

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* А.С. Князев

« 08 » апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Органическая химия**

специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Год приема

**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.1.13

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

*В.В. Шелковников* В.В. Шелковников

Председатель УМК

*В.Б. Хасанов* В.Б. Хасанов

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в различных средах для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества.

– ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

– ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

– ОПК-6. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК-8.3. Обеспечивает безопасные и / или комфортные условия труда на рабочем месте.

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. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.

ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

## **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 будут 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.1.06 математический анализ, Б1.О.1.07 физика и Б1.О.1.17 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-кетозфиров на примере ацетилаcetона и ацетоуксусного эфира. Нитрозирование кетонов и реакция с диоксидом селена. Альдольная конденсация, ее механизм. Внутри- и межмолекулярные реакции. Дегидратация альдолей как метод синтеза α,β-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).

СН-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 аминокруппы. 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. Тетрафторбораты и гексафторофосфаты аренадиазония. 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 Хеуорса. 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. Структура, 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. Структура и уровни структурной организации нуклеиновых кислот. Функции нуклеиновых кислот в организме.

**9. Текущий контроль по дисциплине**

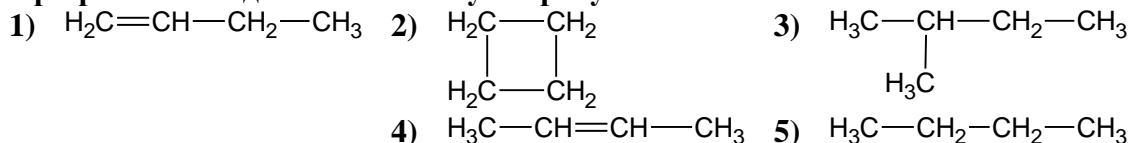
Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

**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  $\text{Br}_2$  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

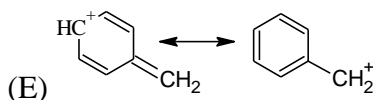
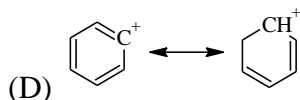
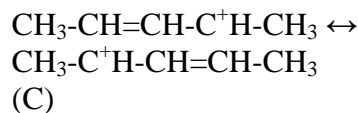
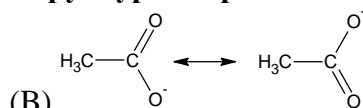
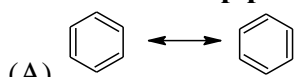
5. Какое соединение преимущественно образуется при реакции: 1,4-дибромбутан + Zn →:

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

6. Какие соединения получаются 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:



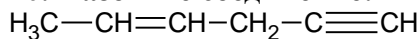
8. Что является доминирующим продуктом в реакции НОВг с пропенom:

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

10. Назовите соединение:



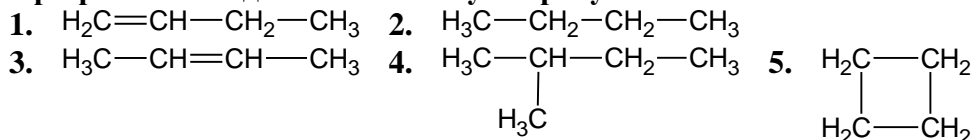
- A) 4-гексен-1-ин    B) 2-гексен-5-ин    C) 1-гексин-4-ен    D) 5-гексин-2-ен

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

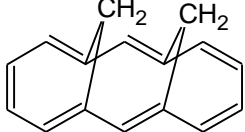
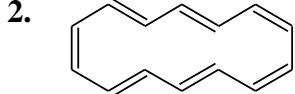
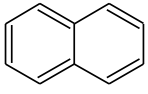
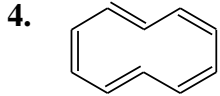
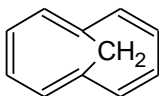
4. Какое соединение дает наименьшее число возможных продуктов в реакции радикального моногалогенирования (замещения):

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

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

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

6. Какие соединения являются неароматическими:

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

7. Какие реакции написаны правильно:

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

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

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

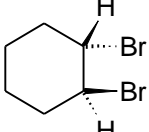
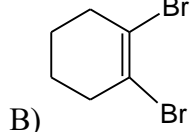
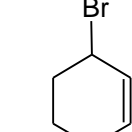
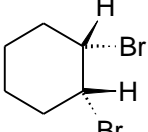

9. Если 4-бромтолуол при реакции с NaOH дает в виде продуктов смесь *m*- и *p*-крезолов, эта реакция прошла по механизму:

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

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

1. HO<sup>-</sup>;      2. CF<sub>3</sub><sup>-</sup>;      3. NH<sub>3</sub><sup>+</sup>;      4. NO<sub>2</sub><sup>-</sup>;      5. Br<sup>-</sup>  
 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 °С:

- A)  B)  C)  D)  E) 

12. Реагент представляет собой бром с примесью FeBr<sub>3</sub>. 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 фенилмагнибромид с:



- A) метилацетатом      B) метилформиатом      C) формальдегидом  
 D) ацетальдегидом      E) CO<sub>2</sub>

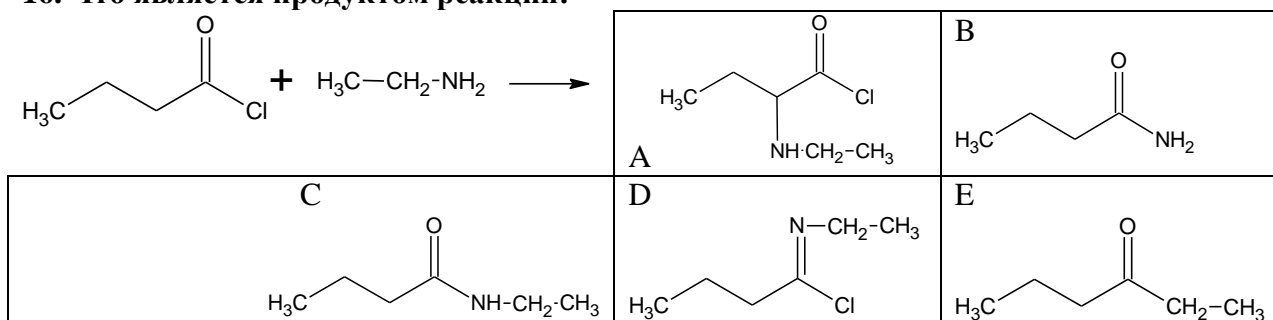
14. Отметьте главный продукт реакции: 2-метил-2-хлорбутан + KOH (пиридин, нагрев) →

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

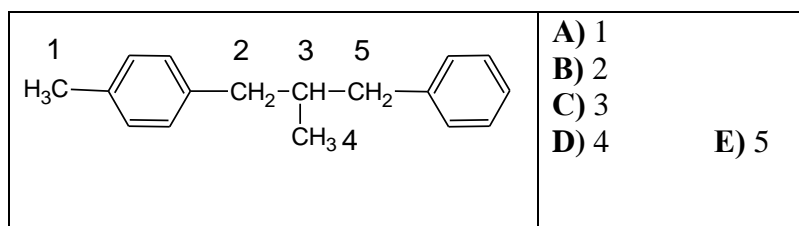
15. По какому механизму (преимущественно) протекает указанная в задаче 14 реакция:

- A) SN2    B) SN1    C) E1    D) E2    E) S<sub>N</sub>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:



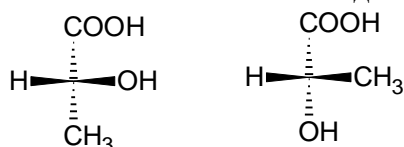
18. Как называется реакция: CH3-CH2-CH2Cl + Na -> CH3-CH2-CH2-CH2-CH2-CH3 + NaCl:

- 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<sub>2</sub> (нагрев) → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>2</sub>-Br + HBr  
 (B) ди-третбутиловый эфир + HI (нагрев) → трет-бутилиодид  
 (C) трет-бутанол + HBr → трет-бутилбромид  
 (D) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> + CH<sub>3</sub>Cl (AlCl<sub>3</sub>) → толуол  
 (E) CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>3</sub> + Br<sub>2</sub> (CCl<sub>4</sub>, 25 °C) → CH<sub>3</sub>-CHBr-CHBr-CH<sub>3</sub>

20. Показанные ниже соединения:



A) идентичны	B) структурные изомеры	C) диастереомеры
D) энантиомеры	E) 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» (нижние 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 смешанном 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.