

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета  
А.С. Князев

« 26 » августа 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Органическая химия**

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Химия»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

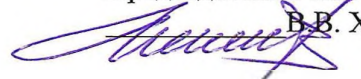
Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.16

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 В.В. Хасанов

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

- ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик;

ИОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ИОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить классификацию, структуры, изомерию и номенклатуру, классы органических веществ, их свойства и реакционную способность.

- Научиться планировать и проводить органический синтез, применять методы очистки, простейшей идентификации и анализа чистоты полученного продукта.

- Получить базовые знания по важнейшим приемам синтеза, а также инструментальным методам физико-химического анализа органических соединений, которые будет возможно применять после освоения дополнительных специальных компетенций.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 4, зачет.

Семестр 5, зачет, экзамен.

Семестр 6, зачет, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: обязательной части (неорганическая химия, аналитическая химия), а также дисциплинами обязательной части общепрофессионального блока Б1.О.07 математический анализ, Б1.О.08 физика и Б1.О.12 – строение вещества.

## 6. Язык реализации

Русский

## 7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 19 з.е., 684 часов, из которых:

- лекции: 136 ч.;
- семинарские занятия: 0 ч.
- практические занятия: 80 ч.;
- лабораторные работы: 128 ч.

в том числе практическая подготовка: 208 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.

Органическая химия и ее место среди других химических дисциплин, связь с другими науками. Органические соединения в природе.

Состав и строение органических соединений. Структурные формулы. Гомология. Изомерия. Принципы рациональной номенклатуры и заместительной номенклатуры ИЮПАК.

Типы химических связей в органических соединениях. Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

### Тема 2. АЛКАНЫ.

Природа С-С и С-Н связей,  $sp^3$ -гибридизация атома углерода. Понятие о конформациях алканов. Конформации этана, пропана и бутана. Проекционные формулы Ньюмена. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.

Природные источники алканов. Методы синтеза алканов из алкенов, алкинов, алкилгалогенидов, металлоорганических соединений, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот. Химические свойства алканов.

### Тема 3. ЦИКЛОАЛКАНЫ (АЛИЦИКЛЫ) И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ.

Классификация алициклов. Энергия напряжения в алициклах и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах (угловое, торсионное, трансаннулярное) и подразделение алициклов на малые, средние и макроциклы.

### Тема 4. АЛКЕНЫ и АЛКАДИЕНЫ.

Природа двойной углерод-углеродной связи,  $sp^2$ -гибридизация атома углерода. Геометрическая изомерия. Цис-, транс- и Z-, E-номенклатура. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Методы синтеза алкенов из алкилгалогенидов и спиртов. Химические свойства алкенов и диенов. Типы диенов. Сравнение устойчивости диенов разных типов.

### Тема 5. АЛКИНЫ.

Природа тройной связи,  $sp$ -гибридизация. Методы синтеза алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Галогенирование и гидрогалогенирование алкинов. Механизм и стереохимия реакции. Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. Гидратация алкинов. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях электрофильного присоединения. Нуклеофильное присоединение спиртов, синтез виниловых эфиров.

## Тема 6. АРОМАТИЧНОСТЬ. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.

Строение бензола. Формула Кекуле. Современные представления о строении бензола. Молекулярные орбитали бензола. Аннулены. Аннулены ароматические и неароматические. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля для простых моноциклических аннуленов. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен. Гетероциклические пяти- и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, пиридин) и их бензо-производные

## Тема 7. РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ В АРОМАТИЧЕСКОМ РЯДУ.

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций ароматического электрофильного замещения, кинетический изотопный эффект. Представление о s- и p-комплексах. Нитрование ароматических соединений. Сульфирование ароматических соединений. Галогенирование (хлорирование и бромирование) бензола и замещенных производных бензола. Галогенирующие агенты. Галогенирование конденсированных аренов и бифенила. Реакции алкилирования и ацилирования аренов по Фриделю-Крафтсу.

## Тема 8. НУКЛЕОФИЛЬНОЕ АРОМАТИЧЕСКОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ.

Общие представления о механизме ароматического нуклеофильного замещения. Механизм присоединения-отщепления (S<sub>N</sub>Ar). Примеры S<sub>N</sub>Ar реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные s-комплексы Мейзенгеймера и их строение. Использование S<sub>N</sub>Ar реакций в органическом синтезе.

## Тема 9. ГАЛОГЕНАЛКАНЫ, НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ У НАСЫЩЕННОГО АТОМА УГЛЕРОДА.

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода как метод создания связей углерод-углерод, углерод-галоген, углерод-азот. Классификация механизмов нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода (S<sub>N</sub>1- и S<sub>N</sub>2-механизмы). Основные характеристики бимолекулярного и мономолекулярного механизмов. Зависимость механизма реакции от структуры исходного соединения. Понятие нуклеофильности и факторы, определяющие нуклеофильность реагента. Принцип ЖМКО. Роль растворителя в S<sub>N</sub>1- и S<sub>N</sub>2-процессах. Методы синтеза алкилгалогенидов (алкилхлоридов, бромидов, иодидов и фторидов) из спиртов, алкенов, алканов, других алкилгалогенидов, алкилсульфонатов и др.

## Тема 10. РЕАКЦИИ ЭЛИМИНИРОВАНИЯ.

Реакции b-элиминирования. Классификация механизмов b-элиминирования.

## Тема 11. МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Литий- и магнийорганические соединения, их получение из органогалогенидов и металла. Получение литийорганических соединений реакцией органогалогенидов и оловоорганических соединений с литийалкилами. Замещение атома водорода органических субстратов на литий (реакция металлирования). Реакции литий- и магнийорганических соединений с водой, кислородом, диоксидом углерода, альдегидами, кетонами, сложными эфирами, нитрилами, эпоксидами, орто-эфирами, третичными амидами.

## Тема 12. СПИРТЫ И ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ.

Одноатомные спирты. Методы их получения и химические свойства. Замещение гидроксильной группы спиртов, нуклеофильные свойства спиртов. Получение и

использование эфиров неорганических кислот (серной и фосфористой) в органическом синтезе. Окисление первичных и вторичных спиртов. Двухатомные спирты. Простые эфиры. Методы синтеза и химические свойства спиртов.

#### Тема 13. ФЕНОЛЫ.

Строение, номенклатура, химические свойства и способы получения фенолов. Кислотные свойства фенолов и фенолы, как амбидентные нуклеофилы. Реакции конденсации фенолов.

#### Тема 14. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ.

Методы синтеза альдегидов и кетонов из алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование, реакция Кучерова), спиртов (окисление) и производных карбоновых кислот (на основе металлоорганических соединений). Пиролиз солей карбоновых кислот. Гидроформилирование алкенов. Ацилирование и формилирование аренов. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе воды, спиртов и тиолов (кислотный и основной катализ). Защита карбонильной группы. Кето-енольная таутомерия 1,3-дикетонов и 1,3-кетэфиров на примере ацетилацетона и ацетоуксусного эфира. Нитрозирование кетонов и реакция с диоксидом селена. Альдольная конденсация, ее механизм. Внутри- и межмолекулярные реакции. Дегидратация альдолей как метод синтеза  $\alpha,\beta$ -ненасыщенных карбонильных соединений. Перекрестная альдольная конденсация ароматических альдегидов или формальдегида с алифатическими альдегидами и кетонами.

#### Тема 15. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ.

Получение карбоновых кислот окислением спиртов, альдегидов, алкенов, алкилбензолов. Гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот. Синтезы на основе металлоорганических соединений. Синтезы на основе малонового эфира. Промышленное получение муравьиной и уксусной кислот. Строение карбоксильной группы. Образование ассоциатов. Диссоциация карбоновых кислот, зависимость константы диссоциации от природы заместителей. Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм). Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Промышленные методы получения фталевой и терефталевой кислот, фталевого ангидрида.

#### Тема 16. НИТРОСОЕДИНЕНИЯ.

Алифатические и ароматические нитросоединения. Их получение из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона) и нитрованием аренов. Строение нитро-группы (мезомерия).  $\text{CН}$ -Кислотность. Восстановление в амины. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо-, гидразосоединения). Селективное восстановление нитрогруппы в динитроаренах. Бензидиновая перегруппировка.

#### Тема 17. АМИНЫ.

Классификация аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, нитрилов. Перегруппировки амидов и азидов карбоновых кислот (Гофмана, Курциуса). Амины как основания. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце ароматических аминов: галогенирование, сульфирование, нитрование, ацилирование, формилирование.

Защита аминогруппы. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой.

#### Тема 18. ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ.

Ароматические диазосоединения. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Условия диазотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония. Тетрафторобораты и гексафторофосфаты арендиазония. Стабильные ковалентные формы диазосоединений. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиазония. Реакции ароматических диазосоединений с выделением азота и без выделения азота.

#### Тема 19. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Классификация гетероциклов, их роль в природе и в различных областях производства.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Ароматичность гетероциклов. Реакции электрофильного замещения в ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу.

#### Тема 20. ПРИРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.

Моносахариды. Классификация и стереохимия. Тетрозы, пентозы и гексозы. Альдозы и кетозы. Стереохимия альдоз в проекциях Фишера и Хеурса. Глюкоза. Циклические полуацетальные формы глюкозы: глюкопиранозы и –фуранозы. Аномеры. Мутаротация.

Дисахариды на примерах мальтозы, целлобиозы и фруктозы. Полисахариды: крахмал, целлюлоза, хитин. Понятие о строении этих биополимеров.

Аминокислоты, пептиды, белки. Строение, номенклатура, основные химические свойства, кислотность карбоксильной группы и основность аминогруппы. Пептидная связь. Пептиды и полипептиды, белки. Уровни структурной организации белков. Твердофазный пептидный синтез (SPPS), защитные группировки, активирующие группировки.

Нуклеиновые кислоты. Строение и уровни структурной организации нуклеиновых кислот. Функции нуклеиновых кислот в организме.

### 9. Текущий контроль по дисциплине

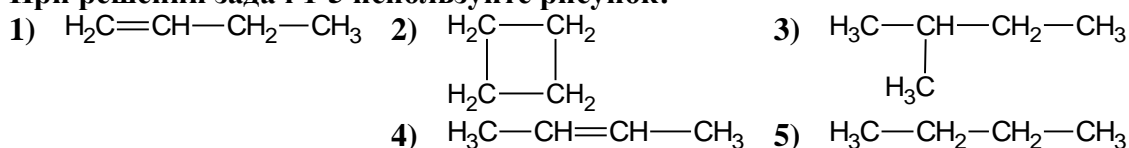
Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 10 теоретических вопросов с 5 вариантами ответов на выбор, из которых только один правильный. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерное содержание билета:

При решении задач 1-5 используйте рисунок:



1. Какие соединения являются структурными изомерами:

A) 3, 5    B) 1, 4    C) 1, 4, 5    D) 1, 2, 4    E) 1, 2

2. Какие соединения способны присоединять Br<sub>2</sub> на холоду:

- A) 1,2      B) 1,2,4      C) 3,5      D) 2,3,5      E) 1,4

3. Какие соединения вступают в реакции аллильного замещения:

- A) 1,4      B) 1,2      C) 3,5      D) 1,2,4      E) 2,3,5

4. Какое соединение дает наименьшее число возможных продуктов в реакции радикального моногалогенирования (замещения):

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5

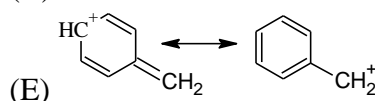
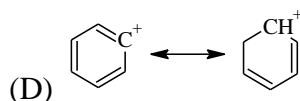
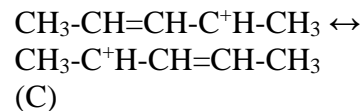
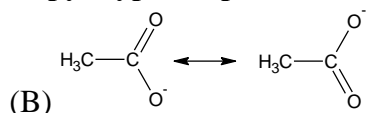
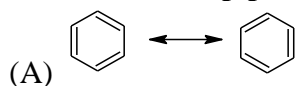
5. Какое соединение преимущественно образуется при реакции: 1,4-дибромбутан + Zn →:

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4      E) 5

6. Какие соединения получают при озонировании алкенов с последующей обработкой водой в присутствии цинковой пыли:

- A) карбоновые кислоты и кетоны      B) кетоспирты      C) двухатомные спирты  
D) альдегиды и кетоны      E) одноатомные спирты

7. Какая из пар резонансных структур изображена неправильно:



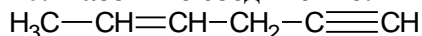
8. Что является доминирующим продуктом в реакции НОВr с пропеном:

- A) 2-бром-1-пропанол      B) 3-бром-1-пропанол      C) 2-бром-2-пропанол      D) 1-бром-2-пропанол      E) 1,2-дибромпропан

9. Какие реакции написаны правильно:

1.  $\text{Br-CH=CH}_2 + \text{HBr} (0^\circ\text{C}, \text{CCl}_4) \rightarrow \text{BrCH}_2\text{-CH}_2\text{Br}$  (A) 3,5  
2. метилацетилен + 2HBr → CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CHBr<sub>2</sub> (B) 1,3,5  
3.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} (h\nu) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{Br}$  (C) 2,4  
4.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} (\text{R-OO-R}) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{Br}$  (D) 2,3,5  
5.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{Br}_2 (450^\circ\text{C},) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{Br}$  (E) 1,2,4

10. Назовите соединение:



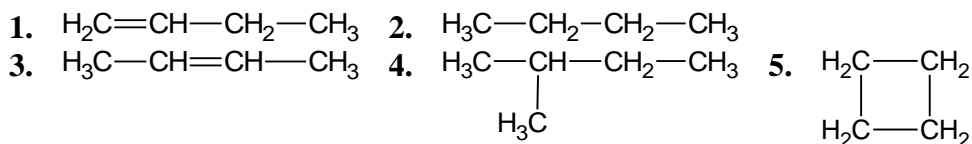
- A) 4-гексен-1-ин      B) 2-гексен-5-ин      C) 1-гексин-4-ен      D) 5-гексин-2-ен

Результаты теста, выражаемые в количестве правильных ответов на вопросы, доводятся до сведения преподавателя, который учитывает их при выставлении аттестации «Зачтено» или «Не зачтено», с учетом результатов работы студента в семестре, которые оценивал преподаватель практики. Если суммарный рейтинг студента не ниже 36% от максимального, ставится Зачтено.

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из 20 вопросов, проверяющих ИОПК-1.1, 1.2, 2.1, 2.2.. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

При решении задач 1-5 используйте рисунок:



1. Какие соединения являются структурными изомерами:

- A) 3, 5    B) 1,4    C) 1,3,5    D) 1,2,4    E) 1,2

2. Какие соединения вступают в реакции аллильного замещения:

- A) 1,4    B) 1,3    C) 3,5    D) 1,2,4    E) 2,3,5

3. Какое соединение является химически наименее реакционноспособным:

- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

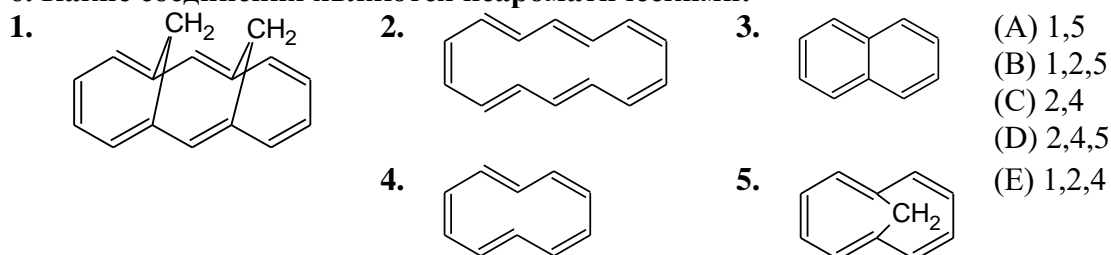
4. Какое соединение дает наименьшее число возможных продуктов в реакции радикального моногалогенирования (замещения):

- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

5. Какое соединение преимущественно образуется при реакции: 2,3-дибромбутан + Zn  $\rightarrow$ :

- A) 1    B) 2    C) 3    D) 4    E) 5

6. Какие соединения являются неароматическими:



7. Какие реакции написаны правильно:

1.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} (0^\circ\text{C}, \text{CCl}_4) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$     (A) 1,2,4  
 2.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} (100^\circ\text{C}) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$     (B) 1,2,5  
 3.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} (h\nu) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$     (C) 1,3,4  
 4.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} (\text{R}-\text{OO}-\text{R}) \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_3$     (D) 1,3,5  
 5.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 (450^\circ\text{C},) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr}$     (E) 3,4,5

8. Какие соединения получаются при взаимодействии альдегидов и кетонов с тригалогенидами фосфора:

- A) гем-дигалогеналканы    B) алкилгалогениды    C) алкенилгалогениды  
 D) альдегиды и кетоны    E) виц-дигалогеналканы

9. Если 4-бромтолуол при реакции с NaOH дает в виде продуктов смесь *m*- и *p*-крезолов, эта реакция прошла по механизму:

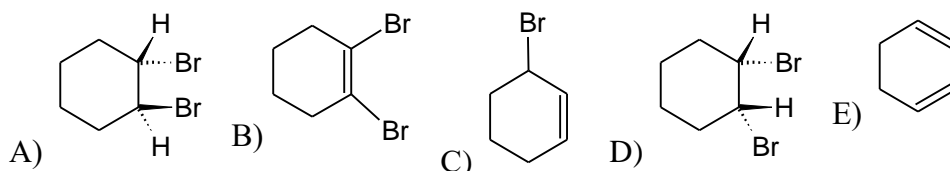
- A) радикального замещения;    B) электрофильного замещения  $\text{S}_\text{E}\text{Ar}$     C) нуклеофильного замещения  $\text{S}_\text{N}2\text{Ar}$   
 D) нуклеофильного замещения через отщепление-присоединение (через «бензин»)    E) нуклеофильного замещения  $\text{S}_\text{N}1\text{Ar}$

10. Назовите дезактивирующие *мета*-ориентанты в реакциях ароматического электрофильного замещения:

1.  $\text{HO}-$ ;    2.  $\text{CF}_3-$ ;    3.  $\text{NH}_3^+-$ ;    4.  $\text{NO}_2-$ ;    5.  $\text{Br}-$   
 A) 1,3,5    B) 2,4    C) 2,3,4    D) 1,4,5    E) 2,5

11. Что является основным продуктом быстрой реакции циклогексена с бромом в темноте при  $10^\circ\text{C}$ :





12. Реагент представляет собой бром с примесью  $FeBr_3$ . Для каких целей он может быть применен:

- A) сульфирование алканов      B) нитрование в ядро      C) нитрование в боковую цепь  
 D) галогенирование в ядро      E) галогенирование в боковую цепь

13. Первичный спирт образуется при реакции избытка фенилмагнийбромида с:

- A) метилацетатом      B) метилформиатом      C) формальдегидом  
 D) ацетальдегидом      E)  $CO_2$

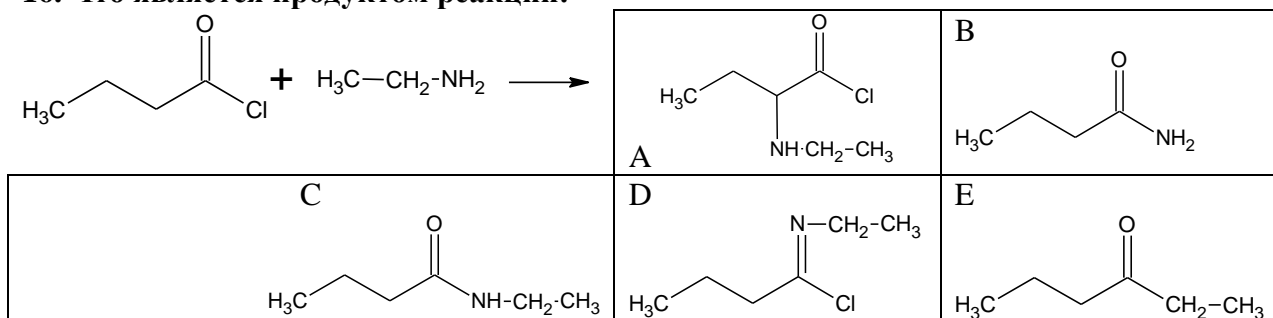
14. Отметьте главный продукт реакции: 2-метил-2-хлорбутан + KOH (пиридин, нагрев)  $\rightarrow$

- A) 2-метил-2-бутанол      B) 2-метилбутен-1      C) 2-метилбутен-2      D) 2-метил-1-бутанол      E) изопентан

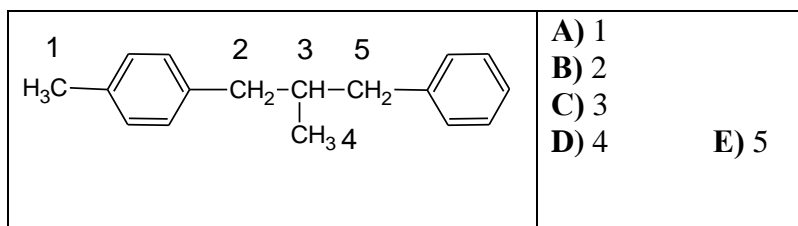
15. По какому механизму (преимущественно) протекает указанная в задаче 14 реакция:

- A)  $SN_2$       B)  $SN_1$       C)  $E_1$       D)  $E_2$       E)  $SN_i$  (внутримолекулярное нуклеофильное замещение)

16. Что является продуктом реакции:



17. Какой из атомов водорода в наименьшей степени подвержен замещению хлором в условиях типичного радикального замещения:

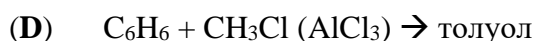


18. Как называется реакция:  $CH_3-CH_2-CH_2Cl + Na \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + NaCl$ :

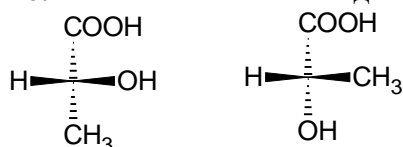
- A) реакция Коновалова      B) Реймера-Тимана      C) Гаттермана-Коха  
 D) Вюрца      E) реакция Вильямсона

19. Какая из реакций протекает БЕЗ образования промежуточного катионного интермедиата:

- (A) толуол +  $Br_2$  (нагрев)  $\rightarrow C_6H_5-CH_2-Br + HBr$   
 (B) ди-третбутиловый эфир +  $HJ$  (нагрев)  $\rightarrow$  трет-бутилоидид  
 (C) трет-бутанол +  $HBr \rightarrow$  трет-бутилбромид



20. Показанные ниже соединения:



A) идентичны	В) структурные изомеры	С) диастереомеры
D) энантиомеры	Е) различные конформации одного и того же соединения	

Результаты экзамена определяются количеством правильных ответов, на основании которых преподавателю рекомендуются оценки «отлично» (число правильных ответов входит в ТОП 20% оценок, полученных студентами потока), «хорошо» (40-79%), «удовлетворительно» (20-39%), «неудовлетворительно» (ниже 19% результатов).

Итоговая оценка выставляется преподавателем практики с учетом рекомендуемой оценки по итогам экзамена (вес 0.3) и результатов работы студента в семестре (вес 0.7).

Таким же образом осуществляется промежуточная аттестация в 6 семестре. Экзаменационный билет состоит из 20 вопросов, проверяющих ИОПК-1.3, 2.3, 2.4. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» включает три части:

- <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=26190> (четвертый семестр)
- <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2787> (пятый семестр)
- <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23522> (шестой семестр)

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Шабаров Ю. С. Органическая химия. М. : Лань, – 2011.
- Реутов О. А. Органическая химия Ч. 1-4. [учебник для вузов по направлению и специальности “Химия”]. М. : БИНОМ. Лаб. знаний. – 2004, 2007.
- Шабаров Ю. С. Органическая химия. М. : Химия, – 1994.
- Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М. : Химия, – 1991
- Терней А. Современная органическая химия. М. : Мир, – 1981.

б) дополнительная литература:

- Clayden J., Greeves N., Warren S., Wothers P. Organic chemistry. 1st edition Oxford University Press August 31, – 2000
- Carey F., Sundberg R. Advanced Organic Chemistry. Part A. Structure and Mechanisms (4ed.) Kluwer – 2000.

- Carey F., Sundberg R. Advanced Organic Chemistry. Part B. Reactions and Synthesis (4ed.) Kluwer – 2000.
- Smith M.B., March J. March's advanced organic chemistry (5ed.) Wiley – 2001.

в) ресурсы сети Интернет:

<https://www.khanacademy.org/science/organic-chemistry> - лекции по органической химии онлайн (англ.)

<http://ido.tsu.ru/schools/chem/lib/chem/umk/org/index.php> - УМК «Органическая химия» для школы «Юный Химик» и студентов химических и нехимических специальностей ТГУ

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/org.html> - учебные материалы по органической химии МГУ

<http://orgchem.tsu.ru> – онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Органическая химия» для студентов химических и нехимических специальностей ТГУ;

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4037](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4037) – Шабаров Ю. С. Органическая химия

<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000049461/000049461.djvu> - Лабораторные работы в органическом практикуме. Агрономов А. Е., Шабаров Ю. С.

#### Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standard 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### 14. Материально-техническое обеспечение

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ). В аудитории имеется интерактивная доска;

- лабораторная аудитория (№ 324, 6-го учебного корпуса ТГУ)

- лаборатория органического синтеза (№ 323, 6-го учебного корпуса ТГУ)

- лаборатория ТГУ (№ 307, 6-го учебного корпуса ТГУ)

- лаборатория Химической Экологии (№ 306, 6-го учебного корпуса ТГУ).

Все лаборатории оснащены вытяжными шкафами, стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой, измерительным инструментом (весы, термометры, рН-метры, УФ-спектрофотометр и т.д.). Кроме того, в лабораториях имеется нагревательное оборудование (электроплитки и термостатирующие шкафы), оборудование для

фильтрации под вакуумом и роторные испарители, встряхиватели, мешалки с магнитным приводом и другое оборудование.

**Учебный процесс** по дисциплине «Органическая химия» поддерживается самым современным оборудованием для работы с органическими соединениями, и включает:

- систему ВЭЖХ-МС
- аналитическую систему FPLC;
- препаративную систему FPLC;
- систему капиллярного электрофореза;
- систему парофазного ГЖХ-анализа

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

### **15. Информация о разработчиках**

Слизов Юрий Геннадьевич, канд. хим. наук, доцент, кафедра органической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, заведующий кафедрой;

Хасанов Виктор Вазикович, канд. хим. наук, доцент, кафедра органической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.