения</i>                                                                                        |       | ОПК - 1                      |
| - лекции                                                                                                                      | 6     |                              |
| - практические занятия                                                                                                        | 4     |                              |
| - лабораторные работы                                                                                                         | -     |                              |
| - аудиторная СРС                                                                                                              | 6     |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                                                                           | 12    |                              |
| <i>УЭМ 5 Гетерофункциональные соединения</i>                                                                                  |       | ОПК - 1                      |
| - лекции                                                                                                                      | 4     |                              |
| - практические занятия                                                                                                        | 4     |                              |
| - лабораторные работы                                                                                                         | -     |                              |
| - аудиторная СРС                                                                                                              | 4     |                              |
| - внеаудиторная СРС                                                                                                           | 13    |                              |

|                                                                                                                                                        |                         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|
| <i>УЭМ 6 Углеводы</i><br>- лекции<br>- практические занятия<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС                        | 4<br>6<br>8<br>4<br>13  | ОПК - 1 |
| <i>УЭМ 7 Аминокислоты</i><br>- лекции<br>- практические занятия<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС                    | 4<br>6<br>16<br>4<br>13 | ОПК - 1 |
| <i>УЭМ 8 Гетероциклические соединения</i><br>- лекции<br>- практические занятия<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС    | 4<br>4<br>-<br>4<br>13  | ОПК - 1 |
| <i>УЭМ 9 Элементорганические соединения</i><br>- лекции<br>- практические занятия<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС  | 4<br>4<br>-<br>4<br>13  | ОПК - 1 |
| <i>УЭМ 10 Анализ органических соединений</i><br>- лекции<br>- практические занятия<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС | 4<br>2<br>6<br>4<br>13  | ОПК - 1 |
| <i>Аттестация: экзамен по УЭМ 4 – УЭМ 10</i>                                                                                                           | 36                      |         |

## 4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

### 4.2.1 Темы и содержание теоретических занятий

#### *УЭМ 1 Теоретические основы органической химии*

Предмет и значение органической химии. Этапы развития органической химии как науки. Основные положения теории химического строения А.М.Бутлерова, развитие теории в связи с развитием учения о строении атомов и стереохимии. Три валентных состояния атома углерода.  $sp^3$ -,  $sp^2$  и  $sp$ -гибридизация.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи, их основные характеристики.

Классификация органических соединений по составу, характеру связей, строению углеродного скелета, гомологический ряд. Общая молекулярная формула представителей данного класса. Понятие о функциональных группах. Полифункциональные и гетерофункциональные соединения.

#### Изомерия органических соединений

##### *Структурная изомерия*

Виды структурной изомерии.

Метамерия, таутомерия, динамическая, структурная изомерия. Прототропная таутомерия (кетто-енольная, цикло-цепная, лактам-лактимная, амин-иминная, быстрая

миграция протона).

*Пространственная изомерия (стереоизомерия)*

Конформации. Энергетическая характеристика заслоненных, скошенных, заторможенных конформаций открытых цепей. Проекционные формулы (проекции) Ньюмена.

*Геометрическая (цис-транс) изомерия* ациклических непредельных соединений, циклоалканов.

$\Sigma, Z$ -номенклатура геометрических изомеров ( $\pi$ -диастереомеров).

*Оптическая изомерия*

Хиральность молекул. Ассиметрический атом углерода.

Проекционные формулы Фишера. Энантиомеры и рацематы. Относительная и абсолютная конфигурация. D, L и R, S-системы стехиометрической номенклатуры.

Оптическая изомерия соединений, не содержащих асимметрический атом углерода.

Электронные представления в органической химии

Взаимное влияние атомов в органических молекулах, электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Индуктивный эффект.

Сопряжение и ароматичность. Системы с открытой цепью сопряжения.  $\pi$ ,  $\pi$ -сопряжение,  $p$ ,  $\pi$ -сопряжение. Теория резонанса.

Системы с замкнутой цепью сопряжения. Понятие об ароматичности, правило Хюккеля. Гетероциклические ароматические системы. Мезомерный эффект.

Реакционная способность органических соединений

Общая характеристика реакций органических веществ. Понятие о механизме реакции. Кинетические и термодинамические факторы. Энергия активации. Переходные состояния (активированный комплекс). Промежуточные частицы (интермедиаты). Карбокатионы, карбанионы, свободные радикалы. Электронное строение, устойчивость этих интермедиатов.

Субстрат, реагент, реакционный центр. Понятие о радикальных, электрофильных и нуклеофильных реагентах (частицах). Классификация реакций органических веществ по направлению (присоединения, замещения, элиминирования, перегруппировки (изомеризации), полимеризации, поликонденсации, окисления и др.) и по характеру реагирующих частиц (гомолитические-радикальные и гетеролитические-ионные, нуклеофильные и электрофильные). Синхронные или согласованные реакции. Классификация реакций по числу частиц, принимающих участие в элементарной лимитирующей стадии: диссоциативные (мономолекулярные) и ассоциативные (бимолекулярные). Механизм реакции  $S_N1$  и  $S_N2$ . Региоселективность, хемоселективность, стереоселективность реакций органических веществ.

Факторы, определяющие реакционную способность органических соединений. Статические факторы (электронный фактор, пространственный фактор). Динамические факторы (энергетический фактор, влияние среды). Катализ органических реакций. Общие представления о механизме действия катализаторов.

Кислотность и основность органических соединений. Кислоты и основания Бренстеда. Протолитическая теория кислот и оснований. Факторы, влияющие на кислотность и основность органических соединений (природа атома в кислотном или основном центре, характер, связанного с ним радикала, возможность делокализации заряда, влияние растворителя)

Электронная теория кислот и оснований. Кислоты и основания Льюиса. Принцип жестких и мягких кислот и оснований Р.Пирсона. Использование его в качестве теоретической основы для понимания различных взаимодействий органических соединений.

Методы исследования органических соединений

Экстракция, перекристаллизация, перегонка, хроматография. Критерии чистоты

вещества: плотность, показатель преломления, температура кипения. Химический функциональный анализ.

Введение в спектроскопию. Электромагнитный спектр. Видимый спектр.

Электронная спектроскопия (УФ и видимая области): типы электронных переходов и их энергия, понятие о хромофорах и ауксохромах.

Инфракрасная (ИК) спектроскопия: типы колебаний атомов в молекулах (валентные, деформационные); характеристические частоты. Область “отпечатков пальцев”, ее использование при установлении идентичности соединений.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Протонный магнитный резонанс (ПМР). Спектры ПМР: их природа, основные характеристики (химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность), связь со строением молекул.

Масс-спектрометрия. Масс-спектральные серии ионов основных классов органических соединений. Понятие о методе дипольных моментов.

## *УЭМ 2 Углеводороды*

### Алканы

Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природные источники. Синтетические способы получения. Физические и химические свойства алканов. Механизм цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах. Региоселективность радикального замещения. Особенности реакции галогенирования алканов. Сульфохлорирование, синтетические моющие средства. Реакция М.И.Коновалова, влияние температуры на ход реакции.

Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот (синтез Кольбе).

Способы переработки нефти – перегонка, термический и каталитический крекинг.

### Циклоалканы

Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные связи.

Методы синтеза. Расширение, сужение циклов (Демьянов). Химические свойства. Особенности химических свойств малых циклов.

Общие представления о макроциклах.

Полициклические системы, конденсированные, спиранные, мостичные. Адамантан. Стероиды, родоначальные структуры, стереохимия.

### Алкены

Методы синтеза алкенов. Способы образования двойной связи, правило Зайцева. Реакции электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация. Механизм радикального присоединения. Окисление алкенов (гидроксилирование, озонлиз, эпоксидирование). Полимеризация алкенов. Механизм и стадии процесса. Координационная полимеризация на катализаторах Циглера-Натта. Реакции алкенов по аллильному положению.

### Алкадиены

Типы алкадиенов. Химические свойства диенов. Особенности присоединения в ряду сопряженных диенов. Диеновый синтез. Полимеризация диенов. Способы получения бутадиена-1,3 и изопрена. Изопреноиды.

Терпены, изопреновое правило. Терпены в природе. Каротиноиды.

### Алкины

Способы образования тройной связи. Пиролитический и карбидный способы получения ацетилена. Химические свойства алкинов. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях электрофильного присоединения. Образование ацетиленидов как следствие более выраженных СН-кислотных свойств алкинов. Использование ацетилена и его гомологов в химическом синтезе.

Арены. Моноядерные арены. Источники ароматических углеводородов.

Ароматические свойства, правило Хюккеля. Электронное строение бензола. Реакции электрофильного замещения, их механизмы (на примере бензола). Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на ход реакции электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции, протекающие с потерей ароматичности: гидрирование, присоединение хлора. Окисление.

Многоядерные арены (дифенил, дифенилметан, трифенилметан). Конденсированные арены (нафталин, ароматические свойства) реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрование). Ориентация замещения. Восстановление (тетралин, декалин) и окисление (нафтохиноны). Антрацен, фенантрен (ароматические свойства. Восстановление, окисление).

Высшие конденсированные арены. Три, четыре-бензпирен.

Моногалогенопроизводные алифатических углеводородов

|                                                                                                                                                                                                                                                            |    |            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------|------------|
| Способы                                                                                                                                                                                                                                                    | их | получения. | Химические |
| свойства. Комплексообразование галогеналканов с ионами металлов и кислотами Льюиса на примере реакции Фриделя-Крафтса. Восстановление галогеноалканов водородом, их взаимодействие с металлами: образование металлоорганических соединений, реакция Вюрца. |    |            |            |

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы.

Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Хлористый винил и хлоропрен.

Ароматические галогенопроизводные. Способы их получения. Эффекты атомов галогенов как заместителей.

### *УЭМ 3 Кислородсодержащие соединения*

Одноатомные насыщенные спирты

Номенклатура, изомерия, классификация. Способы образования спиртовой гидроксильной группы: присоединение воды по связи  $C=C$ , гидролиз связи  $C-$  галоген, восстановление карбонильной и сложноэфирной групп, синтеза с использованием металлоорганических соединений. Промышленные способы получения простейших алифатических спиртов, циклогексанола. Электронная природа и полярность связей  $C-O$  и  $O-H$ , водородная связь и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов. Химические свойства: кислотно-основные свойства, замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогеноводородов и галогенангидридов минеральных кислот, дегидратация.

Синтез, свойства, синтетическое использование алкиловых эфиров минеральных кислот. Диметилсульфат как метилирующий реагент. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, образование простых эфиров, взаимодействие с карбонильными соединениями, карбоновыми кислотами и их производными. Окисление и дегидрирование спиртов; реакция Оппенгауэра.

Многоатомные спирты

Гликоли, способы их получения, химические свойства: окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой (реакция Малапрада), взаимодействие с борной кислотой, превращение в  $\alpha$ - окиси, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка.

Этиленгликоль, его свойства. Глицерин: методы синтеза, основанные на использовании пропилена; образование простых и сложных эфиров, комплексов с ионами металлов, дегидратация. Применение глицерина и его производных. Пентаэритрит. Ксилит, сорбит. Азотные эфиры многоатомных спиртов.

Ненасыщенные и ароматические спирты

Правило Эльтекова-Эрленмейера. Аллиловый спирт. Методы синтеза, химические

свойства и их особенности, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Пропаргильный спирт. Бензиловый спирт, ди- и трифенил-карбонилы, методы синтеза и химические свойства. Виниловый спирт и его производные. Винацетат и полимеры на его основе.

### Фенолы

Фенол и его гомологи. Нафтолы. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенпроизводных, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола (Сергеев, Удрис). Химические свойства. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Замещение гидроксигруппы на аминогруппу в  $\alpha$ -нафтоле (реакция Бухерера). Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Перегруппировка (Фриса) сложных эфиров фенолов как способ ацилирования по кольцу. Конденсация фенолов с формальдегидом, фенолоформальдегидные смолы. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, введение ацильной группы (реакции Гаттермана, Хеша, Раймера-Тимана, Вильсмайера-Хаака). Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Основные пути использования замещенных фенолов.

Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон: способы получения, восстановительные свойства, образование моно- и диэфиров, циклические эфиры пирокатехина. Представление о природных соединениях- производных пирокатехина. Резорцин: получение, реакции, характерные для фенолов, восстановление до дигидрорезорцина.

### Простые эфиры

Номенклатура, классификация. Диалкиловые эфиры: способы получения, взаимодействие с протонными кислотами и кислотами Льюиса, расщепление, окисление. Образование гидроперекисей, их обнаружение и удаление. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-Диоксан. Краун-эфиры. Комплексообразование с ионами металлов. Применение в межфазном катализе.

### Альдегиды и кетоны

Способы образования карбонильной группы. Получение ароматических карбонильных соединений ацилированием ароматических углеводородов (реакция Фриделя-Крафтса). Химические свойства. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами (водой, спиртами, бисульфитом натрия, пятихлористым фосфором) Взаимодействие с азотсодержащими нуклеофилами. Взаимодействие с C-нуклеофилами: образование циангидринов, присоединение магнийорганических соединений.

Реакции с участием СН-кислотного центра  $\alpha$ -атома углерода альдегидов и кетонов. Строение енолят-иона. Кетоенольная таутомерия. Конденсации альдольного и кротонового типа. Галоформная реакция. Йодоформная проба. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов.

Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродных связей (правило Попова). Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами в присутствии алкоголятов алюминия (равновесие Меервейна-Понндорфа-Верлея, реакция Клемменсена), восстановление кетонов металлами с образованием металлкетиллов и пинаконов. Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канницаро), бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах. Ацетофенон, бензофенон.

Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Общие представления о

сходстве электронного строения и химических свойств карбонильной и азометиновой группы. Восстановление оксимов, гидразонов, шиффовых оснований, восстановительное аминирование карбонильных соединений. Оксимы: геометрическая изомерия, превращения, катализируемые кислотами, перегруппировка (Бекмана) оксима циклогексанона и ее промышленное значение. Катализируемое основанием разложение гидразонов как способ восстановления карбонильных соединений (реакция Кижнера – Вольфа). Кислотный гидролиз бисульфитных производных, оксимов, гидразонов, ацеталей и кеталей как метод выделения и очистки карбонильных соединений.

#### Дикарбонильные соединения

Номенклатура и классификация. Способы получения, основанные на реакциях окисления, нитроирования и конденсации.  $\alpha$ -Дикарбонильные соединения. Глиоксаль, метилглиоксаль: образование устойчивых гидратов, катализируемых основаниями превращения в гидрокислоты. Реактив Чугаева и комплексы металлов на его основе. Бензил, бензиловая перегруппировка.  $\beta$ -Дикарбонильные соединения, кетенольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов на примере ацетил-ацетона.

$\alpha, \beta$ -непредельные альдегиды и кетоны.

Общие методы синтеза: окисление олефинов по аллильному положению и спиртов аллильного типа, кротоновая конденсация карбонильных соединений. Синтез акролеина дегидратацией глицерина. Электронное строение и его связь с реакционной способностью  $\alpha, \beta$ -непредельных карбонильных соединений. Химические свойства.

Сходство и различие химических свойств  $\alpha, \beta$ -непредельных альдегидов и кетонов. Кетены: методы синтеза, реакции присоединения к кетенам как разновидность реакций ацилирования, димеризации.

#### Хиноны

Получение о- и п- бензо- нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, анилина, уксусного ангидрида, реакция с диенами. Сопоставление свойств хинонов и  $\alpha, \beta$ -непредельных кетонов. Хингидрон. Понятие о комплексах с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об ион-радикалах. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применении.

#### Карбоновые кислоты и их производные

Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Методы получения. Природные источники. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре. Понятие о корреляционных уравнениях. Константы Гаммета как количественная характеристика заместителей. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, гидразиды, нитрилы. Представление о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотного и основного катализа на примере реакций этерификации и омыления. Восстановление и галогенирование кислот. Высшие предельные карбоновые кислоты. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Гидроксамовые кислоты.

#### Дикарбоновые кислоты

Методы синтеза. Свойства как бифункциональных соединений. Специфические свойства дикарбоновых кислот.

Малоновый эфир и синтезы на его основе: реакции Кневенагеля, Михаэля, синтезы Конрада.

Фталевые кислоты, их свойства и применение для синтеза различных веществ. Реппеленты, пластификаторы, искусственные волокна.

#### Непредельные карбоновые кислоты

Методы получения  $\alpha,\beta$ -непредельных кислот. Акриловая, метакриловая кислоты и их производные.

Природные источники и практическое значение олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры. Ацетилендикарбоновая кислота как диенофил в реакции Дильса-Альдера.

Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидрида. Stereoизомерия и взаимопревращения малеиновой и фумаровой кислот.

#### *УЭМ 4 Азотсодержащие соединения*

##### Нитросоединения.

Способы получения нитросоединений.

Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Химические свойства. Таутомерия нитросоединений и реакции ациформы: гидролиз, перегруппировка в гидроксамовые кислоты.

Свойства ароматических нитросоединений. Реакции электрофильного замещения, радикальное замещение нитрогруппы.

Нитросоединения: таутомерия, димеризация, реакции конденсации. Фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировки (Зинин).

##### Амины

Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген-, гидрокси- и аминопроизводных алифатических и ароматических углеводородов, реакциях восстановления нитросоединений (реакция Зинина), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, перегруппировок амидов (реакция Гофмана) и др.

Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы углеводородных радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами, взаимодействие с азотистой кислотой. Основные представители алифатических аминов и пути их использования.

Свойства ароматических аминов: взаимодействия с электрофилами. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота, сульфамидные препараты. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. Ацилирование аминов как защитная реакция для дальнейшего проведения галогенирования и нитрования.

##### Диазо- и азосоединения

Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса). Условия проведения. Строение солей диазония. Катион-диазония как электрофильный реагент.

Реакции солей диазония с выделением азота и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (реакции Зандмейера, Несмеянова). Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота.

Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Метилоранж и конго красный как представители красителей, используемых в качестве индикаторов.

Восстановление солей диазония и азосоединений. Использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов.

Основные положения электронной теории цветности.

#### *УЭМ 5 Гетерофункциональные соединения*

##### Гидроксикислоты

Алифатические гидроксикислоты. Методы синтеза. Природные источники. Химические свойства. Представление о стереохимии гидроксикислот, реакции с

обращением и сохранением конфигурации хирального центра (по Вальдену).

Ароматические гидроксикислоты.

Получение карбоксилированием фенолятов и нафтолятов по Кольбе-Шмитту, взаимопревращения солей гидроксibenзойных кислот. Салициловая кислота, аспирин, салол.

#### Альдегидо- и кетокислоты

Классификация. Важнейшие альдегидо-и кетокислоты. Специфика их свойств. Кетоненная таутомерия  $\beta$ -дикарбонильных соединений : ацетилацетона, ацетоуксусного эфира, щавелевоуксусной кислоты. Синтезы карбоновых кислот и кетонов на основе ацетоуксусного эфира.

### *УЭМ 6 Углеводы*

#### Номенклатура и классификация.

Моносахариды. Stereoизомерия. Конфигурационные ряды. Циклоцепная таутомерия. Мутаротация.

Характерные химические свойства. Окисление, восстановление, ацилирование, алкилирование, образование фенилгидразонов и озонов. Важнейшие пентозы и гексозы. Д-сорбит, ксилит. Аскорбиновая кислота (витамин С).

Олигосахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Таутомерия восстанавливающих дисахаридов. Отношение к гидролизу. Важнейшие дисахариды.

Полисахариды. Принцип строения. Простые и сложные эфиры полисахаридов. Отношение полисахаридов и их эфиров к гидролизу.

Важнейшие высшие полисахариды. Представление о гетерополисахаридах.

### *УЭМ 7 Аминокислоты*

Классификация. Структурные типы природных  $\alpha$ -амино-кислот, стереохимия, конфигурационные ряды.

Методы синтеза аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Изoeлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе. Взаимодействие с азотистой кислотой.

Преобразования, протекающие при нагревании аминокислот. Представление о пептидном синтезе. Капролактамы и его техническое значение. Антралиловая и п-минобензойная кислота, методы получения, свойства, применение.

Белки. Структурная организация макромолекул.

### *УЭМ 8 Гетероциклические соединения*

Общие представления и классификация гетероциклов. Номенклатура гетероциклических соединений.

#### Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.

(фуран, тиофен, пиррол).

Общие методы синтеза и взаимопревращения. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероциклов с электрофилами. Реакции гидрирования и окисления.

Фурфурол, пироксизевая кислота. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гема. Индол и его производные. Химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях, производных пиридина.

#### Пятичленные гетероциклы с атомами азота, кислорода и серы.

Пиразол, имидазол, триазолы, тетразол; оксазол; основные методы синтеза,

представление об электронном строении, ароматичности и химических свойствах.

#### Шестичленныегетероциклы с одним гетероатомом.

Пиридин и его гомологи. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N- окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом и его отдельных положений. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина и его N- окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена. Активность метильной группы и зависимости от ее расположения в пиридиновом ядре.

Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями (синтезы Скраупа и Дебнера-Миллера). Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях – производных пиридина.

#### Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами

Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами β-альдегидо- и β-кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина. Пиримидиновые основания (урацил, тимин, цитозин).

Пурин как конденсированная система имидазола и пиримидина. Представление о нуклеозидах, нуклеотидах и нуклеиновых кислотах.

### *УЭМ 9 Элементорганические соединения*

Строение элементорганических соединений.

Металлорганические π-комплексы. Сульфирование бензольного кольца. Эфиры серной кислоты. ПАВ.

Органические соединения, содержащие фосфор. Производные восстановленного фосфора. Производные окисленного фосфора.

Органические соединения, содержащие серу.

Металлорганические соединения. Органические производные металлов главных подгрупп. Органические соединения переходных металлов.

### *УЭМ 10 Анализ органических соединений*

#### Источники органических соединений.

Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ. Выделение из твердых смесей. Выделение из жидких смесей.

Качественные реакции функциональных групп.

Определение индивидуальности органического вещества. Качественный анализ органических соединений. Количественный анализ.

#### 4.2.2 Содержание практических занятий

##### 3 семестр

#### *УЭМ 1 Теоретические основы органической химии*

Семинар 1 Стартовый рейтинг

Семинар 2 Номенклатура органических соединений

КР 1 Номенклатура органических соединений

#### *УЭМ 2 Углеводороды*

Семинар 3 Химические свойства и способы получения углеводородов

Семинар 4 Алкадиены. Терпены. Стероиды  
 КР 2 Химические свойства и способы получения углеводов

4 семестр

*УЭМ 3 Кислородсодержащие соединения*

Семинар 5 Спирты Фенолы  
 Семинар 6 Эфиры. Тиоспирты  
 Семинар 7 Альдегиды и кетоны  
 Семинар 8 Химические свойства и способы получения карбонильных соединений  
 Семинар 9 Карбоновые кислоты и их производные  
 Семинар 10 Окси- и оксокислоты и их функциональные производные  
 Семинар 11 Полимеры  
 Семинар 12 Жиры и масла  
 КР 3 Кислородсодержащие соединения, их свойства, способы получения

5 семестр

*УЭМ 4 Азотсодержащие соединения*

Семинар 13 Нитросоединения  
 КР 4 Азотсодержащие соединения

*УЭМ 5 Гетерофункциональные соединения*

Семинар 14 Эфиры. Тиоспирты  
 КР 5 Гетерофункциональные соединения

*УЭМ 6 Углеводы*

Семинар 15 Оптическая изомерия.  
 Семинар 16 Углеводы  
 КР 6 Углеводы

*УЭМ 7 Аминокислоты*

Семинар 17 Аминокислоты.  
 Семинар 18 Белки  
 КР 7 Аминокислоты

*УЭМ 8 Гетероциклические соединения*

Семинар 19 Гетероциклические соединения  
 КР 8 Гетероциклические соединения

*УЭМ 9 Элементорганические соединения*

Семинар 20 Элементорганические соединения  
 КР 9 Элементорганические соединения

*УЭМ 10 Анализ органических соединений*

КР 10 Определение неизвестных веществ

СРС – подготовка к контрольным работам, семинарам.

Вопросы к семинарам, темы сообщений на семинар, вопросы к контрольным работам, примеры заданий контрольных работ приведены в рабочих тетрадях:

1. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 1/сост. Пчелина Е. А. – НовГУ, В. Новгород, 2012
2. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 2/сост. Пчелина Е. А. – НовГУ, В. Новгород, 2012
3. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 3/сост. Пчелина Е. А. – НовГУ, В. Новгород, 2012

## 4.2.3 Содержание лабораторных работ

3 семестр*УЭМ 1 Теоретические основы органической химии*

Л.р. 1. «Очистка органических веществ методом перекристаллизации».

*УЭМ 2 Углеводороды*

Л.р. 2. «Углеводороды. Химические свойства и качественный функциональный анализ».

4 семестр*УЭМ 3 Кислородсодержащие соединения*

Л.р. 3. «Спирты. Фенолы. Химические свойства спиртов и фенолов».

Л.р. 4. «Альдегиды. Кетоны. Химические свойства и качественный функциональный анализ».

Л.р. 5. «Карбоновые кислоты и их функциональные производные».

Л.р. 6. «Окси- и оксокислоты и их функциональные производные».

Л.р. 7. «Жиры. Масла».

5 семестр

Л.р. 8. «Углеводы».

Л.р. 9. «Аминокислоты».

Л.р. 10. «Белки».

Л.р. 11. «Определение неизвестных веществ».

Методические указания к лабораторным работам, вопросы для подготовки к лабораторным работам изложены в рабочих тетрадях часть 1, часть 2, часть 3.

## 4. 2. 4 Вопросы для СРС

*УЭМ 1 Теоретические основы органической химии*

1. Принцип образования и свойства основных видов химических связей.
2. Растворимость веществ. Полярные и неполярные растворители.
3. Кислотность и щелочность растворов.
4. Понятия гидрофильности и гидрофобности.

*УЭМ 2 Углеводороды*

1. Гомологические ряды и их значение в органической химии.
2. Какие реакции свойственны предельным углеводородам.
3. Особенности окисления алкенов в нейтральной и кислой средах.

*УЭМ 3 Кислородсодержащие соединения*

1. Химические реакции образования эфирных и сложноэфирных связей.
2. Различия в строении и химических свойствах фенолов и ароматических спиртов.
3. Изомеры трехатомных фенолов.
4. Примеры реакций полимеризации и конденсации альдегидов.

*УЭМ 4 Азотсодержащие соединения*

1. Химические свойства аммиака.
2. Первичный, вторичный и третичный амин, особенности строения и свойств.
3. Анилин, химические свойства.
4. Реакции дезаминирования.

*УЭМ 5 Гетерофункциональные соединения*

1. Отличие альдегидокислот от кетокислот по строению.
2. Химические реакции образования эфирных и сложноэфирных связей.
3. Отличие альдегидокислот от кетокислот по строению.

*УЭМ 6 Углеводы*

1. Какой атом углерода называется асимметрическим?
2. Моносахариды. Глюкоза, химические свойства.
3. Полисахариды. Строение и свойства крахмала.
4. Образование гликозидных связей.

*УЭМ 7 Аминокислоты*

1. Аминокислоты – бифункциональные соединения. Что это означает? Докажите это утверждение.
2. Аминокислоты, входящие в состав белков.
3. Какие соединения называются полипептидами?
4. Номенклатура полипептидов.

*УЭМ 8 Гетероциклические соединения*

1. Ароматичность гетероциклов.
2. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома.
3. Рибонуклеиновые кислоты, их биологическая роль.
4. Дезоксирибонуклеиновые кислоты, их биологическая роль.

*УЭМ 9 Элементорганические соединения*

1. Строение элементорганических соединений.
2. Органические соединения металлов главных подгрупп.
3. ПАВ.

*УЭМ 10 Анализ органических соединений*

1. Качественные реакции основных классов органических соединений.
2. Элементарный химический анализ органических веществ.

### 4.3 Организация изучения учебного модуля

Организация процесса изучения модуля направлена на последовательное освоение знаний и формирование необходимых умений.

Значительная часть времени, выделяемого на дисциплину учебным планом, отводится на самостоятельную работу студентов (СРС). СРС используется для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению дисциплины.

Домашние задания для СРС представлены в рабочих тетрадях, часть 1 и часть 2, часть 3 и выполняются при подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Они включают в себя: работу с литературными источниками, составление таблиц конкретных классов веществ, решение примерных тестовых заданий, составление схем химических процессов, составление химических реакций, подготовку к семинарам и контрольным работам.

Аудиторная СРС включает выполнение контрольных работ и проведение семинарских занятий по определенной проблеме. Вопросы для подготовки к аудиторной СРС, примерные задания контрольных работ, образцы тестовых заданий представлены в рабочей тетради, часть 1, часть 2, часть 3.

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий по освоению каждого элемента модуля даются в Приложении А.

## **5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании третьего семестра; итоговый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**

Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**

Для осуществления образовательного процесса УМ «Органическая химия» необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций и видеоматериалов.

Материально-техническое обеспечение требуется для самостоятельного поиска материала в системе Интернет и работы на ПК с установленным на них лицензионным программным обеспечением.

Для выполнения лабораторных работ имеется химическая лаборатория с соответствующим оборудованием. Минимальный перечень оборудования включает:

- химические реактивы (кислоты, щелочи, соли и т.д.);
- биохимические наборы для диагностики;
- термометры с точностью до 0,1<sup>0</sup>;
- калориметры;
- весы технические электронные с точностью до 0,01г;
- рН-метры;
- спектрофотометры;
- электроплитки;
- химическая посуда;
- водяная и песчаная бани;
- таблицы.

Приложения (обязательные)

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля.

Б – Технологическая карта.

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ.

## **Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Органическая химия»**

### **1 Общие рекомендации для организации учебного процесса при освоении учебного модуля**

Модульно-рейтинговое обучение при разработке учебного модуля «Органическая химия» выразилось в следующих аспектах:

- содержание модуля сформировано из десяти разделов (УЭМ), каждый последующий базируется на предыдущем и повышает уровень освоения компетенции ОПК-1:

- в процессе освоения модуля студенты (в результате участия в интерактивных формах обучения, выполнения творческих заданий), имеют возможность увеличивать и самостоятельно регулировать уровень знаний, умений и навыков, тем самым могут повышать или понижать свой рейтинг.

Рейтинговая оценка содержится в Технологической карте учебного модуля (Приложение Б рабочей программы учебного модуля).

### **2 Методические рекомендации по организации теоретических занятий**

При изучении модуля одной из ведущих форм организации процесса обучения является лекция – систематическое, последовательное изложение теоретического материала.

*Вводная лекция* дает первое целостное представление о цели и задачах программы и ориентирует студентов в системе работы по данному курсу. На вводной лекции дается краткий обзор курса, перечисляются достижения в развитии науки и практики, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции сообщаются методические и организационные особенности работы в рамках курса, а также дается анализ учебно-методической литературы, рекомендуемой студентам.

*Лекция-информация* ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

*Обзорная лекция* связана с систематизацией научных знаний, представлением ассоциативных связей в процессе осмысления информации, исключая детализацию и конкретизацию. Стержень излагаемых теоретических положений составляет научно-понятийная и концептуальная основа всего курса или основных его разделов.

*Проблемная лекция.* На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или учебной ситуации (УС). При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных точек зрения и инновационных подходов.

*Лекция-визуализация* представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами аудиовидеотехники. Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов.

*Лекция-конференция* проводится как научно-практическое занятие с заранее поставленной проблемой и системой докладов длительностью 5–10 минут. Каждое выступление представляет собой логически законченный текст, заранее подготовленный в рамках предложенной преподавателем темы. Совокупность представленных текстов позволяет всесторонне осветить проблему. В конце лекции преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений студентов, дополняя или уточняя предложенную информацию, и формулирует обоснованные выводы.

*Лекция-консультация* может проходить по разным сценариям. Первый вариант осуществляется по типу «вопросы – ответы». Преподаватель отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всему разделу или всему курсу. Второй вариант такой лекции, представляемой по типу «вопросы – ответы – дискуссия», является тройным сочетанием: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы.

#### Форма проведения теоретических занятий (лекций)

| Тема                                                 | Форма проведения    |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 Предмет и значение органической химии              | Вводная лекция      |
| 2 Углеводороды                                       | Лекция-информация   |
| 3 Кислородсодержащие соединения                      | Обзорная лекция     |
| 4 Карбоновые кислоты и их производные в фармакологии | Лекция-конференция  |
| 5 Основные положения электронной теории цветности    | Лекция-визуализация |
| 6 Азотсодержащие соединения                          | Проблемная лекция   |
| 7 Гетерофункциональные соединения                    | Обзорная лекция     |
| 8 Углеводы                                           | Лекция - информация |
| 9 Аминокислоты                                       | Проблемная лекция   |
| 10 Простых белки                                     | Обзорная лекция     |
| 11 Гетероциклические соединения                      | Обзорная лекция     |
| 12 Элементарноорганические соединения                | Лекция-информация   |
| 13 Методы анализа органических соединений            | Проблемная лекция   |
| 14 Синтез важнейших лекарственных производных        | Лекция-консультация |

#### 2.1 Дополнительная литература, рекомендуемая для освоения модуля

1. Артеменко И. И. Органическая химия: Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд., пере-раб. - М.: Высшая школа, 2005. - 604с.
2. Березин Б. Д. Курс современной органической химии: Учеб.пособие для вузов. 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 767с.
3. Грандберг И. И. Органическая химия: Учеб.для вузов. - 5-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2002. - 671с.

### 3. Методические рекомендации по организации практических занятий и СРС

Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности обобщать знания и применять их при решении конкретных задач используется практическая работа. На практических занятиях проводятся контрольные работы (КР). Они содержат тестовые задания, расчетные задачи, вопросы по химическим процессам. Для закрепления знаний и умений используются семинары. Контроль знаний студентов при проведении практических занятий осуществляется в ходе собеседования, дискуссии и тестирования. Вопросы к контрольным работам и темы сообщений на семинар содержатся в рабочей тетради часть 1, часть 2, часть 3.

#### 3.1 Литература для подготовки к контрольным работам и семинарам

1. Грандберг И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: Учеб.пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2001. – 349 с.
2. Задачи по органической химии с решениями: Учеб.пособие для вузов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 263с.
3. Левитина Т. П. Справочник по органической химии. - СПб.: Паритет, 2002. - 444с.
4. Органическая химия в вопросах и ответах: Учеб. пособие для вузов/Под общ. ред. Б.А. Ивина, Л.Б. Пиотровского; - СПб.: Наука, 2002. - 509с
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие /Под ред. В.А. Попкова. - М.: Академия, 2005. - 234с.

### 4 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ учебного модуля «Органическая химия»

#### 4.1 Используемые технологии

Основным направлением лабораторных работ является закрепление теоретического материала. Формируется владение химическими методами анализа и идентификации.

Лабораторные работы предусмотрены в УЭМ1 – УЭМ 3; УЭМ 6, УЭМ 7, УЭМ 10. Материально-техническое обеспечение для выполнения лабораторных работ предусмотрено рабочей программой модуля. Методические указания к лабораторным работам, вопросы для подготовки к лабораторным работам изложены в рабочей тетради часть 1, часть 2, часть 3.

#### 4.2 Литература, рекомендуемая для выполнения лабораторных работ

1. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 1/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 21 с.
2. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 2/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 35 с.
3. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 3/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 33 с.
4. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Учеб. для вузов/Под ред. Н.А. Тюкавкиной. - 3-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2003. - 383с.

## 5 Рекомендации по использованию ФОС при освоении модуля

Система оценки накопительного типа, основанного на рейтинговых изменениях, отражает успеваемость, творческий потенциал, психологическую и педагогическую характеристику. В основе контроля знаний лежит комплекс мотивационных стимулов, среди которых *своевременная и систематическая* оценка результатов труда студента. Помимо оценки уровня усвоения знаний, это метод предполагает системный подход к изучению материала.

При оценке освоения учебного модуля учитываются следующие виды учебных занятий:

1. Лабораторная работа
2. Контрольная работа
3. Семинар
4. Экзамен

При оценке каждого из видов работ учитываются:

- *Знание (базовый уровень освоения компетенции)* (факты, терминология, теория, методы, принципы).
- *Понимание (базовый уровень освоения компетенции в области знаний)* (связи между явлениями, преобразование материала, описание следствий, вытекающих из данных).
- *Применение (базовый уровень освоения компетенции в области умений стандартного качества)* (использование понятий, принципов, правил в конкретных ситуациях).
- *Анализ (базовый уровень освоения компетенции в области умений эталонного качества)* (выделение скрытые предположения, существенных признаков, логики рассуждения).
- *Синтез (базовый уровень освоения компетенции)* (решение проблемы с опорой на знания из разных областей).

При оценке освоения учебного модуля применяются:

1. *Наблюдение за учебной работой (инициативность студента)*. Этот метод позволяет составить представление о том, как воспринимается и осмысливается изучаемый материал, в том числе теоретический материал.
2. *Практические и лабораторные работы. Семинары*. Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности применять знания при решении конкретных задач используется практическая работа, которая может включать задания построения схемы, таблицы, графика и т.д.
3. *Контрольная работа*. Проводится с целью проверки знаний.
4. *Самостоятельная работа*. Самостоятельная работа над подготовкой к занятиям повышает мотивацию на дальнейшее получение знаний.
5. *Экзамен*. Для допуска к экзамену студент должен выполнить защиту практических и лабораторных занятий.

### Экзаменационные вопросы УМ «Органическая химия»:

#### УЭМ 1 – УЭМ 3

1. Развитие теоретических представлений органической химии. Основные положения теории А.М.Бутлерова.
2. Строение атома углерода. Гибридизация АО. Молекулярные орбитали  $\sigma$ -и  $\pi$ -типа.
3. Типы связей в органических молекулах. Характеристика связей.
4. Электронная структура органических молекул. Электронные эффекты.

5. Делокализация связей. Теория резонансных структур.
6. Классификация органических соединений (принципы, основные классы).
7. Номенклатура органических соединений (типы номенклатур, правила ИЮПАК).
8. Изомерия органических соединений (суть явления, виды изомерии).
9. Пространственное строение органических соединений. Конформация и конфигурация - важнейшие понятия стереохимии.
10. Конформации. Возникновение конформаций в результате вращения вокруг  $\sigma$  – связей. Факторы затрудняющие вращение. Проекционные формулы Ньюмена.
11. Виды напряжений, энергетическая характеристика заслоненных, скошенных, заторможенных конформаций открытых цепей.
12. Оптическая изомерия. Поляризованный свет. Оптическая активность. Асимметрический атом углерода.
13. Хиральность молекул. Проекционные формулы. Соединение с одним асимметрическим атомом углерода.
14. Энантиомеры, рацематы. Конфигурационные ряды D, L, ... R, S- номенклатура.
15. Стереои́зомерия веществ с двумя и более асимметрическими атомами углерода в молекуле.
16. Диа́стереомеры, мезоформы. Число стереоизомеров.
17. Способы разделения (расщепление рацематов).
18. Оптическая изомерия соединений, не содержащих асимметрических атомов углерода.
19. Влияние стереоизомерии на свойство веществ.
20. Типы реакций в органической химии (принципы классификации, примеры). Реагенты в гетеролитических реакциях.
21. Факторы, влияющие на ход органических реакций.
22. Концепция кислотности и основности в органической химии. Принцип ЖМКО.
23. Алканы, изомерия, номенклатура, химические свойства.
24. Алкены, строение молекул, изомерия, номенклатура.
25. Алкены, химические свойства (реакции присоединения).
26. Реакции окисления алкенов.
27. Полимеризация алкенов (механизм, влияние различных факторов). Полимерные материалы.
28. Алкадиены: типы, химические свойства. Синтетические каучуки.
29. Алкины. Строение молекулы ацетилена. Химические свойства: реакции присоединения.
30. Алкины. Строение молекулы ацетилена. Химические свойства: реакции замещения.
31. Циклоалканы, типы, изомерия. Конформеры. Химические свойства.
32. Арены. Строение бензола. Понятие об ароматичности органических соединений.
33. Химические свойства бензола. Механизм электрофильного замещения.
34. Производные бензола. Заместители 1 и 2 рода, реакционная способность производных бензола.
35. Полициклические ароматические углеводороды. Химические свойства и применение.
36. Терпены и стероиды (структура молекул, нахождение в природе, значение).
37. Методы получения углеводов (общие и специфические).
38. Спирты (классификация, номенклатура, изомерия). Физические свойства и методы получения спиртов.
39. Химические свойства одноатомных спиртов.
40. Многоатомные спирты. Химические свойства. Важнейшие производные.
41. Фенолы, классификация, методы получения, физические и химические свойства одноатомных спиртов.
42. Многоатомные фенолы. Нафтолы. Свойства и применение.
43. Альдегиды и кетоны, классификация и номенклатура. Химические свойства (сходство и различия).

44. Хиноны, классификация и номенклатура. Методы получения и свойства. Применение.
45. Элементарный химический анализ органических веществ.
46. Определение наличия в составе молекул углерода, водорода, азота, серы, фосфора.
47. Одноосновные карбоновые кислоты, классификация и номенклатура. Методы получения.
48. Химические свойства одноосновных карбоновых кислот.
49. Двухосновные карбоновые кислоты (предельные, непредельные, ароматические). Особенности химических свойств.
50. Функциональные производные карбоновых кислот (ангидриды, галогенангидриды, амиды, сложные эфиры). Методы получения и применение.
51. Галогензамещенные карбоновые кислоты: методы получения, свойства, применение.
52. Гидроксикислоты: классификация, методы получения.
53. Гидроксикислоты: физические свойства, стереоизомерия, оптическая активность.
54. Гидроксикислоты: химические свойства. Роль гидроксикислот в природе.
55. Оксокислоты: нахождение в природе, получение, свойства.
56. Ацетоуксусный эфир: получение, таутомерия, химические свойства.
57. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.

#### УЭМ 4 – УЭМ 10

1. Амины: классификация, получение, свойства.
2. Ароматические амины: получение, свойства.
3. Диязосоединения: методы получения, реакции с выделением азота.
4. Диязосоединения: получение, реакции без выделения азота. Азокрасители.
5. Серосодержащие соединения.
6. Металлоорганические соединения (металлов 1 и 2 группы).
7. Металлоорганические соединения (металлов 4 и переходной групп).
8. Кремнийорганические соединения.
9. Производные угольной кислоты: важнейшие представители, применение.
10. Карбамид, получение, свойства и применение.
11. Фосфорорганические соединения: основные группы. Сульфоновые, сульфиновые, сульфеновые кислоты и их свойства.
12. Тиолы, сульфиды. Получение, свойства, применение.
13. Амины. Классификация, номенклатура. Способы получения. Реакции Н.Н.Зинина. Электронное строение аминогруппы. Физические и химические свойства.
14. Ароматические амины. Особенности их свойств.
15. Гетерофункциональные соединения гидроксикислоты. Альдегидо- и кетонкислоты. Особенности их свойств.
16. Аминокислоты. Номенклатура и классификация.
17. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды.
18. Амфотерность, биполярных ионов. Зависимость строения и свойств от pH среды. Изoeлектрическая точка.
19. Образование производных по аминогруппе и карбоксильной группе. Взаимодействие с азотистой кислотой.
20. Превращение, протекающие при нагревании аминокислот и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп.
21. Пептиды. Название пептидов. Полиамидные полимеры: капрон, нейлон, энант.
22. Получение из них синтетических волокон.
23. Белки. Полипептидная теория строения белков.
24. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белковой молекулы. Простые и сложные белки.
25. Углеводы. Классификация. Моносахариды. Виды изомерии присущие моносахаридам.

26. Структурные и проекционные формулы, перспективные формулы Хеуорса.
27. Диастереомеры. Мутаротация. Гликозиды.
28. Химические свойства моносахаридов.
29. Дисахариды. Два типа дисахаридов (восстанавливающие и невосстанавливающие).  
Проекционные формулы дисахаридов.
30. Высшие полисахариды. Строение амилазы и амилопектина.
31. Гликоген. Целлюлоза. Вещества, получаемые из целлюлозы.
32. Искусственные волокна. Гетерополисахариды.
33. Гетероциклические соединения. Классификация гетероциклов.
34. Ароматичность гетероциклических соединений.
35. Ароматичность гетероциклических соединений.
36. Пятичленныегетероциклы с одним гетероатомом.
37. Пятичленныегетероциклы с двумя гетероатомами.
38. Шестичленныегетероциклы с одним гетероатомом.
39. Шестичленныегетероциклы с двумя гетероатомами.
40. Конденсированные системы гетероциклов. Пурин. Гидрокси- и аминопроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочевая кислота, аденин, гуанин.  
Метилированныексантины: кофеин, теofilлин, теобромин.
41. Нуклеозиды, нуклеотиды.
42. Алкалоиды. Химическая классификация. Основные свойства. Образование солей.
43. Алкалоиды группы пиридина (никотин, анабазин). Алкалоиды группы хинолина.
44. Понятие о терпенах и терпеноидах. Изопреновое правило: классификация.
45. Монотерпены. Ациклические (цитраль и его изомеры). Моноциклические (лимонен), бициклические ( $\alpha$ -пинен, камфара).
46. Дитерпены: ретинол (витамин А), ретиналь.
47. Тетратерпены (каротиноиды),  $\beta$ -каротин (провитамин А).
48. Стероиды.
49. АТФ. Их строение, свойства, биологическая роль. Нуклеиновые кислоты.
50. Биологическая роль ДНК и РНК.

### Практические задания к экзаменационным билетам

#### Экзамен по УЭМ 1 – УЭМ 3:

1. Какой из двух изомерных предельных углеводородов будет бромироваться быстрее: *n*-пентан или изопентан (2-метилпентан)? Свой ответ аргументируйте.
2. Условный показатель способности горючего к самовоспламенению – октановое число. 2,2,4-триметилпентан (изооктан) – антидетонационная добавка к бензину – характеризуется низкой способностью к самовоспламенению. Октановое число изооктана принято за 100. Запишите его структурную формулу, а также структурные формулы двух его ближайших гомологов и изомеров.
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→этилформиат.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Метан→этиловый эфир муравьиной кислоты.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид алюминия→этилформиат.
6. С помощью каких химических реакций можно доказать наличие в молекуле глюкозы альдегидной группы и пяти гидроксильных групп?

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений.
8. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→метилацетат.  
Метан→бромметан→этан→этилен→этиловый спирт→этаналь→уксусная кислота→ацетат магния→уксусная кислота.
9. При взаимодействии глюкозы с безводным метанолом в присутствии кислотного катализатора образуется гликозид – ацеталь циклического строения. Растворы гликозидов в противоположность моносахаридам не вступают в реакцию «серебряного зеркала». Почему?
10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→ацетилен→уксусный альдегид→этанол→уксусная кислота→ацетат натрия→метан→углекислый газ.
11. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Метан→ацетилен→этаналь→уксусная кислота→ацетат натрия→метан.
12. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид алюминия→метан→ацетилен→уксусный альдегид→этанол→этилацетат.
13. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→ацетилен→уксусный альдегид→уксусная кислота→ацетат натрия→метан→метилхлорид→этан→этилен→этанол→уксусная кислота→метилацетат.
14. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→ацетилен→уксусный альдегид→уксусная кислота→ацетат натрия→метан→метилхлорид→этан→этилен→этанол→уксусная кислота→метилацетат.
15. Напишите реакцию, с помощью которой вы можете обнаружить фенол в растворе.
16. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид алюминия→метан→метилбромид→этан→этилен→этанол→уксусная кислота→ацетат калия→метан→ацетилен→уксусный альдегид→этанол→диэтиловый эфир.
17. Приведите примеры реакций для обнаружения многоатомных спиртов в растворе.
18. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Этилен→этиловый спирт→уксусная кислота→уксусный ангидрид→этилацетат.
19. Ацетилсалициловая кислота, являясь сложным эфиром, способна гидролизаться, поэтому при хранении аспирина следует исключить его контакт с влагой. Какую химическую реакцию Вы можете предложить для обнаружения в препарате ацетилсалициловой кислоты продукта её гидролиза – салициловой кислоты?
20. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Уголь→пропаналь.

21. Напишите структурную формулу 2,2-диметилпропаналя. Составьте молекулярную формулу этого вещества и предложите формулы трех его изомеров, один из которых принадлежит к другому классу органических веществ. Дайте названия веществам, формулы которых Вы составили.
22. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Глюкоза  $\rightarrow$   $\beta$ -гидроксипропаналь  $\rightarrow$  бутанол-1.
23. Диацетил – желто-зеленая жидкость с сильным запахом топленого масла. Его название по международной номенклатуре – бутандион-2,3. Напишите структурную формулу диацетила и составьте формулы его изомеров, указав, к каким классам органических веществ они относятся.
24. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Оксид кальция  $\rightarrow$   $\alpha$ -гидроксипропаналь.
25. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция  $\rightarrow$  *m*-нитробензальдегид.
26. Смесь этанола и пропанола-1 нагрели с концентрированной серной кислотой. Какие продукты могут образовываться в результате этого взаимодействия?
27. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид алюминия  $\rightarrow$  пропаналь  $\rightarrow$  пропионовая кислота.
28. В лавандовом масле и некоторых грибах содержится «спирт мацутака» - октен-3-ол-1. Это бесцветная жидкость, обладающая сильным грибным запахом с оттенком травы. Составьте формулу этого спирта и классифицируйте его.
29. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Метан  $\rightarrow$  ацетофенон (метилфенилкетон).
30. Во многих фруктах содержится спирт *транс*-гексен-2-ол-1. Это - жидкость с сильным запахом фруктов и зелени применяется как компонент пищевых эссенций. Составьте формулу этого спирта и классифицируйте его.
31. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  этаналь  $\rightarrow$  уксусная кислота
32. В зелёных частях растений, во многих фруктах и эфирных маслах содержится так называемый «спирт листьев» - *цис*-гексен-3-ол-1. Это бесцветная жидкость с сильным запахом, при разбавлении приобретающая запах листьев и свежей травы. Составьте формулу этого спирта и классифицируйте его.
33. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Метан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  этаналь  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  хлорэтан  $\rightarrow$  *n*-бутан.
34. Из углеводородов нефти В.В. Марковников выделил следующие ароматические углеводороды: бензол, толуол, изомерные ксилолы, этилбензол, 1,2,4-триметилбензол. Составьте структурные формулы перечисленных соединений. Какие из этих соединений соответствуют изомерные структуры, относящиеся к ароматическим углеводородам? Напишите их и дайте названия.
35. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений.

- Укажите условия проведения реакций. Оксид углерода (II)→метанол→метаналь→муравьиная кислота.
36. Ацетиленовый углеводород состава  $C_5H_8$  обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия, причем продуктами последней реакции являются уксусная и пропионовая кислоты. Напишите структурную формулу углеводорода и составьте уравнения соответствующих реакций.
  37. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Ацетилен→ацетальдегид→1-этоксизтанол→1,1-диэтоксизтан.
  38. В 1839 г. Джордж Торрей обнаружил в медных газопроводных трубах Нью-Йорка, через которые подавался газ, содержащий примесь ацетилена, красное порошкообразное вещество, взрывающееся при ударе. Какова природа этого соединения?
  39. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Пропен→1,2-дибромпропан→пропин→пропанон→пропанол-2→пропанон.
  40. Составьте структурные формулы всех ацетиленовых углеводородов, образующих при гидрировании 2,2-диметилпентан. Дайте им названия.
  41. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Толуол→бензилхлорид→бензиловый спирт→бензальдегид.
  42. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→ацетилен→бензол→бромбензол→фенол→2,4,6-трибромфенол.
  43. Каким образом можно обнаружить наличие двойной связи в органическом соединении? Приведите уравнения химических реакций.
  44. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Циклогексан→бензол→хлорбензол→фенол→пикриновая кислота→пикрат калия.
  45. Из перечисленных ниже алкенов выберите те, для которых возможна *цис-транс*-изомерия: 2-метилпропен; 3,4-диметилгексен-3; 3-метил-4-этилгексен-3; 4-метил-5-этилнонен-4. Напишите соответствующие структурные формулы *цис*-и *транс*-изомеров.
  46. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Фенолят натрия→фенол→циклогексанол→циклогексен→циклогексан.
  47. Старое название алкенов – *олефины* – произошло от названия маслянистой жидкости состава  $C_2H_4Cl_2$ , образующийся при взаимодействии этилена с хлором. Запишите все возможные структурные изомеры, отвечающие указанному составу и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
  48. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Бензол→бензолсульфокислота→бензолсульфонатнатрия→фенол→фенолятнатрия→салицилатнатрия→салициловая кислота.

49. Один из способов повышения октанового числа (улучшения качества топлива), применяемый при переработке нефти, является *риформинг* – каталитическое высокотемпературное дегидрирование углеводородов. При этом алканы превращаются в циклоалканы, а последние – в ароматические углеводороды. Приведите примеры подобных процессов для углеводородов, молекулы которых содержат 6, 7 и 8 углеродных атомов.
50. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Пропен → 1,2-дибромпропан → пропин → пропанон → пропанол-2 → пропанон.
51. Какие углеводороды образуются при действии металлического цинка на следующие соединения: 2,5-дибромгептан; 1,3-дибром-2-метилпентан; 1,4-дибром-2,2-диметилгексан?
52. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция → этилформиат.
53. Какой продукт будет получаться преимущественно при нитровании 2-метилпропана? Объясните ход своих рассуждений.

Экзамен по УЭМ 4 – УЭМ 10:

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Глюкоза → метилацетат.
2. За счет каких функциональных групп открытой формы молекулы глюкозы образуется её циклическая форма (пиранозный цикл)?
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Глюкоза → этилбромид → α-гидроксипропионовая (молочная) кислота.
4. За счет каких функциональных групп открытой формы молекулы фруктозы образуется фуранозный цикл?
5. По какому признаку моносахариды могут быть подразделены на альдозы и кетозы? Приведите конкретные примеры
6. С помощью каких химических реакций можно доказать наличие в молекуле глюкозы альдегидной группы и пяти гидроксильных групп?
7. Мальтоза – дисахарид, в молекуле которого остатки циклической глюкозы соединены 1,4-α-гликозидной связью. Что это означает?
8. При взаимодействии глюкозы с безводным метанолом в присутствии кислотного катализатора образуется гликозид – ацеталь циклического строения. Растворы гликозидов в противоположность моносахаридам не вступают в реакцию «серебряного зеркала». Почему?
9. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция → ацетилен → уксусный альдегид → этанол → уксусная кислота → ацетат натрия → метан → углекислый газ
10. Докажите, что α-аминоуксусная кислота – амфотерное соединение.
11. Аминокислоты – бифункциональные соединения. Что это означает? Докажите это утверждение.
12. При полном гидролизе трипептида образовались аланин, тирозин и валин. Напишите структурные формулы возможных трипептидов.
13. Напишите реакцию, с помощью которой вы можете обнаружить фенол в растворе.

14. Приведите примеры реакций для обнаружения многоатомных спиртов в растворе.
15. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций.  
Этилен→этиловый спирт→уксусная кислота→уксусный ангидрид→этилацетат.
16. Ацетилсалициловая кислота, являясь сложным эфиром, способна гидролизаться, поэтому при хранении аспирина следует исключить его контакт с влагой. Какую химическую реакцию Вы можете предложить для обнаружения в препарате ацетилсалициловой кислоты продукта её гидролиза – салициловой кислоты?
17. Напишите структурную формулу 2,2-диметилпропаналя. Составьте молекулярную формулу этого вещества и предложите формулы трех его изомеров, один из которых принадлежит к другому классу органических веществ. Дайте названия веществам, формулы которых Вы составили.
18. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Глюкоза→β-гидроксипропаналь→бутанол-1.
19. В настоящее время в качестве антисептиков в медицине применяются 2,4,6-трихлорфенол и лизол – слабощелочной раствор смеси *o*-, *m*- и *p*-метилфенолов (крезолов), выделяемых из каменноугольной смолы. Составьте формулы перечисленных веществ.
20. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→*m*-нитробензальдегид.
21. В зелёных частях растений, во многих фруктах и эфирных маслах содержится так называемый «спирт листьев» - *cis*-гексен-3-ол-1. Это бесцветная жидкость с сильным запахом, при разбавлении приобретающая запах листьев и свежей травы. Составьте формулу этого спирта и классифицируйте его.
22. Из углеводородов нефти В.В. Марковников выделил следующие ароматические углеводороды: бензол, толуол, изомерные ксилолы, этилбензол, 1,2,4-триметилбензол. Составьте структурные формулы перечисленных соединений. Какие из этих соединений соответствуют изомерные структуры, относящиеся к ароматическим углеводородам? Напишите их и дайте названия.
23. Поли-1,1-дифторэтилен (ПВДФ) – пьезоэлектрик: под действием звуковой волны пленка из этого полимера генерирует электрический сигнал. Такое устройство может работать как громкоговоритель. Запишите уравнение реакции полимеризации 1,1-дифторэтилена, из которого синтезируют этот полимер.
24. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Циклогексан→бензол→хлорбензол→фенол→пикриновая кислота→пикрат калия.
25. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Фенолят натрия→фенол→циклогексанол→циклогексен→циклогексан.
26. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Бензол→бензолсульфокислота→бензолсульфонат натрия→фенол→фенолят натрия→салицилат натрия→салициловая кислота.
27. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Карбид кальция→этилформиат.

28. Какой продукт будет получаться преимущественно при нитровании 2-метилпропана? Объясните ход своих рассуждений.
29. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения. Напишите названия веществ, образующихся в ходе превращений. Укажите условия проведения реакций. Глюкоза → метилацетат.

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого  
Кафедра биологии и биологической химии

Экзаменационный билет №  
Дисциплина «Органическая химия»  
для специальности 04.05.01– Фундаментальная и прикладная химия

1. Развитие теоретических представлений в органической химии. Основные положения теории А.М.Бутлерова.
2. Алкины. Строение молекулы ацетилена. Химические свойства: реакции замещения.
3. Осуществите превращения (с указанием условий): Карбид алюминия → метан → ацетилен → бензол → бромбензол → фенол → фенолят натрия → метилфениловый эфир.
4. Пентаналь. Напишите изомеры и назовите их.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ББХ

Подпись

**Технологическая карта**  
**учебного модуля «Органическая химия»**  
**Семестры 3, 4, 5, ЗЕТ14, вид аттестации – экзамен (4 и 5 семестр), акад. часов 504,**  
**баллов рейтинга 700**

| Наименование элемента учебного модуля              | Номер недели | Всего ауд. часов | Трудоемкость, ак.час                   |    |    |             | СРС | Форма тек.контроля успеv.                                                                               | Мах кол-во баллов рейтинга                                                 |
|----------------------------------------------------|--------------|------------------|----------------------------------------|----|----|-------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |              |                  | Контактная работа (аудиторные занятия) |    |    |             |     |                                                                                                         |                                                                            |
|                                                    |              |                  | ЛЕК                                    | ПЗ | ЛР | в т.ч. АСРС |     |                                                                                                         |                                                                            |
| УЭМ1Теоретические основы органической химии        | 1-9          | 36               | 12                                     | 12 | 12 | 12          | 36  | ЛР 1<br>С 1<br>С 2<br>КР 1                                                                              | 10<br>30<br>30<br>30                                                       |
| УЭМ 2 Углеводороды                                 | 10 - 18      | 36               | 12                                     | 12 | 12 | 12          | 36  | ЛР 2<br>С 3<br>С 4<br>КР 2                                                                              | 10<br>30<br>30<br>30                                                       |
| Аттестация за семестр:<br>дифференцированный зачет |              |                  |                                        |    |    |             |     |                                                                                                         | 200                                                                        |
| УЭМ 3<br>Кислородсодержащие соединения             | 1 -18        | 54               | 18                                     | 18 | 18 | 18          | 54  | ЛР 3<br>ЛР 4<br>ЛР 5<br>ЛР 6<br>ЛР 7<br>С 5<br>С 6<br>С 7<br>С 8<br>С 9<br>С 10<br>С 11<br>С 12<br>КР 3 | 10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>20 |
| Итого по УЭМ 3                                     |              |                  |                                        |    |    |             |     |                                                                                                         | 150                                                                        |
| Аттестация: экзамен по УЭМ 1 – УЭМ 3               | 1 -2         |                  |                                        |    |    |             | 36  |                                                                                                         | 50                                                                         |
| УЭМ 4<br>Азотсодержащие соединения                 | 3 - 4        | 10               | 6                                      | 4  | -  | 6           | 12  | С 13<br>КР4                                                                                             | 10<br>20                                                                   |
| УЭМ 5<br>Гетерофункциональные соединения           | 5 - 7        | 8                | 4                                      | 4  | -  | 4           | 13  | С 14<br>КР 5                                                                                            | 10<br>20                                                                   |
| УЭМ 6 Углеводы                                     | 8 10         | 18               | 4                                      | 6  | 8  | 4           | 13  | ЛР 8<br>С 15<br>С 16<br>КР 6                                                                            | 10<br>10<br>10<br>20                                                       |

|                                             |            |            |           |           |           |           |            |                                  |                      |
|---------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------------------------|----------------------|
| УЭМ 7 Аминокислоты                          | 11 –<br>13 | 26         | 4         | 6         | 16        | 4         | 13         | ЛР 9<br>ЛР 10<br>С17-С 18<br>КР7 | 10<br>10<br>10<br>20 |
| УЭМ 8<br>Гетероциклические<br>соединения    | 14 -<br>15 | 8          | 4         | 4         | -         | 4         | 13         | С 19<br>КР 8                     | 10<br>20             |
| УЭМ 9<br>Элементорганические<br>соединения  | 16 -<br>17 | 8          | 4         | 4         | -         | 4         | 13         | С 20<br>КР 9                     | 10<br>20             |
| УЭМ 10 Анализ<br>органических<br>соединений | 18         | 12         | 4         | 2         | 6         | 4         | 13         | ЛР 11<br>КР 10                   | 10<br>20             |
|                                             |            |            |           |           |           |           |            |                                  | <b>250</b>           |
| <i>Итоговая аттестация:<br/>экзамен</i>     |            |            |           |           |           |           | 36         | Экз.<br>билеты                   | <b>50</b>            |
| Всего                                       |            | <b>216</b> | <b>72</b> | <b>72</b> | <b>72</b> | <b>72</b> | <b>288</b> |                                  | <b>700</b>           |

В соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

- оценка «удовлетворительно» – 50-69% от  $50 \times 700 = 350 - 489$  б.
- оценка «хорошо» – 70-89% от  $50 \times 700 = 490 - 629$  б.
- оценка «отлично» – 90-100 % от  $50 \times 700 = 630 - 700$  б.

**Приложение В**  
**(обязательное)**

**Карта учебно-методического обеспечения**

Модуля «Органическая химия»

Специальность 04.05.01–Фундаментальная и прикладная химия

Формы обучения – дневной

Курс 2 Семестр 3 - 4;

Курс 3 Семестр 5;

Часов: всего 504, лекций 72, практ. зан. 72, лаб. раб. 72, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) – 288, ДЗ, экзамен, экзамен.

Обеспечивающая кафедра - биологии и биологической химии

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

| Библиографическое описание* издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)                                                 | Кол.экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в ЭБС                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Учебники и учебные пособия</b>                                                                                                                |                              |                                                                                                                         |
| 1.Органическая химия: учеб. для вузов : в 2 кн. : Основной курс/Под ред. Н.А. Тюкавкиной. - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2008. - 638с.           | 30                           |                                                                                                                         |
| 2.Органическая химия: учеб.для вузов: в 2 кн. Кн 2: Специальный курс/под ред. Н. А. Тюкавкиной. 2-е изд., стер. – М.:Дрофа, 2009. – 591 с.       | 30                           |                                                                                                                         |
| 3. Тюкавкина Н. А. Биоорганическая химия: учеб.для вузов/Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – 7-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2011, 2005-2008. – 542 с. | 131                          |                                                                                                                         |
| 4.Органическая химия: учеб./Ю. С. Шабаров. – 5-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2011, 2016. – 846 с.                                                  | 12                           |                                                                                                                         |
| <b>Учебно-методические издания</b>                                                                                                               |                              |                                                                                                                         |
| 1. Рабочая программа учебного модуля. Андреева Л. В., В. Новгород, НовГУ, 2017.                                                                  |                              | <a href="http://www.novsu.ru/">http://www.novsu.ru/</a>                                                                 |
| 2. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 1/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 21 с.                                               |                              | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1985">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1985</a> |
| 3. Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 2/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 35 с.                                               |                              | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1986">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1986</a> |
| 4.Органическая химия: рабочая тетрадь. Ч. 3/ Сост. Пчелина Е.А.– НовГУ, В. Новгород, 2012 – 33 с.                                                |                              | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1987">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/BookPreview/-1987</a> |

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

| Название программного продукта, интернет-ресурса | Электронный адрес                                             | Примечание |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|
| Естественнонаучный образовательный портал        | <a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a>     |            |
| Сайт «Биология и медицина»                       | <a href="http://www.medbiol.ru/">http://www.medbiol.ru/</a>   |            |
| Федеральный портал «Российское образование»      | <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>           |            |
| Проблемы эволюции                                | <a href="http://www.evolbiol.ru/">http://www.evolbiol.ru/</a> |            |

Таблица 3 – Дополнительная литература

| Библиографическое описание* издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)                                                                    | Кол.экз. в<br>библ.<br>НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|
| 1 Березин Б. Д. Курс современной органической химии : учеб.пособие для вузов. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. – 767 с.                                 | 30                           |                  |
| 2 Резников В. А. Сборник задач и упражнений по органической химии : учеб.-метод. пособие для вузов / В. А. Резников. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2014. – 285 с. | 13                           |                  |
| 3 Сборник задач по органической химии : учеб. пособие для вузов / В. Я. Денисов и др. - СПб.: Лань, 2014. – 537с.                                                   | 21                           |                  |

Действительно на учебный год: 2016-2017, 2017-2018

Зав. кафедрой ББХ

Н. Н. Максимюк

СОГЛАСОВАНО:

Зав. отделом НБ НовГУ

Е. П. Настуняк

