Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
«_02_» _июня_ 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Б1.В.08 СОВРЕМЕННЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

| | |
|---|---|
| Направление подготовки | 04.03.01 Химия |
| Профиль подготовки | Органическая и биоорганическая химия |
| Форма обучения | очная |
| Квалификация | бакалавр |

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины « СОВРЕМЕННЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Программу составил(и):
А.В. Беспалов, доцент, канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины «Современный органический синтез» утверждена
на заседании кафедры органической химии и технологий
протокол № 10 « 28 » апреля 2026г
Заведующий кафедрой док. хим. наук, Доценко В.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 « 29 » апреля 2026 г
Председатель УМК ФХиВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.

Рецензенты:

Строганова Т.А.., канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО « Кубанский государственный технологический университет»

Буков Н.Н. , д-р хим. наук, профессор кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современный органический синтез» является освоение профессиональных знаний и получение профессиональных умений и навыков в области химического синтеза органических веществ различного строения.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Современный органический синтез» состоят в изучении современных методов и подходов органического синтеза, а также формировании у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы различных органических соединений, в т. ч. красителей, биологически активных веществ, фармацевтических препаратов и т.п.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современный органический синтез» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 5 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Изучению дисциплины «Современный органический синтез» предшествует изучение дисциплин «Органическая химия», «Практикум по органической химии», «Препаративные методы разделения органических соединений», «Стереохимия органических соединений». Данная дисциплина изучается параллельно с дисциплиной «Химия элементоорганических соединений».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов | |
| ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза органических соединений различных классов |
| | умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы органических соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы |
| | владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и выделению органических веществ различного строения |
| ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает механизмы и особенности протекания важнейших реакций, используемых в органическом синтезе |
| | умеет осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения и подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы |
| | владеет навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования, а также методологией современной органической химии и органического синтеза |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ | | Всего часов | Форма обучения |
|---|---|---|---|
| | | | очная |
| | | | 9 семестр (часы) |
| **Контактная работа, в том числе:** | | | |
| **Аудиторные занятия (всего):** | | **104** | **104** |
| занятия лекционного типа | | 34 | 34 |
| лабораторные занятия | | 68 | 68 |
| практические занятия | | | |
| семинарские занятия | | | |
| **Иная контактная работа:** | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 2 | 2 |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0.3 | 0.3 |
| **Самостоятельная работа, в том числе:** | | **76** | **76** |
| Оформление лабораторных работ | | 36 | 36 |
| Самостоятельное изучение теоретического материала | | 15 | 15 |
| Самостоятельное решение задач | | 15 | 15 |
| Подготовка к текущему контролю | | 10 | 10 |
| **Контроль:** | | | |
| Подготовка к экзамену | | 35.7 | 35.7 |
| **Общая трудоемкость** | **час.** | **216** | **216** |
| | **в том числе контактная работа** | **104.3** | **104.3** |
| | **зач. ед** | **6** | **6** |

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма обучения)

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1. | Введение | 10 | 4 | - | - | 6 |
| 2. | Образование углерод-углеродных связей | 46 | 10 | - | 20 | 16 |
| 3. | Реакции циклообразования | 26 | 6 | - | 10 | 10 |
| 4. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе | 28 | 6 | - | 10 | 12 |
| 5. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | 52 | 6 | - | 22 | 24 |
| 6. | Защитные группы в органическом синтезе | 16 | 2 | - | 6 | 8 |
| | *ИТОГО по разделам дисциплины* | | 34 | | 68 | 76 |
| | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | - | - | - | - |
| | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0.3 | - | - | - | - |
| | Подготовка к текущему контролю | 35.7 | - | - | - | - |
| | Общая трудоемкость по дисциплине | 216 | - | - | - | - |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1. | Введение | Цели и задачи современного органического синтеза. Тонкий и тяжелый органический синтез. Новые синтетические подходы. Селективность реакции. | устный опрос |
| 2. | Введение | Общая стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ и синтетическое планирование. | устный опрос |
| 3. | Образование углерод-углеродных связей | Образование одинарных С-С связей с использованием металлоорганических реактивов. | решение задач, КР1, ЛР1 |
| 4. | Образование углерод-углеродных связей | Реакции кросс-сочетания. Реакции конденсации. Ацетилен и его производные в органическом синтезе | решение задач, КР2, ЛР2 |
| 5. | Образование углерод-углеродных связей | Образование двойных С=С связей при помощи реакций элиминирования. | решение задач, КР2 |
| 6. | Образование углерод-углеродных связей | Реакции олефинирования карбонильных соединений. | решение задач, КР2 |
| 7. | Образование углерод-углеродных связей | Образование тройных С≡С связей. Способы укорочения углеродной цепи. | решение задач, КР2 |
| 8. | Реакции циклообразования | Общие принципы циклообразования. Перициклические и электроциклические реакции. | решение задач, КР3, КР4 |
| 9. | Реакции циклообразования | Реакция Дильса-Альдера и ее применение в органическом синтезе | решение задач, КР3, КР4 |
| 10. | Реакции циклообразования | Методы образования малых, средних и больших циклов. Внутримолекулярная циклизация. | решение задач, КР3, КР4 |
| 11. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе | Реакции окисления непредельных углеводородов: эпоксидирование, дигидроксилирование, окислительное расщепление. | решение задач, КР5 |
| 12. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе | Реакции окисления спиртов соединениями хрома. Окисление спиртов с использованием реактивов, содержащих в своём составе ДМСО. Окисление карбонильных соединений. | решение задач, КР5, ЛР2 |
| 13. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе | Реакции восстановления: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами и органическими реагентами. | решение задач, КР5 |
| 14. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины, в ароматические и гетероциклические соединения. | решение задач, ЛР3, КР5 |
| 15. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Взаимопревращения функциональных групп: превращения галогенпроизводных, спиртов, нитросоединений, аминов | решение задач, ЛР3, КР5 |
| 16. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Взаимопревращения функциональных групп: превращения соединений, содержащих карбонильные и карбоксильные группы. | решение задач, ЛР3, КР5 |
| 17. | Защитные группы в органическом синтезе | Защитные группы в органическом синтезе. Способы защиты гидроксильных, карбонильных, карбоксильных и аминогрупп. | решение задач |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

| № | Наименование раздела (темы) | Тематика занятий/работ | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1. | Образование углерод-углеродных связей | Синтез циклогексилбензола.<br>Часть 1. Дегидратация циклогексанола. | ЛР1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. | Образование углерод-углеродных связей | Синтез циклогексилбензола.<br>Часть 2. Получение целевого продукта. | ЛР1 |
| 3. | Образование углерод-углеродных связей | Синтез циклогексилбензола.<br>Часть 3. Идентификация целевого продукта. | ЛР1 |
| 4. | Образование углерод-углеродных связей | Решение задач по теме «Металлоорганические реагенты в органическом синтезе». | решение задач, КР1 |
| 5. | Образование углерод-углеродных связей | Решение задач по теме «Синтетические методы образования одинарных углерод-углеродных связей». Тестовая работа №1. | решение задач, КР1 |
| 6. | Образование углерод-углеродных связей | Решение задач по теме «Синтетические методы образования двойных углерод-углеродных связей». | решение задач, КР2 |
| 7. | Образование углерод-углеродных связей | Решение задач по теме «Синтетические методы образования тройных углерод-углеродных связей». Тестовая работа №2. | решение задач, КР2 |
| 8. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе | Синтез бис(4-метоксибензилиден)ацетона.<br>Часть 1. Получение ацетона из пропанола-2. | ЛР2 |
| 9. | Образование углерод-углеродных связей | Синтез бис(4-метоксибензилиден)ацетона.<br>Часть 2. Конденсация ацетона с *п*-метоксибензальдегидом. | ЛР2 |
| 10. | Реакции циклообразования | Решение задач по теме «Перициклические и электроциклические реакции». | решение задач, КР3 |
| 11. | Реакции циклообразования | Решение задач по теме «Синтетические методы образования малых циклов». Тестовая работа №3. | решение задач, КР3 |
| 12. | Реакции циклообразования | Решение задач по теме «Синтетические методы образования средних циклов и макроциклов». Тестовая работа №4. | решение задач, КР4 |
| 13. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 1. Нитрование ацетанилида. | ЛР3 |
| 14. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 2. Гидролиз *п*-нитроацетанилида. | ЛР3 |
| 15. | Введение и взаимопревращения функциональных групп | Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 3. Получение целевого продукта. | ЛР3 |
| 16. | Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе. | Решение задач по теме «Окислительно-восстановительные процессы». | решение задач, КР5 |
| 17. | Защитные группы в органическом синтезе | Решение задач по теме «Защитные группы в органическом синтезе». Тестовая работа №5. | решение задач, КР5 |

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | Оформление лабораторных работ | Синтез органических соединений : учебно-методическое пособие / В. В. Доценко, А. В. Беспалов, Д. Ю. Лукина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. - 171 с.: ил. - Библиогр.: с. 170. - ISBN 978-5-8209-1758-5: 80 р. - Текст: непосредственный. |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | Самостоятельное изучение теоретического материала | Органическая химия : учебно-методическое пособие / А. В. Беспалов, В. В. Доценко, Д. Ю. Лукина, В. Д. Стрелков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2019. - 156 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1709-7: 80 р. - Текст: непосредственный. |
| 3 | Самостоятельное решение задач | Органическая химия: сборник задач / А. В. Беспалов, В. Д. Стрелков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 69 с.: ил. - Библиогр.: с. 68. |
| 4 | Подготовка к текущему контролю | Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Современный органический синтез*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

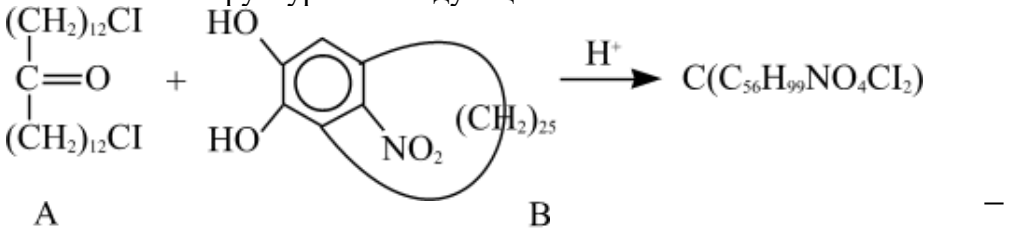
**Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4) | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4) | Наименование оценочного средства | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза органических соединений различных классов | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене |
| | | умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы органических соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы | Лабораторная работа | - |
| | | владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и выделению органических веществ различного строения | Лабораторная работа | - |
| 2 | ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает механизмы и особенности протекания важнейших реакций, используемых в органическом синтезе | Контрольная работа | Вопрос на экзамене |
| | | умеет осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения и подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения | Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача |
| | | владеет навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования, а также методологией современной органической химии и органического синтеза | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения | Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача |

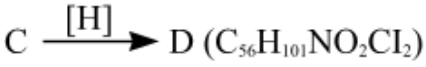
**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Задания для самостоятельного выполнения***

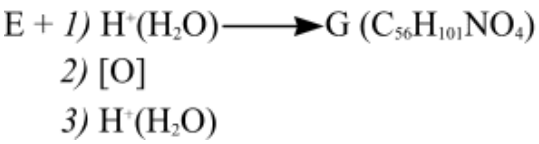
1. Германские химики А. Лютрингхауз (1937) и Г. Шилл (1967) получили соединение G необычной структуры по следующей схеме:



A B

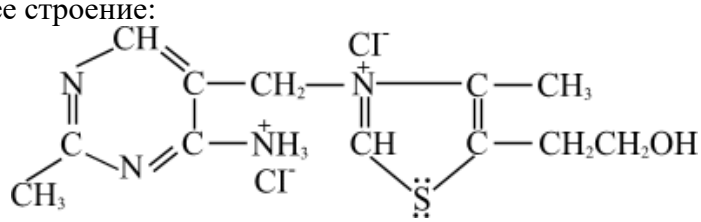




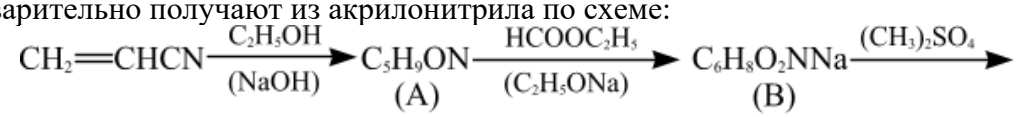


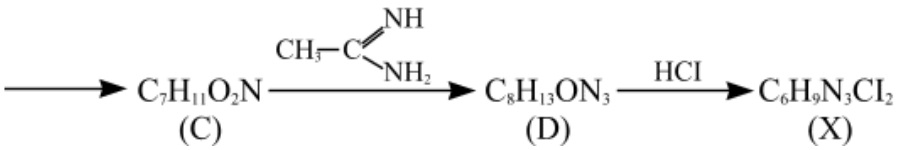
1) Приведите структурные формулы A—G.
2) В чем заключается необычность структуры G?
3) Какие еще виды химических соединений с аналогичным типом связей Вам известны? Приведите примеры и, если знаете, их названия.

2. Витамин $B_1$, имеющий следующее строение:

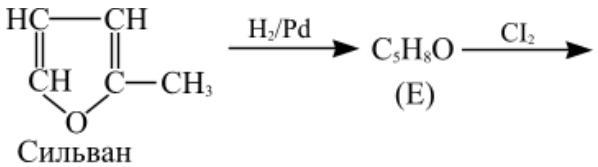


получают совместным нагреванием пиримидинового производного X состава $C_6H_9N_3Cl_2$ и тиазольного производного Y состава $C_6H_9ONS$. Соединение X предварительно получают из акрилонитрила по схеме:

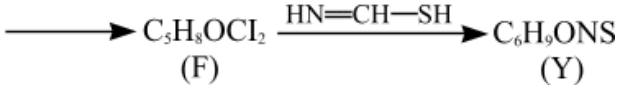




Соединение Y получают, исходя из сильвана, следующим способом:



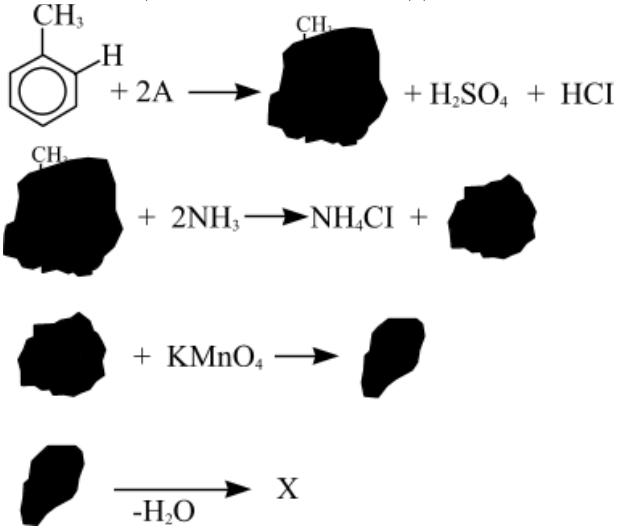
Сильван



1) Напишите структурные формулы A, B, C, D, E, F, X и Y.
2) Объясните, почему в многостадийных синтезах лучше сначала получить несколько фрагментов целевого вещества по коротким цепочкам превращений, после чего соединить эти фрагменты на последних стадиях.

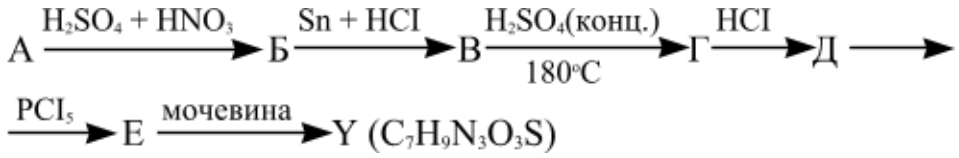
3. Фронталин (67,58% углерода, 9,92% водорода, 22,50% кислорода, Мг=142,22) - ферромон западного соснового жука. Он представляет собой кеталь, который может быть получен многостадийным синтезом, исходя из натрийдиэтилмалоната и 3-хлор-2-метил-1-пропена. При реакции этих веществ на первой стадии образуется вещество А, которое далее гидролизуется концентрированным раствором гидроксида калия и затем декарбоксилируется при обработке горячей уксусной кислотой с образованием В. Вещество В способно реагировать как с водным раствором $NaHCO_3$, так и с холодным водным раствором $KMnO_4$ с образованием коричневой окраски. Вещество В под действием $LiAlH_4$ превращается в $C(C_6H_{12}O)$. Обрабатывая С пара-толуолсульфонилхлоридом в пиридине, а затем цианидом натрия в ДМСО получают вещество Д ($C_7H_{11}N$). Реакция вещества Д с метилмагнийиодидом с последующим гидролизом приводит к образованию вещества Е ($C_8H_{14}O$). Вещество Е в ИК-спектре имеет полосу при 1700 $см^{-1}$. Эпоксидирование вещества Е надбензойной кислотой приводит к образованию вещества $F(C_8H_{14}O_2)$, которое при обработке разбавленной кислотой внутримолекулярно превращается в кеталь - Фронталин - вещество θ. Напишите уравнения реакций.

4. Среди "случайных" открытий числится синтез вещества X, который осуществил в 1872 году молодой русский эмигрант Фальберг (лаборатория в Балтиморе, США). Однажды он приступил к обеду, не вымыв руки после работы в лаборатории и обнаружил сладкий вкус во рту. Среди промежуточных продуктов синтеза оказалось то самое соединение, которое в 500 раз более сладкое, чем сахар, применяемое ныне в качестве заменителя сахара. В старой рукописи, прожженной кислотами, сохранились некоторые заметки, позволяющие восстановить ход синтеза.



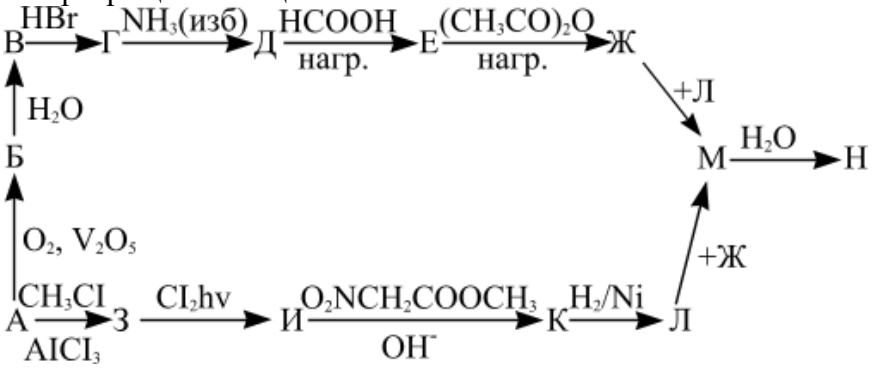

Для соединения А приведен элементный состав ($\omega_H$ – 0,86%; $\omega_S$ – 27,47%; $\omega_{Cl}$ – 30,47%; $\omega_O$ – 41,20%;). В продажу поступает 3-х водный кристаллогидрат натриевой соли X. Определите формулу товарного продукта и назовите вещество X.

5. Вещество А является продуктом коксохимической переработки угля. При обработке его $CHCl_3$ в присутствии $AlCl_3$ появляется ярко-оранжевое окрашивание. Из вещества А можно синтезировать соединение X, являющееся важным веществом роста бактерий и вещество Y, обладающее антимикробной активностью. Соединение Y можно получить по схеме:



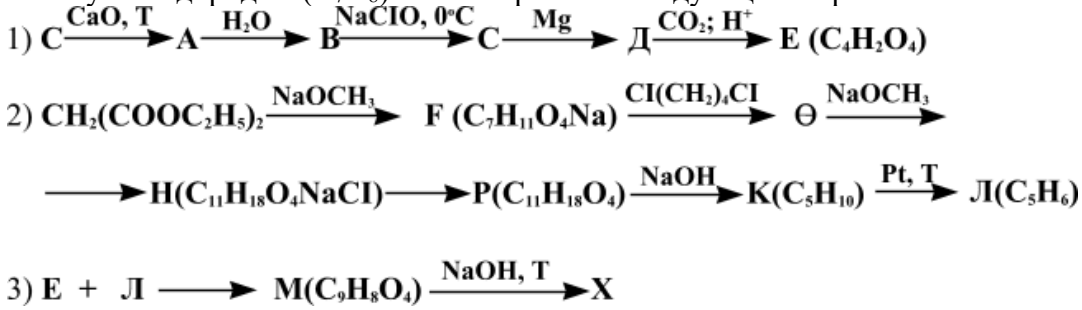

Соединение X ($C_7H_7NO_2$) по структуре подобно Г, вступает во взаимодействие с HCl и NaOH. Установите химическую природу всех веществ. Предложите схему синтеза X. Объясните сущность антимикробного действия Y.

6. Дана схема превращения вещества А в Н:



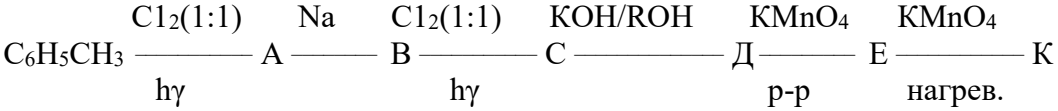

1) Напишите структурные формулы веществ А—Н и назовите их, если известно. что углеводород А содержит 92,31% углерода.
2) Какие из указанных веществ имеют асимметрические атомы углерода? Напишите одно из них в виде R- и S-изомеров.
3) Проявляет ли вещество Н, полученное в результате этого синтеза, оптическую активность?
4) Какой изомер вещества Н обладает полезными свойствами, в каких целях он используется и как он называется?
5) Взаимодействие веществ Ж и Л приводит к образованию двух продуктов. Какой из них образуется преимущественно?

7. Синтез углеводорода X($C_7H_8$) можно провести следующим образом:

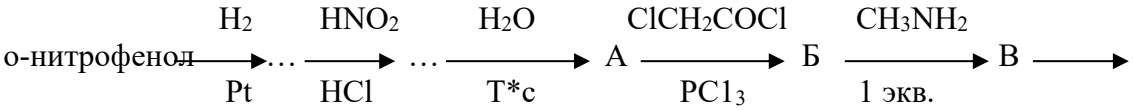


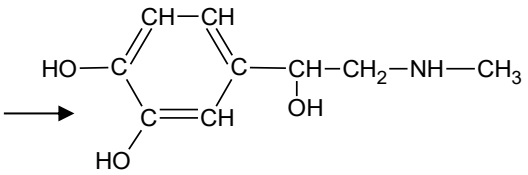

Определите строение веществ А—М и Х. Напишите уравнения реакций.

8. Осуществите превращение:




9. Адреналин можно синтезировать при помощи последовательности реакций:





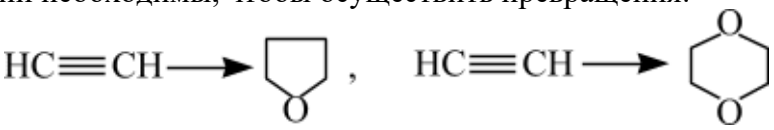
Назовите промежуточные соединения А, Б и В.

10. Приведите структуры продуктов следующих превращений:

$$(C_6H_5)_2C(OH)-CH(OH)C_6H_5 \xrightarrow[-H_2O]{\text{конц. } H_2SO_4} ?$$

$$(C_6H_5)_2C(OH)C{\equiv}CH \xrightarrow{H_2SO_4} ? \qquad \text{(перегруппировка Мейера-Шустера)}$$

11. Какие стадии необходимы, чтобы осуществить превращения:



12. Приведите методы, позволяющие осуществить превращения:
$C_6H_5X \longrightarrow C_6H_6$, где X= -Br, -OH, -COOH, $-NO_2$

13. Превратите п-толуиловый альдегид в п-карбоксибензальдегид.

14. Вещество состава $C_5H_{12}O$ при окислении перманганатом калия ($H^+$) дает кислоту и соединение $C_3H_6O$, которое присоединяет синильную кислоту и не дает окрашивания при действии фуксинсернистой кислоты. Продукт дегидратации исходного вещества при окислении перманганатом калия образует соединение состава $C_5H_{12}O_2$, которое через стадию пинаколиновой перегруппировки превращается в 2,2-диметилпропаналь. Установите строение исходного вещества, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания. Соединения назовите по систематической номенклатуре.

15. Исходя из бензола, осуществляют серию реакций, в которой в каждой последующей используется соединение, полученное в предыдущей стадии, и следующие реактивы: бром ($AlBr_3$), затем магний (сухой эфир); окись этилена, затем $H_2O$; трехбромистый фосфор; мононатриевое производное малонового эфира; поташ, затем серная кислота; хлористый тионил, затем $AICI_3$. Конечное соединение А имеет формулу $C_{10}H_{10}O$ и имеет в ИК-спектре характеристическую полосу поглощения при 1708 $см^{-1}$. Составьте последовательность реакций, приводящую к соединению А и дайте этому соединению название по систематической номенклатуре.

16. Продукт, полученный при конденсации циклопентадиен-1,3-ола-5 с ацетиленом, содержит в ИК-спектре интенсивную полосу около 3600 $см^{-1}$, а спектр ПМР показывает, что он содержит 4 протона, резонансный сигнал которых лежит в области около 5,4 м.д. Кроме того, при каталитическом гидрировании происходит поглощение 2 молей водорода на 1 моль вещества. Продукт гидрирования при обработке хромовым ангидридом образует вещество, имеющее в ИК-спектре интенсивную полосу при 1700 $см^{-1}$ а в спектре ПМР обнаруживаются только 2 группы протонов с относительной интенсивностью 4:1. Напишите последовательность осуществленных реакций и идентифицируйте все продукты.

17. При связывании всего брома, содержащегося в смеси изомеров А массой 2,02 г. образовалось 3,74 г бромида серебра. Обработка такого же количества А спиртовым раствором щелочи привело к выделению 225 мл (н.у.) индивидуального продукта реакции типа Б. В определенных условиях газ Б может быть превращен в жидкую при обычной температуре смесь изомеров В с таким же количественным составом, что и Б. Бромирование одного из изомеров, содержащихся в смеси В на свету приводит к образованию единственного монобромпроизводного. Окисление любого из изомеров В раствором $KMnO_4$ приводит к образованию изомеров Г, 1г. которых способен прореагировать с 14,25 мл I Н водного раствора NaOH. Какое строение имеют вещества А—Г? Какой из изомеров не мог содержаться в смеси А?

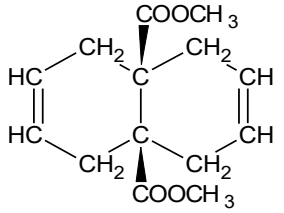
18. В промышленности для получения органического стекла используют метилметакрилат. Напишите 8 уравнений химических реакций, достаточно полно характеризующих химические свойства этого соединения. Укажите условия, в которых проходят эти реакции. Предложите и обоснуйте схему синтеза метилметакрилата на базе продуктов переработки нефти и неорганических веществ.

19. Какое соединение надо взять для конденсации с бензальдегидом, чтобы в результате последующих превращений получить 1-фенил-2-амино-пропандиол-1,3 - промежуточный продукт синтеза антибиотика хлоромицетина?

20. Медицинский препарат эфедрин $C_6H_5CH(OH)—CH(NHCH_3)CH_3$ используется как сосудосуживающее и бронхорасширяюшее средство. Предложите методику синтеза этого препарата из бензола, пропана и неорганических реагентов.

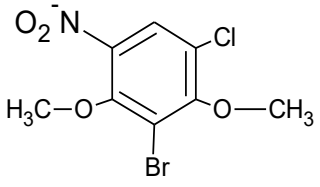
21. Из ацетилена и других необходимых реагентов получите 2-метилбутадиен-1,3. Напишите структурную формулу его аддукта с малеиновым ангидридом (отразив пространственное строение).

22. Исходя из бутадиена, ацетилена и формальдегида получите диен [А]



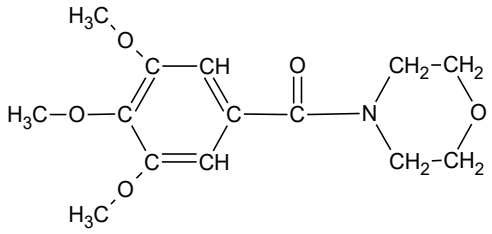

[А]

23. Из n-дихлорбензола и других необходимых реагентов получите соединение [Б]



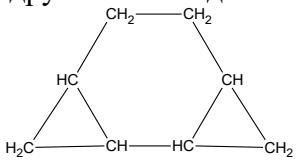

[Б]

24. Предложите способ синтеза триоксазина [В] (морфолид галловой кислоты, транквилизатор) исходя из гваякола (2-метоксифенол), морфолина и других необходимых реагентов:



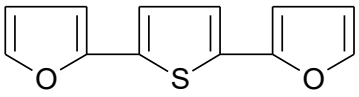
[B]

25. Исходя из циклогексена и других необходимых реагентов получите соединение [C]



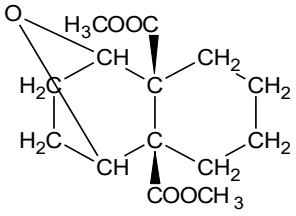
[C]

26. Исходя из фурана и ацетилена получите 2,5-бис(2-фурил)-тиофен [Д]



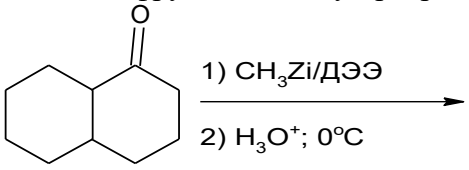
[Д]

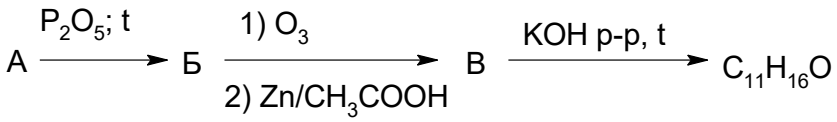
27. Исходя из фурана, ацетилена, формальдегида и бутадиена-1,3 получите соединение [E]



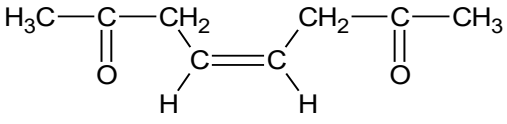
[E]

28. Расшифруйте цепочку превращений:



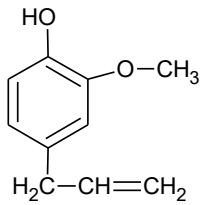




29. Из ацетилена, метилбромида и других необходимых реагентов получите соединение [K]

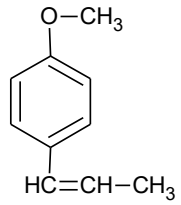


[K]

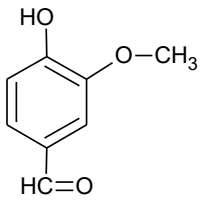
30. Запах многих природных продуктов обусловлен наличием фенолов и их производных. Напишите реакции их синтеза, исходя из любого монозамещенного производного бензола:



гвоздичное масло



анисовое масло



ванилин

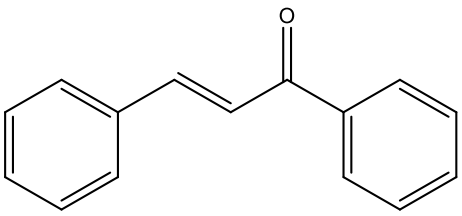
***Задачи для решения в аудитории***

1. Получите из ацетона 2,2-диметилпропановую кислоту.
2. Получите из пропилена 5-кетокапроновую кислоту.
3. Получите из уксусной кислоты – малоновую, лимонную кислоты.
4. Получите из бензальдегида и пропионовой кислоты – 2-метил-3-фенилакриловую кислоту.
5. Получите из бензола и пропанола – скатол (3-метилиндол), 5-иод-8-оксихинолин.
6. Получите из толуола и этанола – γ-кетобутилбензол.
7. Получите из пропилового спирта – 2,5-диэтилфуран.
8. Получите из пропионовой кислоты – 3,4-диэтилгексадиен-2,4 и пинакон $(C_2H_5)_2C(OH)$-$C(OH)(C_2H_5)_2$.
9. Получите из п-ацетилэтилбензола: а) п-диацетилбензол; б) п-этилбензойную кислоту.
10. Получите из иодистого метила и циклопентанона (не прибегая к другим органическим реагентам) – γ-ацетилмасляную кислоту.
11. Получите этилвиниловый эфир из ацетилена и необходимых неорганических реагентов.
12. Получите бутил-втор-бутиловый эфир из бутанола-1 и соответствующих неорганических реагентов.
13. Получите из бутаналя: а) гексин-1-ол-3; б) 2-гидроксипентаннитрил.
14. Получите из п-нитроанилина фенацетин (N-(4-этоксифенил)ацетамид).
15. Получите из фенола салол (фенилсалицилат).
16. Получите из ацетилена, пропена и других необходимых реагентов октин-4-диол-1,2.
17. Получите из аллилового спирта и ацетона 3,4-диметилциклогексен-3-карбальдегид.
18. Получите из циклогексанола и этанола 2-этокси-1-этилциклогексанол.
19. Получите из 1,1-диметилциклопропана 3,3,4,4-тетраметил-2-нитрогексан.
20. Получите из метилциклопропана 3-бром-3,4-диметилгексан.

***Контрольная работа 1***

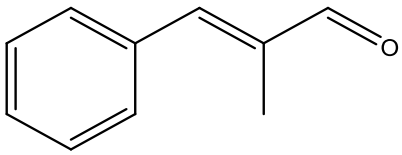
*Вариант 1*

1). При помощи доступных металлоорганических реагентов получите из ацетонитрила трет-бутиламин.
2). Напишите структурные формулы двух продуктов, образующихся при взаимодействии этилмагнийбромида с акролеином. Какой из продуктов будет получен с большим выходом?
3). Изобразите в общем виде каталитический цикл реакции Хека.
4). Используя в качестве субстрата ацетоуксусный эфир, получите гептанон-2.
5). Исходя из каких субстратов реакцией альдольно-кротоновой конденсации можно получить соединение следующего строения:



*Вариант 2*

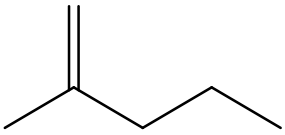
1). При помощи доступных металлоорганических реагентов получите из пропионитрила диэтилкетон.
2). Напишите структурные формулы продуктов, образующихся при взаимодействии метилвинилкетона с а). метиллитием б). диэтилкупратом лития.
3). Изобразите в общем виде каталитический цикл реакции кросс-сочетания с использованием металлоорганических реагентов.
4). Используя в качестве субстрата малоновый эфир, получите 3-метилбутановую кислоту.
5). Исходя из каких субстратов реакцией альдольно-кротоновой конденсации можно получить соединение следующего строения:



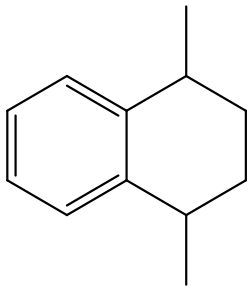
***Контрольная работа 2***

*Вариант 1*

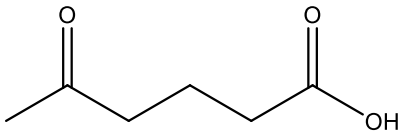
1). Приведите механизм реакции Виттига
2). Напишите продукт реакции циклогексенона с аллилтриметилсиланом в присутствии хлористого титана.
3). Исходя из ацетоуксуного эфира и любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:



4). Исходя из какого субстрата по реакции Фриделя-Крафтса можно получить соединение следующего строения:

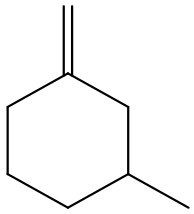


5). Исходя из малонового эфира и метилвинилкетона получите соединение следующего строения:

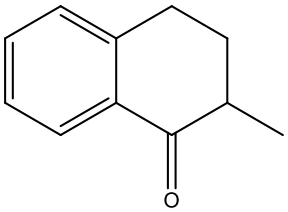



*Вариант 2*

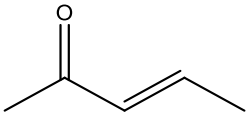
1). Приведите механизм реакции МакМурри
2). Напишите продукт реакции метилвинилкетона с ацетальдегидом в присутствии диазабициклооктана.
3). Исходя из циклогексенона с использованием любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:



4). Исходя из какого субстрата по реакции Фриделя-Крафтса можно получить соединение следующего строения:



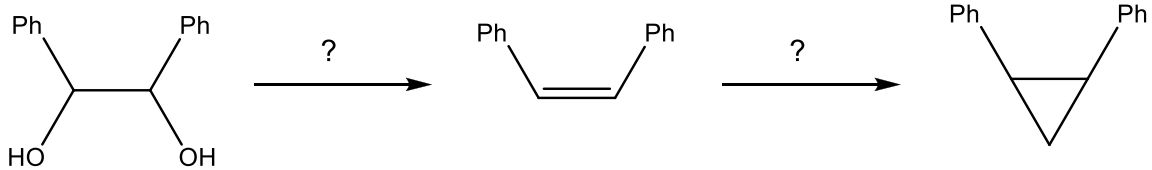

5). Исходя из ацетоуксусного эфира и ацетальдегида получите соединение следующего строения:



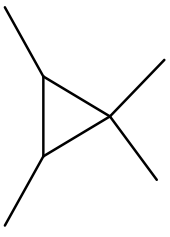

***Контрольная работа 3***

*Вариант 1*

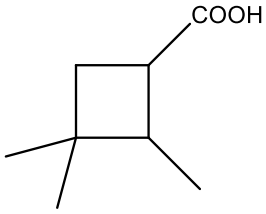
1). Приведите общий механизм реакций термического [2+2]-циклоприсоединения.
2). При помощи каких реагентов можно осуществить следующие превращения?




3). Исходя из бромоформа, 2-бутена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



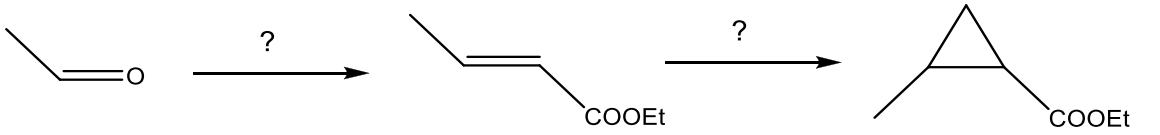
4). Исходя из малонового эфира, ацетальдегида и ацетона получить соединение следующего строения:



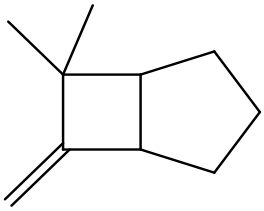

5). Напишите продукт реакции 1,1-дифенил 2-хлорэтилена с бутиллитием.

*Вариант 2*

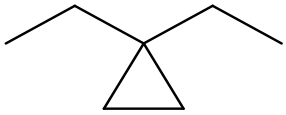
1). Приведите общий механизм реакций фотохимического [2+2]-циклоприсоединения
2). При помощи каких реагентов можно осуществить следующие превращения?




3). Исходя из хлорангидрида 2-метилпропановой кислоты, циклопентена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетоуксусного эфира, хлорметана и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

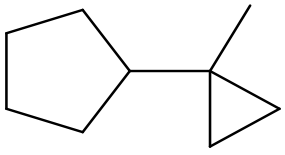


5). Напишите продукт реакции п-хлортолуола с 1-бутином в присутствии хлорида меди (I) и аммиака.

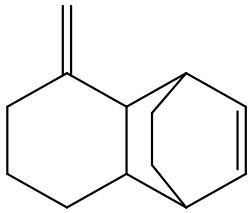
***Контрольная работа 4***

*Вариант 1*

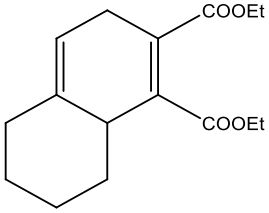
1). Приведите общий механизм реакции Дикмана.
2). Напишите основной и побочный продукты реакции Дильса-Альдера, протекающей между изопреном и акролеином.
3). Исходя из ацетоуксусного эфира, 1,4-дибромбутана, а также любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетальдегида, метилвинилкетона, 1,3-циклогексадиена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

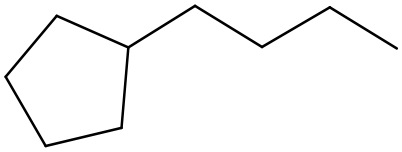


5). Исходя из каких субстратов реакцией Дильса-Альдера можно получить соединение следующего строения:

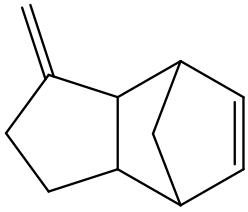



*Вариант 2*

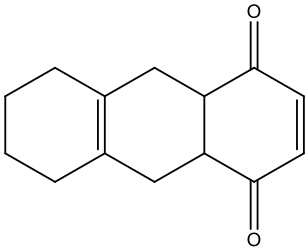
1). Приведите общий механизм реакции Торпа-Циглера.
2). Напишите основнойи побочный продукты реакции Дильса-Альдера, протекающей между 1,3-пентадиеном и метилакрилатом.
3). Исходя из малонового эфира, 1,4-дибромбутана, дибутилкупрата лития, а также любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетилена, этилена, циклопентадиена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



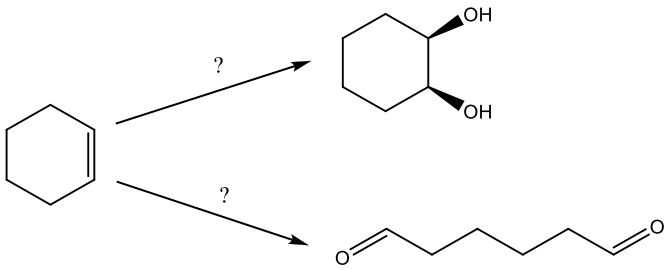
5). Исходя из каких субстратов реакцией Дильса-Альдера можно получить соединение следующего строения:




***Контрольная работа 5***

*Вариант 1*

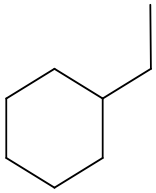
1). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:




2). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:

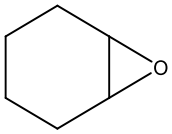



3). Исходя из бутадиена, акролеина и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



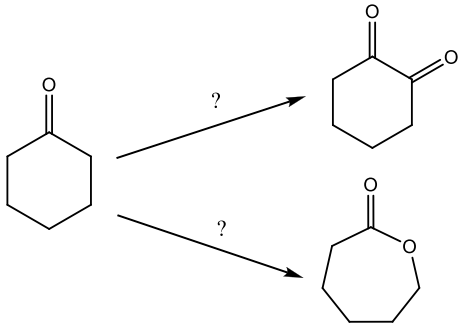
4). Приведите механизм реакции Бёрча на примере восстановления толуола.

5). Исходя из диэтилового эфира адипиновой кислоты ($EtOOC(CH_2)_4COOEt$) и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

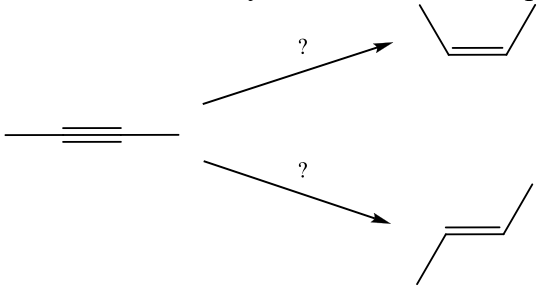



*Вариант 2*

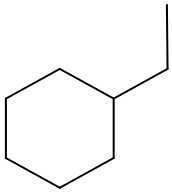
1). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



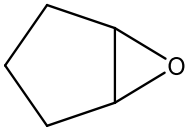

2). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



3). Исходя из бутадиена, метилвинилкетона и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Приведите механизм реакции Бёрча на примере восстановления бензойной кислоты.
5). Исходя из диэтилового эфира адипиновой кислоты ($EtOOC(CH_2)_4COOEt$) и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:




***Контрольные вопросы к лабораторным работам***

*Лабораторная работа №1*

1. Назовите основные препаративные способы дегидратации спиртов.
2. Приведите механизм образования циклогексилбензола.
3. Какие побочные продукты могут образовываться при синтезе циклогексилбензола?
4. Какие катализаторы можно использовать при алкилировании бензола по Фриделю-Крафтсу?
5. Каким образом рассчитывается теоретический и практический выход многостадийного синтеза? Какие существуют способы увеличения выхода целевого продукта многостадийного синтеза?

*Лабораторная работа №2*

1. Какие реагенты можно применять для препаративного окисления спиртов?
2. Каким образом осуществлялись выделение и очистка полученного продукта?
3. Какие осушители применяются для органических соединений? Укажите их основные достоинства и недостатки.
4. Приведите механизм образования бис(4-метоксибензилиден)ацетона.
5. В чем преимущества и недостатки классической альдольной реакции? Какие существуют современные варианты проведения данного процесса?

*Лабораторная работа №3*

1. Приведите механизм нитрования ацетанилида. Какой продукт будет получаться с большим выходом при осуществлении данного процесса?
2. Каким образом при выделении п-нитроацетанилида избавляются от примеси побочного продукта нитрования – о-нитроацетанилида?
3. При помощи каких физико-химических методов можно осуществлять контроль за ходом реакции гидролиза п-нитроацетанилида?
4. Какая элюентная система более оптимальна для контроля за ходом гидролиза п-нитроацетанилида методом ТСХ: этилацетат-бензол (2:1) или четыреххлористый углерод-бензол (1:1)?
5. Приведите механизм основных стадий синтеза п-нитроанилинового красного. Какое строение имеет катион диазония?

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

***1. Список вопросов для подготовки к экзамену***

1. Цели, задачи и тенденции развития органического синтеза. Тяжёлый и Современный органический синтез. Стратегия и тактика синтеза. Селективность и её виды. Общая стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ.

2. Синтетическое планирование. Линейный и конвергентный подходы к осуществлению синтеза. Тандемные и домино-реакции.

3. Использование медьорганических соединений в синтезе углерод-углеродных связей: реакции с галогенпроизводными, α,β-непредельными карбонильными соединениями, алкинами (карбометаллирование).

4. Цинкорганические соединения в органическом синтезе, реакция Реформатского. Магний- и литийорганические соединения в органическом синтезе: реакции с карбонильными соединениями и с кратными связями углерод-азот.

5. Реакция Хека: механизм, каталитический цикл. Общая характеристика реакций кросс-сочетания с использованием металлоорганических соединений.

6. Кросс-сочетание с использованием металлоорганических соединений: реакции Стилле, Сузуки, Соногаширы.

7. Енолизация. Генерация енолят-анионов: кинетический и термодинамический контроль. Алкилирование ацетоуксусного и малонового эфиров.

8. Альдольная конденсация: кислотный и основный катализ. Реакция Мукаямы: использование силилированных енолятов, кислотный катализ, использование ацеталей. Сложноэфирная конденсация Кляйзена.

9. Реакция Михаэля: общая схема, кислотный и основный катализ. Варианты реакции Михаэля с анионами 1,3-дикарбонильных соединений, аллилсиланами (реакция Хосоми-Сакураи). Реакция Бейлиса-Хиллмана.

10. Введение углеродных заместителей в ароматическое ядро: реакции Фриделя-Крафтса (алкилирование, ацилирование), Гаттермана-Коха, Вильсмайера-Хаака.

11. Получение двойной углерод-углеродной связи олефинированием карбонильной группы. Реакции Виттига и Хорнера-Уодсворта-Эммонса.

12. Получение двойной углерод-углеродной связи олефинированием карбонильной группы. Реакции Петерсона и Теббе.

13. Реакции Мак-Мурри и Рамберга-Бэклунда. Конденсация Кнёвенагеля.

14. Элиминирование из монозамещённых систем: дегидратация (перегруппировка Вагнера-Меервейна), реакция Бэмфорда-Стивенса. Элиминирование из дизамещённых систем: реакции Куна-Винтерштайна, Кори-Уинтера, Боорда.

15. Получение тройной углерод-углеродной связи. Сочетание медьорганических соединений: реакции Глазера и Кадио-Ходкевича. Реакции элиминирования в синтезе тройной связи: дегидрогалогенирование (перегруппировка Фрича-Буттенберга-Вихелля).

16. Получение трёхчленных циклов: внутримолекулярное алкилирование, реакция Густавсона, анионная циклизация 1,3-дигалогенпроизводных.

17. Реакции циклоприсоединения в синтезе трёхчленных циклов: общая схема процесса, способы генерации карбенов из галогенпроизводных и диазосоединений. Реакция Симмонса-Смита.

18. Получение четырёхчленных циклов: внутримолекулярные реакции дегалогенирования и алкилирования, ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот.

19. Реакции циклоприсоединения в синтезе четырёхчленных циклов: термическое и фотохимическое циклоприсоединение.

20. Получение пятичленных циклов: внутримолекулярные реакции алкилирования енолятов, альдольной конденсации, циклопентааннелирования.

21. Реакции циклоприсоединения в синтезе пятичленных циклов: катализ комплексами железа, реакция Посона-Кханда. Электроциклическая реакция Назарова.

22. Внутримолекулярная циклизация в синтезе шестичленных циклов. Реакция Робинсона: эквиваленты метилвинилкетона, использование 1,3-дикетонов. Реакция Пшорра.

23. Реакция Дильса-Альдера: общая схема, часто используемые диены и диенофилы, влияние их строения на реакционноспособность.

24. Стерео- и региоселективность реакции Дильса-Альдера. Внутримолекулярные варианты реакции диенового синтеза.

25. Получение макроциклических соединений: ацилоиновая конденсация, реакции Дикмана и Торпа-Циглера.

26. Методы удаления углерод-углеродной связи. Реакции термического декарбоксилирования, Бородина-Хунсдиккера. Перегруппировки Гофмана и Курциуса.

27. Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины и арены.

28. Взаимопревращения функциональных групп: превращения галогенпроизводных, спиртов и нитросоединений.

29. Взаимопревращения функциональных групп: аминогруппы, а также карбоксильной и карбонильной групп.

30. Эпоксидирование алкенов. Реакции Прилежаева, Шарплесса, Якобсена-Катсуки.

31. Дигидроксилирование алкенов: реакции Криге, Вудворда, Прево. Гидролиз эпоксидов как общий метод получения вицинальных диолов.

32. Окислительное расщепление алкенов: реакция Лемье, озонолиз. Окисление боковых цепей в ароматических соединениях до альдегидов (реакция Этара) и карбоновых кислот.

33. Реакции окисления спиртов соединениями хрома (реактивы Джонса и Саретта). Окисление спиртов с использованием реактивов, содержащих в своём составе ДМСО: реакции Сверна и Пфицнера-Моффатта. Реакция Кори-Кима.

34. Окисление карбонильных соединений: реакции Толленса, Байера-Виллигера, Райли, окислительное расщепление циклических кетонов.

35. Восстановление ароматических соединений по Бёрчу: механизм, влияние типа заместителя на конфигурацию продукта восстановления. Восстановление алкинов щелочными металлами.

36. Восстановление алкинов комплексными гидридами. Каталитическое гидрирование алкинов и алкенов (гетерогенные и гомогенные катализаторы). Восстановление алкенов диимидом.

37. Восстановление карбонильной группы до метиленовой: реакции Клемменсена и Кижнера-Вольфа. Способы восстановления карбонильной группы до гидроксильной: восстановление комплексными гидридами, реакция Кори-Бакши-Шибата.

38. Восстановление карбоновых кислот и их производных: использование гидридных восстановителей, реакции Буво-Блана, Розенмунда и МакФэдена-Стивенса. Восстановительное раскрытие эпоксидов алюмогидридом лития.

39. Защита спиртовой группы в одноатомных спиртах при помощи образования тетрагидропирановых, трифенилметиловых, бензиловых и триметилсилиловых простых эфиров. Защита одноатомных спиртов реакцией этерификации.

40. Способы защиты 1,2- и 1,3-диолов. Защита карбоксильной группы: получение бензиловых и трихлорэтиловых сложных эфиров.

41. Общие методы защиты аминогруппы: бензилоксикарбонильная и трифенилметильная. Защита первичных и вторичных аминов реакциями ацетилирования и бензилирования, образованием фталоильных и сульфонильных производных, а также оснований Шиффа.

42. Защита карбонильной группы: образование ацеталей и кеталей, а также их моно- и дитиоаналогов. Образование семикарбазонов и оснований Шиффа.

***2. Примеры билетов к экзамену***

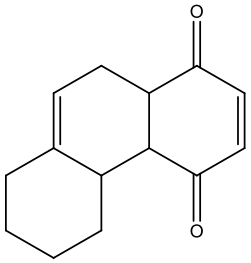
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра органической химии и технологий
Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Современный органический синтез»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Магний- и литийорганические соединения в органическом синтезе. Региоселективность реакций различных металлоорганических реагентов.

2. Получение четырёхчленных циклов: внутримолекулярные реакции дегалогенирования. Реакции циклоприсоединения в синтезе четырёхчленных циклов: термическое и фотохимическое циклоприсоединение.

3. Исходя из циклогексанона, бензохинона и любых доступных соединений получить следующее соединение:




Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

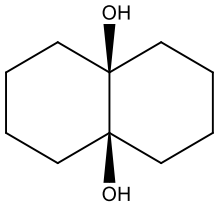
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра органической химии и технологий
Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Современный органический синтез»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2.

1. Общая характеристика реакций кросс-сочетания. Реакция Хека. Кросс-сочетание с использованием металлоорганических соединений.

2. Получение трёхчленных циклов: внутримолекулярное алкилирование, анионная циклизация. Реакции циклоприсоединения в синтезе трёхчленных циклов: общая схема процесса, способы генерации карбенов из галогенпроизводных и диазосоединений. Реакция Симмонса-Смита.

3. Исходя из циклогексанона, формальдегида и любых доступных реагентов получить следующее соединение:



Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

**Критерии оценивания результатов обучения**

| Оценка | Критерии оценивания по экзамену |
|---|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые синтетические методы и имеет представление о механизмах основных синтетически важных реакций, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя. |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые синтетические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых синтетических методов). |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление

информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. — 7-е эл.изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 753 с. — ISBN 978-5-93208-805-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/458327.

2. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 12-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2026 — Часть 1 — 2026. — 570 с. — ISBN 978-5-906828-42-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/516905.

3. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 12-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2026 — Часть 2 — 2026. — 626 с. — ISBN 978-5-906828-43-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/516911.

4. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2026 — Часть 3 — 2026. — 547 с. — ISBN 978-5-906828-41-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/516910.

5. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник : в 4 частях / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2026 — Часть 4 — 2026. — 729 с. — ISBN 978-5-906828-40-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/516909.

6. Курц, А. Л. Задачи по органической химии с решениями : учебное пособие / А. Л. Курц, М. В. Ливанцов, А. В. Чепраков. — 5-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 353 с. — ISBN 978-5-93208-899-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/417959.

7. Практикум по органической химии : учебное пособие / В. И. Теренин, М. В. Ливанцов, Л. И. Ливанцова [и др.]. — 6-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 571 с. — ISBN 978-5-93208-822-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45158.

### 5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Журнал органической химии - российский научный журнал, публикующий статьи по теоретическим проблемам органической химии, механизмам реакций органических соединений, соотношениям между физическими свойствами, реакционной способностью и

строением, по новым реакциям и методам получения органических соединений, по основным проблемам развития важнейших направлений органического синтеза.

3. Журнал общей химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвящённые актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии, а также на границах химии и смежных с ней наук (металлоорганические соединения, элементоорганическая химия, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.).

**5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронная библиотека Научной библиотеки КубГУ**
http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web

Электронный каталог
Поступления литературы в библиотеки филиалов
Поступления диссертаций и авторефератов
Статьи из периодики и научных сборников с 2016 г.
Статьи из периодики и научных сборников до 2016 г.
Газеты и журналы
Электронная библиотека трудов ученых КубГУ

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС)**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://www.biblioclub.ru/
2. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com
3. Образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru/
4. ЭБС «ZNANIUM» https://znanium.ru/
5. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
6. ЭБ ОИЦ «Академия» https://academia-moscow.ru/elibrary/

**Профессиональные базы данных**

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) https://ldiss.rsl.ru/
2. Национальная электронная библиотека https://rusneb.ru/
3. Базы данных компании «ИВИС» https://eivis.ru/
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
5. МИАН. Полнотекстовая коллекция математических журналов http://www.mathnet.ru
6. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) https://journals.rcsi.science/

**Базы данных открытого доступа**

1. КиберЛенинка http://cyberleninka.ru/;
2. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России http://www.lektorium.tv/
3. Словари и энциклопедии на Академике http://dic.academic.ru/

**Базы данных КубГУ**

1. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ https://openedu.kubsu.ru/
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://infoneeds.kubsu.ru/

3. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное изучение дисциплины «Современный органический синтез» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта

между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 410С) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)<br>Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные IKA HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы. | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) | Курсовая работа не предусмотрена учебным планом. | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |

| | | |
|---|---|---|
| | «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |