Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:10:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e376551a8999b1190892af539894304203366ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«28» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)

Благовещенск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ……..	3
2	УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ……	5
3	СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) …….	8
4	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ……..	10
5	ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……..	14
6	ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА…….	15
7	ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ……..	48
8	ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……	48
9	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……..	48
10	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА……...	49
11	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ…….	51

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель и задачи дисциплины: обучение студентов основам ретросинтетического анализа целевых молекул, планированию, разработке и осуществлению синтеза органических соединений.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Органический синтез» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 (Б1.О.22).

Для освоения дисциплины «Органический синтез» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные за время обучения на младших курсах университета.

Дисциплина «Органический синтез» тесно связана с другими дисциплинами: общей и неорганической химией, органической химией, физической химией. Преподавание этих дисциплин должно базироваться на знании законов химии и закономерностей протекания химических реакций.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2; ПК-1, ПК-2, ПК-4:

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
- ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ хиическкрой направленности.

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

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.
- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

– **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.
- ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности
- ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

– **ПК-2.** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
- ПК-2.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР

- ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

– **ПК-4.** Способен решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний, **индикаторами** достижения которой является:

ПК-4.1. Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик синтеза и характеризации функционального материала (вещества).

ПК-4.2. Осуществляет подбор веществ и выбор оптимальных условий для синтеза функционального материала (вещества).

ПК-4.3. Проводит характеризацию полученного функционального материала (вещества) физико-химическими методами с использованием типового научного оборудования.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен:

– **Знать:**

- теоретические основы базовых химических дисциплин;
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;
- стандартные операции по предлагаемым методикам;
- основные правила владения базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований;
- основные законы естественнонаучных дисциплин.

– **Уметь:**

- решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам;
- выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин;
- проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам;
- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- применять стандартное программное обеспечение при проведении научных исследований;
- применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин;
- использовать теоретические знания для объяснения результатов химических экспериментов;
- осуществлять выбор метода для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы;
- применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

– **Владеть:**

- навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам;
- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;
- навыками планирования, анализа;
- базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по аналитической химии;
- приемами решения основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин;
- методами теоретического и экспериментального исследования;
- навыками применения современного математического инструментария для решения химических задач.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Органический синтез» составляет 4 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (144 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

Дисциплина «Органический синтез» изучается в течение 7 семестра и завершается сдачей экзамена. Обязательным условием допуска студента к зачету является выполнение им практикума, предоставление отчета по каждой лабораторной работе, решение всех контрольных заданий.

На экзамене по дисциплине «Органический синтез» студент должен показать глубокое понимание теоретических основ органического синтеза, умение связывать общие и частные вопросы, свободно оперировать примерами из различных разделов и уметь применять полученные знания для решения синтетических и расчетных задач.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	**Всего часов**	**Семестр 7**
Общая трудоемкость	144	144
Аудиторные занятия	66	66
Лекции	32	32
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа, написание курсовой работы	42	42
Вид контроля		Защита курсовой работы
Вид итогового контроля:	36	экзамен

2 УЧЕБНО–ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	**Наименование тем (разделов)**	**Всего часов**	**Аудиторные занятия**		**Самостоятельная работа, написание курсовой работы**
			Лекции	**Лабораторные занятия**	
1	2	3	4	5	6
III. Введение. Цели, задачи и функции органического синтеза. Планирование синтеза					
1	Введение. Правила работы в лаборатории органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе. Цели, задачи и функции органического синтеза	2	2		
2	Лабораторная работа 1. Правила работы в лаборатории органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе	4		2	2
3	Синтез практически полезных соединений. Природные аналоги.	2	2		
4	Планирование синтеза органических соединений	4	2		2
5	Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ	2			2
6	Лабораторная работа 2. Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ. Определение температуры плавления *м*-нитробензойной	6		4	2

	кислоты				
II. Стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ					
7	Стратегия синтеза. Основные понятия ретросинтетического анализа	4	2		2
8	Тактика синтеза. Ретросинтетический анализ.	4	2		2
9	Контрольная работа: Тактика синтеза. Ретросинтетический анализ.	2			2
10	Органическая реакция и синтетический метод	4	2		2
11	Лабораторная работа 3. Органическая реакция и синтетический метод. Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 типа. Синтез этилацетата и бромистого этила	6		4	2
12	Реакция Гриньяра. Реактивы Гриньяра как основания и нуклеофилы в реакциях замещения и присоединения.	4	2		2
13	Тактические проблемы синтеза. Образование связи углерод-углерод. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы.	4	2		2
14	Лабораторная работа 4. Тактические проблемы синтеза. Образование связи углерод-углерод. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы. Синтез фенолфталеина	6		4	2
III. Взаимопревращения функциональных групп					
15	Взаимопревращения функциональных групп. Изогипсические и неизогипсические трансформации.	6	4		2
16	Лабораторная работа 5. Изогипсические и неизогипсические трансформации. Методы окисления- восстановления органических соединений. Синтез ацетона	6		4	2
17	Селективность органических реакций.	6	4		2
18	Управление селективностью органических реакций	6	4		2
19	Лабораторная работа 6. Селективность органических реакций. Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты	6		4	2
20	Элементоорганические соединения. Методы синтеза элементоорганических соединений.	4	2		2
21	Лабораторная работа 7. Элементоорганические соединения. Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	6		4	2

22	Лабораторная работа 8. Выделение, очистка и идентификация элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	6		4	2
23	Установление строения органических и элементоорганических соединений	2	2		
24	Лабораторная работа 9. Установление строения органических и элементоорганических соединений. ИК-спектр *м*-нитробензойной кислоты и *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	6		4	2
25	Экзамен	36			
26	Защита курсовой работы				
ИТОГО		**144**	**32**	**34**	**42**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Введение. Правила работы в лаборатории органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе. Цели, задачи и функции органического синтеза	ЛК	Лекция с ошибками	2
2	Стратегия синтеза. Основные понятия ретросинтетического анализа	ЛК	Лекция-дискуссия	2
3	Органическая реакция и синтетический метод	ЛК	Лекция с ошибками	2
4	Тактические проблемы синтеза. Образование связи углерод-углерод. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы.	ЛК	Лекция с ошибками	2
5	Элементоорганические соединения. Методы синтеза элементоорганических соединений.	ЛК	Лекция дискуссия	2
6	Лабораторная работа 6. Селективность органических реакций. Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты	ЛБ	Работа в малых группах	4
7	Лабораторная работа 8. Выделение, очистка и идентификация	ЛБ	Работа в малых группах	4

	элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы			
8	Лабораторная работа 9. Установление строения органических и элементоорганических соединений. ИК-спектр *м*-нитробензойной кислоты и *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	ЛБ	Тренинги	4
	ИТОГО			**22**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

I. ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. ПЛАНИРОВАНИЕ СИНТЕЗА

Введение. Правила работы в лаборатории органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе. Цели, задачи и функции органического синтеза

Краткий исторический обзор становления и развития органического синтеза. Предмет и задачи органического синтеза. Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ. Приборы для экстрагирования. Способы перегонки. Перегонка при атмосферном давлении. Перегонка с водяным паром, перегонка в вакууме. Очистка твердых веществ перекристаллизацией из воды и органических растворителей. Возгонка (сублимация).

Определение важнейших констант органических соединений: температура кипения, температура плавления, плотности жидкостей, показатели преломления.

Правила безопасной работы в химической лаборатории. Приборы и посуда в органическом синтезе.

Первая помощь при ожогах, отравлениях, порезах стеклом. Тушение местных загораний и горящей одежды.

Синтез практически полезных соединений. Природные аналоги.

Синтез как поиск. Синтез как инструмент исследования. Создание новых структур, проблемных для органической химии. Расширение круга известных органических соединений.

Планирование синтеза органических соединений.

Возможность протекания органической реакции. Термодинамическая и кинетическая допустимость синтетической реакции. «Синтетический метод» органической реакции.

Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ

Гетеролитические реакции. Органические ионы и факторы определяющие их стабильность. Электрофилы и нуклеофилы в реакциях образования углерод−углеродной связи.

Реакция Вюрца. Недостатки реакции и способы их устранения. Купратные реагенты.

Реакция Гриньяра. Реактивы Гриньяра как основания и нуклеофилы в реакциях замещения и присоединения.

Карбонильные соединения как электрофилы. Реактив Иоцича и реакция Фаворского. Синтез бутадиенового и натурального изопренового каучука.

Нуклеофильность и основность органических реагентов. Сильные ненуклеофильные основания – диизопропиламид лития (LDA).

II. СТРАТЕГИЯ СИНТЕЗА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ РЕТРОСИНТЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Стратегия синтеза. Основные понятия ретросинтетического анализа.

Основные понятия ретросинтетического анализа: целевая молекула, молекулярная сложность, трансформ, синтон, ретрон, дерево синтетических интермедиатов.

Типы трансформов: расчленение (D), сочленение (R), введение функциональной группы (FGA), замена одной функциональной группы на другую (FGI), перегруппировка (Rt).

Типы стратегий в ретросинтетическом анализе: стратегии базирующиеся на трансформах, стратегии базирующиеся на топологии, стратегии базирующиеся на функциональных группах.

Синтез линейный и конвергентный. Борьба с «арифметическим демоном». Применение линейной (Вильштеттер) и конвергентной (Робинсон) стратегий в синтезе тропинона. Реакция Манниха.

Домино-реакции в органическом синтезе. Синтез гормона прогестерона (Джонсон)

Ретросинтетический анализ ациклических целевых структур.

Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 типа. Синтез этилацетата и бромистого этила

Реакция Гриньяра. Реактивы Гриньяра как основания и нуклеофилы в реакциях замещения и присоединения.

Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы. Синтез фенолфталеина

Карбонильные соединения нуклеофилы. Конденсации – альдольная и кротоновая, сложноэфирная (Кляйзена), Дикмана, Дарзана, Генри, Реформатского, Перкина, Штоббе, Кневенагеля. Обеспечение селективности реакций конденсации. Правило Виттига. Практическое применение конденсаций. Синтез *β*-ионона, альдегида С-15, метилизобутилкетона, веронала, биосинтез D-глюкозы.

Синтез алкенового фрагмента целевой молекулы. Реакция Виттига. Обеспечение контроля стереоселективности реакции. Синтез витамина А.

Сопряженное присоединение нуклеофилов к *α,β*-непредельным карбонильным соединениям. Реакция Михаэля. Акцепторы Михаэля. аннелирование по Робинсону. Синтез бициклических ендионов.

Карбометаллирование алкинов по Норманну. Синтез феромона бабочки древоточца *cossus cossus*.

Реакция Гриньяра. Реактивы Гриньяра как основания и нуклеофилы в реакциях замещения и присоединения.

Тактика синтеза. Ретросинтетический анализ.

Тактические проблемы синтеза. Образование связи углерод-углерод. Селективность органических реакций.

Органическая реакция и синтетический метод. Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 типа. Синтез этилацетата и бромистого этила.

Взаимопревращения функциональных групп. Изогипсические и неизогипсические трансформации.

Классификация проблем селективности. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные реакции. Выбор подходящей реакции. Варьирование природы реагентов как способ управления селективностью реакции. Селективная активация альтернативных реакционных центров субстрата на примере ацетоуксусного эфира.

Защита функциональных групп как способ управления селективностью реакций. Защита карбонильной и спиртовой групп. Принципы «ортогональной стабильности» и «модулированной лабильности».

Управление селективностью органических реакций.

Селективность органических реакций. Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты

Специфика задач при синтезе циклических соединений. Обычные методы ациклической химии в построении циклических систем. Малые циклы производные циклопропана и циклобутана. Пяти- и шестичленные циклы. Циклы большого размера. Ротоксаны и катенаны. Работы Циглера и Педерсена. Синтез макроциклических полиэфиров дибензо-18-краун-6 и дибензо-14-краун-4.

Элементоорганические соединения. Методы синтеза элементоорганических соединений.

Элементоорганические соединения. Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы.

Выделение, очистка и идентификация элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы.

Циклоприсоединение – метод получения циклических структур. [4+2]-циклоприсоединение. Реакция Дильса-Альдера. Требования предъявляемые к диену и диенофилу. Синтез квадрициклана и адамантана.

[2+2]-циклоприсоединение. Синтез производных циклобутана. Синтез «бензола Дьюара».

[2+1]-циклоприсоединение. Синтез производных циклопропана. Карбены. Методы генерации карбенов. Циклопропанирование по Симмонсу-Смиту.

III. ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

Взаимопревращения функциональных групп. Понятие «функциональная группа». Уровни окисления углеродного центра. Классификация функциональных групп и их взаимопревращений.

Изогипсические трансформации. Синтетическая эквивалентность функциональных групп одного уровня окисления. Производные нулевого уровня окисления – алканы и металлоорганические соединения. Производные первого уровня окисления – спирты и алкилгалогениды. Реакции гидроборирования по Брауну. Производные второго уровня окисления – карбонильные соединения, гликоли, эпоксиды, диены, аллиловые спирты. Производные третьего уровня окисления – карбоновые кислоты, нитрилы, *α,β*-непредельные карбонильные соединения, пропаргиловые спирты, енины.

Методы окисления- восстановления органических соединений. Синтез ацетона

Неизогипсические трансформации как пути переходов между различными уровнями окисления. Окислительная конденсация ацетиленидов меди (реакция Глазера). Синтез антибиотика агробицина. Восстановление кетонов до пинаконов. Ацилоиновая конденсация.

Взаимопревращение функциональных групп как стратегический метод в полном синтезе. Синтез циклооктатетраена (Вильштеттер) и аскорбиновой кислоты из D-глюкозы.

Селективность циклообразования в комплексах переходных металлов. Синтез циклооктатетраена (Реппе). [2+2+1]-циклоприсоединение. Реакция Посона-Кханда. Синтез производных циклопентенона. [4+4] и [4+4+4]-циклоприсоединение.

Управление селективностью органических реакций.

Элементоорганические соединения. Методы синтеза элементоорганических соединений.

Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы

Методы выделения, очистки и идентификации органических и элементоорганических веществ.

Выделение, очистка и идентификация элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы.

Разделение и очистка твердых органических соединений. Перекристаллизация. Возгонка. Экстракция. Разделение жидких смесей и очистка жидкостей. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Колоночная хроматография.

Установление строения органических и элементоорганических соединений. ИК-спектр *м*-нитробензойной кислоты и *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы).

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Органический синтез». «Органический синтез» – дисциплина, который изучается на базе ранее полученных знаний по дисциплинам химического цикла, поэтому важно иметь об этой дисциплине целостное представление.

Специфика в изучении дисциплины «Органический синтез» состоит в том, что он включает в себя как теоретические материалы, так и является основой для изучения препаративной органической и элементоорганической химии.

При изучении дисциплины «Органический синтез» необходимо тщательно изучить общие вопросы и основные закономерности химии непереходных элементов, освоить терминологию, «вернуться» в другие разделы химии (физическая, неорганическая и органическая химия), повторить требуемые для изучения данной дисциплины законы, принципы и закономерности.

Затем приступаем к изучению отдельных разделов дисциплины, к изучению конкретных типов соединений, обращая особое внимание на способы синтеза и реакционную способность каждого класса органических соединений. Каждый способ получения определенных органических соединений имеет свои специфические особенности, и изменение условий проведения реакции ведет к снижению выхода продукта, скорости процесса, качества продукта и т.д.

Прежде, чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, необходимо изучить теоретический материал темы: номенклатуру для каждого класса органических соединений, способы их получения и основные реакции.

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярно обращаться к списку рекомендованной (основной и дополнительной) литературы.

В «Лабораторном практикуме» приводятся разработки обязательных для выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы выставляются циклами, все студенты выполняют различные работы. Лабораторные работы по «Органическому синтезу» отличаются от выполняемого ранее на занятиях по другим дисциплинам эксперимента тем, что в основе их работы лежит планирование синтеза, получение продукта, осуществляемого в одну или несколько стадий. Поэтому важнейшим условием является тщательная домашняя подготовка к выполняемой работе, соблюдение техники безопасности, внимательность при выполнении работы.

После изучения нескольких тем предлагается выполнить контрольную работу, включающую теоретические задания, расчетные задачи и задания по схемам органического синтеза. Каждое выполненное задание оценивается по 5-ти бальной шкале.

Тема считается освоенной, если вы дали не менее 50 % правильных полных ответов.

Рекомендации по подготовке к экзамену:

При подготовке к экзамену особое внимание следует обратить на следующие моменты:

1. Изучение любого класса органических соединений и их синтеза начинается с изучения их номенклатуры и свойств. Затем следует изучить особенности протекания химических реакций, лежащие в основе способов получения определенного класса органических соединений. Особое внимание следует обратить на изучение основных реакций, условий их протекания, энергетических профилей синтеза.
2. Студент должен знать способы перехода соединений из одного класса органических соединений в другие, условия их протекания, энергетические профили синтеза органических соединений. Для этого необходимо разбираться в способах введения в молекулу различных заместителей.

Рекомендации по работе с литературой:

При изучении дисциплины особое внимание следует обратить на рекомендуемые программой учебники и учебные пособия, методические разработки лабораторных занятий, а также на справочную литературу, приводимую в списках литературы.

Рекомендации по написанию курсовой работы

Курсовая работа – одна из обязательных форм учебно-исследовательской работы студента, выполняемая в пределах часов, отводимых на самостоятельное изучение дисциплины в соответствии с ФГОС ВО. Курсовая работа выполняется в соответствии с Положением о курсовой работе (проекте) в ФГБОУ ВО «БГПУ» представляет собой выполненную в письменном виде самостоятельную работу, раскрывающую теоретические и практические проблемы избранной темы. Она является важнейшей формой самостоятельной работы, в котором студенты в полной мере проявляют и развивают свои творческие способности, изучая определенную тему за рамками учебного материала.

Выполнение курсовой работы предполагает углубление и систематизацию полученных знаний в целом и по избранной теме в частности; выработку навыков сбора и обобщения практического материала, работы с первоисточниками; развитие умений применять полученные знания для решения конкретных научных и практических проблем, формулировать и аргументировать собственную позицию в их решении.

Организация выполнения курсовой работы

Выполнение курсовой работы складывается из следующих этапов: выбор темы, составление плана работы, подбор и изучение литературы, ее написание, представление работы научному руководителю, получение рецензии и устранение указанных недостатков. Тема выбирается студентом самостоятельно из рекомендованного перечня или любая другая по согласованию с научным руководителем. Избранная тема регистрируется в специальном журнале на кафедре. Нежелательна работа нескольких студентов над одной темой. В порядке исключения сходные темы закрепляются за несколькими студентами после предварительного согласования с научным руководителем.

В процессе подбора и изучения литературы следует применить поиск библиографических источников. Типичным недостатком при подготовке курсовых работ является использование автором “устаревшего” материала и незнакомство с новым.

Далее необходимо составить рабочий план курсовой работы, согласовав его с научным руководителем. Рабочий план как перечень вопросов, раскрывающих содержание темы, рекомендуется делать развернутым. План должен предусматривать, как правило, от 2 до 4 параграфов, названия и последовательность которых должны отражать логику исследования темы. При этом необходимо от общих вопросов переходить к более частным. По таким же правилам нужно структурировать содержание каждого параграфа. В процессе написания работы рабочий план может быть скорректирован.

Написание курсовой работы – это творческий и потому индивидуальный процесс. Однако в процессе написания работы необходимо соблюдать ряд требований к ее структуре и оформлению в соответствии с требованиями Нормоконтроля.

При работе с литературой рекомендуется находить проблемные ситуации, противоречивые взгляды. Различные позиции авторов желательно отразить в содержании работы, изложить аргументы в их критику и поддержку. После анализа точек зрения о дискуссионных вопросах рекомендуется изложить и собственную позицию.

Список использованной литературы является важнейшей частью курсовой работы, поскольку отражает проделанную работу и глубину исследования темы. В список должны быть включены только те источники, которые действительно использовались автором и на которые есть ссылки в тексте работы. Монографии, пособия, статьи, комментарии и т. д. перечисляются в алфавитном порядке.

После редактирования текста и окончательного оформления курсовая работа подписывается автором и представляется на кафедру для рецензирования. Она должна быть зарегистрирована в специальном журнале не позднее, чем за 30 дней до начала сессии.

Курсовая работа с рецензией научного руководителя возвращается автору. Если научный руководитель не допускает работу к защите, то ее необходимо переделать с учетом указанных недостатков и рекомендаций.

Защита курсовой работы

Защита курсовой работы производится индивидуально до сдачи экзаменационной сессии. Как правило, обучаемый защищает работу перед комиссией. При подготовке к защите студенту необходимо выполнить все указания, данные в рецензии, учесть замечания в тексте работы и предварительно ответить на заданные вопросы. На защите курсовой работы обучаемый должен кратко изложить основное содержание работы и ее результатов, быть готовым к собеседованию по отдельным моментам работы, к ответу на любые вопросы, как по данной теме, так и по всему курсу.

По результатам рецензии и защиты курсовой работы выставляется оценка. При неудовлетворительной оценке обучаемый обязан повторно выполнить работу по новой теме или переработать прежнюю. Повторная защита работ должна завершиться до начала сессии. Студенты, не сдавшие и не защитившие в срок курсовую работу, к сессии не допускаются.

Список рекомендуемых тем курсовых работ

1. Анализ продуктов алкилирования *трис*(2,4,6-триметоксифенил)сурьмы.
2. Анализ продуктов галогенирование *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы.

3. Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы и ее взаимодействие с серной кислотой.
4. Синтез и исследование термического поведения дитиокарбаматных соединений висмута (III) методом синхронного термического анализа.
5. Получение и анализ ИК-спектров дитиокарбаматно-хлоридных соединений висмута (III).
6. Анализ продуктов алкилирования *трис*(N,N-диметиламинофенил)сурьмы.
7. Анализ продуктов галогенирования *трис*(N,N-диметиламинофенил)сурьмы.
8. Синтез и характеристика продуктов алкилирования *трис*(N,N-диметиламинофенил)сурьмы методом ИК-спектроскопии.
9. Синтез и характеристика карбоксилатов трис(2,6-диметоксифенил)метилсурьмы методом ИК-спектроскопии.
10. Синтез и характеристика аренсульфонатов трис(2,6-диметоксифенил)метилсурьмы методом ИК-спектроскопии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение. Цели, задачи и функции органического синтеза. Планирование синтеза	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка отчета по лабораторной работе Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы. Подготовка к экзамену	8
2.	Стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Подготовка отчета по лабораторной работе Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы. Подготовка к экзамену	16
3.	Взаимопревращения функциональных групп	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Подготовка отчета по лабораторной работе Сбор материала для	18

		выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы. Подготовка к экзамену	
	ИТОГО		**42**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных работ

№ п/п	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
I	Введение. Цели, задачи и функции органического синтеза. Планирование синтеза	Правила работы в лаборатории органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе	2
		Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ. Определение температуры плавления *м*-нитробензойной кислоты	4
II	Стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ	Органическая реакция и синтетический метод. Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 типа. Синтез этилацетата и бромистого этила	4
		Тактические проблемы синтеза. Образование связи углерод-углерод. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы. Синтез фенолфталеина	4
III	Взаимопревращения функциональных групп	Изогипсические и неизогипсические трансформации. Методы окисления-восстановления органических соединений. Синтез ацетона	4
		Селективность органических реакций. Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты	4
		Элементоорганические соединения. Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	4
		Выделение, очистка и идентификация элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	4
		Установление строения органических и элементоорганических соединений. ИК-спектр *м*-нитробензойной кислоты и *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	4
	ИТОГО		**34**

Лабораторный практикум

№	Лабораторная работа	Практикум
1	Лабораторная работа 1. Правила работы в лаборатории	[1] стр. 172

	органического синтеза. Приборы и посуда в органическом синтезе	
2	Лабораторная работа 2. Методы выделения, очистки и идентификации органических веществ. Определение температуры плавления м-нитробензойной кислоты	[1] стр. 178
3	Лабораторная работа 3. Реакции нуклеофильного замещения S_N1 и S_N2 типа. Синтез этилацетата и бромистого этила	[1] стр. 173, 174
4	Лабораторная работа 4. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы. Синтез фенолфталеина	[1] стр. 189
5	Лабораторная работа 5. Реакции окисления и восстановления органических соединений. Синтез ацетона	[1] стр. 183
6	Лабораторная работа 6. Реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях. Синтез *м*-нитробензойной кислоты	[1] стр. 178
7	Лабораторная работа 7. Элементоорганические соединения. Синтез *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	[1] стр. 204
8	Лабораторная работа 8. Выделение, очистка и идентификация элементоорганических соединений. Перекристаллизация *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	[1] стр. 204
9	Лабораторная работа 9. Установление строения органических и элементоорганических соединений. ИК-спектр *м*-нитробензойной кислоты и *трис*(2,6-диметоксифенил)сурьмы	[1] стр. 211

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жидков, В.В. Органический синтез: учебное пособие/ В.В. Жидков, И.А. Трофимцова, И.В. Егорова. − Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2018. – 256 с.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две

			несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две

			несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ОПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;

			б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ПК-1	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-1	Устный ответ на лабораторном занятии	Низкий (неудовлетворительно)	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый (удовлетворительно)	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.

		Базовый (хорошо)	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий (отлично)	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
ПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами

		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-4	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами

		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ПК-4	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-4	Устный ответ на лабораторном занятии	Низкий (неудовлетворительно)	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый (удовлетворительно)	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый (хорошо)	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.

		Высокий (отлично)	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен, защита курсовой работы.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Анализ результатов курсовой работы проводится по следующим критериям:

1. Навыки самостоятельной работы с материалами исследования.
2. Умение правильно применять методы исследования.
3. Умение грамотно интерпретировать полученные результаты.
4. Способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.
5. Умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы.
6. Умение оформить итоговый отчет в соответствии со стандартными требованиями.
7. Умение работать с литературой, использовать первоисточники.

Пункты с 1 по 7 дают до 50% вклада в итоговую оценку студента.

8. Умение защищать результаты своей работы, грамотное построение речи, использование при выступлении специальных терминов.
9. Способность кратко и наглядно изложить результаты работы.

Пункты 7, 8 дают до 35% вклада в итоговую оценку студента.

10. Уровень самостоятельности, творческой активности и оригинальности при выполнении работы.
11. Выступления на конференциях и подготовка к публикации тезисов для печати по итогам работы.

Пункты 8 – 11 дают до 15 % вклада в итоговую оценку студента.

Оценка 5 (отлично) ставится, если:

- студент в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовую работу;
- тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами;
- при защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения;
- отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Оценка 4 (хорошо) ставится, если:

- студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен;
- тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер**;**
- практические материалы обработаны не полностью.

Оценка 3 (удовлетворительно) ставится, если:

- студенту, который допускал просчеты и ошибки в работе;
- не полностью раскрыл заявленную тему;
- делал поверхностные выводы
- слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками.

Оценка 2 (неудовлетворительно) ставится, если:

- студент не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований;
- не раскрыл заявленную тему;
- не выполнил практической части работы.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСТНОГО ОТВЕТА НА ЭКЗАМЕНЕ

Оценка «5» (отлично) ставится, если студент:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

1. ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:
2. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
3. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
4. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Исторический обзор становления и развития органического синтеза. Синтез красителей и лекарственных препаратов.

2. Предмет органического синтеза.

3. Цели и тенденции развития органического синтеза. Синтез практически полезных соединений и природных аналогов.

4. Цели органического синтеза. Синтез как инструмент исследования, создание новых структур, проблемных для органической химии, расширение круга известных соединений.

5. Термодинамическая и кинетическая допустимость синтетической реакции.

6. Гетеролитические реакции. Органические ионы и факторы, определяющие их стабильность.

7. Электрофилы и нуклеофилы в реакциях образования углерод–углеродной связи.

8. Алкилирование и ацилирование ароматических углеводородов по Фриделю – Крафтсу. Механизм реакции. Ограничения метода. Синтез фенола кумольным способом.

9. Реакция Гриньяра. Равновесие Шленка. Основные и нуклеофильные свойства реактивов Гриньяра в синтетических реакциях.

10. Нуклеофильные реагенты применяемые в реакциях сборки углерод – углеродной связи. Нуклеофильность и основность. Применение сильных ненуклеофильных оснований – диизопропиламид лития (LDA) в практике органического синтеза.

11. Синтетическая значимость сочетания по Вюрцу в реакциях сборки углерод – углеродной связи. Недостатки реакции и методы их устранения.

12. Карбонильные соединения как электрофилы в реакциях сборки углерод – углеродной связи. Синтез ацетиленовых спиртов (реакция Фаворского).

13. Реакции присоединения-фрагментации I типа. Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Синтез ацетоуксусного эфира.

14. Енолизация карбонильных соединений. Факторы, обуславливающие стабильность енолов. Альдольная и кротоновая конденсации.

15. Обеспечение процесса селективности альдольной конденсации. Правило Виттига. Реакция Перкина. Синтез производных коричной кислоты.

16. Синтез эфиров β-оксикарбоновых кислот взаимодействием карбонильных соединений с эфирами α-галогенкарбоновых кислот под действием металлического цинка (реакция Реформатского).

17. Конденсация Кневенагеля. Соединения с активированной метиленовой группой. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров.

18. Внутримолекулярная сложноэфирная конденсация (реакция Дикмана). Синтез циклических кетонов.

19. Применение реакции альдольной конденсации. Промышленный синтез метилизобутилкетона и β-ионона.

20. Присоединение илидов фосфора по карбонильной группе альдегидов и кетонов (реакция Виттига), как способ сборки двойной углерод – углеродной связи. Стабилизация илидов фосфора. Синтез витамина А.

21. Сопряженное присоединение к α,β-непредельным карбонильным соединениям. 1,2- и 1,4-присоединение (реакция Михаэля) нуклеофилов к α,β-непредельным карбонильным соединениям. Факторы, обуславливающие обеспечение региоселективности процесса.

22. Внутримолекулярная циклизация 1,5-дикарбонильных соединений (аннелирование по Робинсону).

23. Карбометаллирование алкинов по Норману - метод синтеза алкеновых производных. Стереоселективность реакции. Синтез 1,2-дизамещенных алкенов. Реактив Иоцича.

24. Ретросинтетический анализ ациклических целевых структур.

25. Понятие «функциональная группа», уровни окисления углеродного центра.

26. Классификация функциональных групп и их взаимопревращений. Изогипсические и неизогипсические трансформации функциональных групп.

27. Изогипсические трансформации производных первого уровня окисления. Галогенпроизводные, спирты и алкены. Реакция гидроборирования (Браун) как способ селективного получения аМ-аддуктов. Механизм реакции.

28. Изогипсические трансформации производных второго уровня окисления. Алкины, эпоксиды, 1,2-дизамещенные и аллильные производные. Реакция присоединения-фрагментации 2-го типа (реакция Дарзана). Синтез альдегида С-15. Синтез и применение аллиловых спиртов.

29. Изогипсические трансформации производных третьего уровня окисления. Карбоновые кислоты, галогенангидриды, нитрилы, пропаргилловые спирты, енины. Реакции ацилирования нуклеофилов галогенангидридами. Синтез и применение енинов.

30. Неизогипсические конструктивные реакции: реакция Глазера, синтез пинаконов, ацилоиновая конденсация.

31. Неизогипсические восстановительные трансформации как пути перехода от производных с большим уровнем окисления к производным с меньшим уровнем окисления. Восстановительные реагенты, применяемые в органическом синтезе. Реакции восстановления по Берчу, Кижнеру-Вольфу, Клемменсену.

32. Неизогипсические окислительные трансформации как пути перехода от производных с меньшим уровнем окисления к производным с большим уровнем окисления. Окислительные реагенты, применяемые в органическом синтезе. Реакция Пфицнера-Моффэтта.

33. Окислительно-восстановительные реакции спиртов и карбонильных соединений. Окисление вторичных спиртов (реакция Оппенауэра), восстановление карбонильных соединений (реакция Меервейна-Понндорфа-Верлея). Обратимость процесса.

34. Окислительно-восстановительное диспропорционирование альдегидов: ароматических (реакция Канниццаро) и алифатических (реакция Тищенко).

35. Взаимопревращения функциональных групп как стратегический метод в полном синтезе. Промышленный синтез аскорбиновой кислоты.

36. Селективность органических реакций. Классификация проблем селективности.

37. Выбор подходящей реакции как путь обеспечения селективности превращения субстрата.

38. Варьирование природы реагентов как способ управления селективностью реакции.

39. Селективная активация альтернативных реакционных центров субстрата как способ управления селективностью реакции.

40. Защита функциональных групп как способ управления селективностью реакции. Защитные группы. Защита карбонильной и спиртовой групп. Принцип ортогональной стабильности и модулированной лабильности.

41. Специфика задач при синтезе циклических соединений. Условия, обеспечивающие селективность внутримолекулярной циклизации.

42. Синтез малых циклов, производных циклопропана и циклобутана с помощью обычных методов ациклической химии. [2+1] и [2+2] циклоприсоединение. Карбены. Циклопропанирование по Симмонсу-Смиту. Синтез бензола Дьюара.

43. Синтез пяти- и шестичленных циклов. Обычные методы ациклической химии и [4+2] циклоприсоединение (реакция Дильса-Альдера). Требования предъявляемые к диену и диенофилу. Синтез квадрициклана и адамантана.

44. Циклы большого размера. Работы Циглера и Педерсена. Синтез краун-эфиров. [4+4] и [4+4+4] циклоприсоединение диеновых углеводородов катализируемое комплексами переходных металлов.

45. Селективность циклообразования в комплексах переходных металлов. Синтез циклооктатетраена (Реппе). [2+2+2] и [2+2+1] циклоприсоединение. Реакция Посона-Кханда как метод получения производных циклопентенона.

46. Основные понятия ретросинтетического анализа (молекулярная сложность, целевая молекула (TM), трансформ (Tf), дерево синтеза). Типы трансформов.

47. Синтонный подход как инструмент в разработке путей синтеза. «Виртуальные» и изоструктурные синтоны.

48. Типы стратегий в ретросинтетическом анализе. Стратегии, базирующиеся на трансформах. Понятие о ретронах. Полные и частичные ретроны. Стратегии, базирующиеся на

топологии. Стратегические связи в целевой молекуле. Стратегии, базирующиеся на функциональных группах.

49. Синтез линейный и конвергентный. Применение линейной (Вильштеттер) и конвергентной (Робинсон) стратегии в синтезе тропинона. Конденсация Манниха, как метод построения β-аминокарбонильного фрагмента целевой молекулы. Борьба с «арифметическим демоном».

50. «Домино-реакции» в органическом синтезе. Синтез гормона прогестерона по Джонсону.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

6.3.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Тест 1. по дисциплине
«ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. При проведении реакции с участием литийорганического реагента необходимо добавить второй электрофильный компонент. Какой способ введения обеспечит лучший контроль за тепловыделением и селективностью?

1) Добавить весь сразу при комнатной температуре.
2) Растворить в минимальном объеме и добавить по каплям из капельной воронки при охлаждении.
3) Добавить в твердом виде.
4) Не добавлять вообще.
Ответ: 2

2. В ходе планирования синтеза по методу ретросинтетического анализа химик определил ключевой синтон как «анион ацетона». Какой реальный реагент (эквид) наиболее точно соответствует этому синтону для реакции образования связи C−C?

1) Ацетонитрил.
2) Ацетон в присутствии основания (енолят).
3) Уксусная кислота.
4) Ацетилхлорид.
Ответ: 2

3. В ретросинтетическом анализе химик определил, что ключевой связью для расщепления является связь между α- и β-углеродными атомами по отношению к карбонильной группе. Какая классическая реакция, скорее всего, будет использована в прямом синтезе?

1) Реакция альдольного присоединения/конденсации.
2) Реакция Виттига.
3) Реакция этерификации.
4) Реакция Гриньяра.
Ответ: 1

4. В ретросинтетическом анализе целевой молекулы с вицинальными диольными группами была определена ключевая трансформация − расщепление связи между двумя гидроксилированными атомами углерода. Какой реагент/реакция, скорее всего, будет использована в прямом синтезе для образования этой связи?

1) Окисление по Вагнеру.
2) Реакция циклоприсоединения.
3) Син-дигидроксилирование алкена (например, OsO_4).
4) Реакция альдольного присоединения.
Ответ: 3

5. Для управления региоселективностью электрофильного присоединения к несимметричному алкену (например, к пропену) можно использовать следующие тактические приемы: (Выберите 3)

1) Выбор электрофила, следующего правилу Марковникова (HBr).
2) Использование механизма свободно-радикального присоединения HBr в присутствии пероксидов (эффект Хараша).
3) Проведение реакции гидроборирования-окисления.
4) Повышение температуры до 200 °C.
5) Использование в качестве растворителя исключительно воду.
Ответ: 1, 2, 3

6. Какие условия должны быть неукоснительно соблюдены для успеха стадий с реактивом Гриньяра? (Выберите 3)

1) Абсолютно безводные растворители (например, эфир, ТГФ).
2) Инертная атмосфера (азот, аргон).
3) Высокая концентрация реагентов.
4) Присутствие следов влаги для инициации реакции.
5) Исключение кислот и спиртов из реакционной среды до завершения основной реакции.
Ответ: 1, 2, 5

7. В стратегию синтеза природного алкалоида ключевой стадией является внутримолекулярная реакция Дильса-Альдера. Какие структурные особенности в синтезируемом предшественнике необходимы? (Выберите 3)

1) Наличие диеновой системы (сопряженный диен).
2) Наличие диенофила (активированной двойной или тройной связи, часто с электроноакцепторными группами).
3) Обе фрагмента должны быть пространственно сближены в молекуле.
4) Наличие карбоксильной группы.
Ответ: 1, 2, 3

8. Установите соответствие между тактической проблемой синтеза и методом её решения:

1. Нужно провести восстановление двойной связи C=C в присутствии нитрогруппы ($-NO_2$) : А) Использование хемоселективного катализатора (например, палладий на угле) для гидрирования алкена.
2. Нужно алкилировать енолят по кислороду, а не по углероду : Б) Использование силилирующего агента (например, Me_3SiCl) для получения силилового енолэфира с последующим электрофильным attack.

3. Нужно получить метиловый эфир из карбоновой кислоты, не затрагивая чувствительную бромозамещенную боковую цепь : В) Использование диазометана (CH_2N_2) как мягкого метилирующего агента.

9. Установите соответствие между целью тактического приема и его названием:

1. Временное повышение нуклеофильности карбонильного соединения : А) Образование енамина.
2. Временное снижение нуклеофильности аминогруппы : Б) Образование имина или соли.
3. Изменение направления атаки енолата с кислорода на углерод : В) О (а не С) ацилирование.

10. Установите соответствие между описанием синтеза и его стратегией:

1. Сначала синтезируется левое полушарие молекулы (10 стадий), затем правое (12 стадий), затем они соединяются (еще 5 стадий) : А) Полуконвергентный или биконвергентный синтез.
2. Синтез идет от простого предшественника А к В (5 стадий), затем к С (5 стадий), затем к D (5 стадий), всего 15 стадий : Б) Линейный синтез.
3. Молекула расщепляется на три примерно равных блока, которые синтезируются параллельно (по 5 стадий каждый), затем последовательно соединяются (еще 2 стадии) : В) Конвергентный синтез.

11. Установите логическую последовательность действий при планировании синтеза с использованием ретросинтетического анализа:

1) Определение ключевой трансформации для образования наиболее сложной связи.
2) Мысленное расщепление целевой молекулы (ТМ) на более простые синтоны.
3) Сопоставление синтонов с коммерчески доступными или легко синтезируемыми реагентами (эквивалентами).
4) Построение прямой синтетической схемы от исходных реагентов к ТМ.
5) Оценка совместимости функциональных групп и селективности на каждом этапе.

12. После проведения реакции Гриньяра с последующим гидролизом установите последовательность операций выделения и характеристики третичного спирта:

1) Обработка реакционной смеси насыщенным раствором NH_4Cl для разрушения комплекса и протонирования алкоксида.
2) Экстракция продукта органическим растворителем (эфиром).
3) Сушка органического экстракта безводным сульфатом натрия.
4) Удаление растворителя на роторном испарителе и анализ ТСХ/ИК-спектра сырца.
5) Очистка сырого продукта (перекристаллизация или хроматография).

13. Установите последовательность действий при возникновении пожара в химической лаборатории (горение легколетучего растворителя в стакане):

1) Немедленно отключить нагрев и убрать рядом стоящие горючие материалы.
2) Накрыть очаг плотной тканью (противопожарное полотно) или использовать углекислотный огнетушитель.
3) Сообщить о происшествии ответственному лицу и коллегам.
4) Эвакуироваться, если пожар вышел из-под контроля.

14. Сформулируйте заключение по результатам следующего наблюдения: после завершения синтеза и стандартной работы смеси ТСХ показала одно четкое пятно продукта, однако

измеренная температура плавления оказалась на 10 °С ниже литературной и имела широкий интервал.

Ответ: Продукт синтезирован, но недостаточно чист. Необходима дополнительная очистка (перекристаллизация, хроматография).

15. Исходя из стратегии конвергентного синтеза, сформулируйте его ключевое преимущество перед линейным синтезом для получения сложной молекулы.

Ответ: Повышение общего выхода продукта, так как неудачи на поздних стадиях не приводят к потере всей ранее проделанной работы над независимым фрагментом.

6.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ОПК-2. Способен проводить с	• ОПК-2.1 Работает с химическими

соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	веществами с соблюдением норм техники безопасности. • ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. • ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. • ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

Тест 2. по дисциплине
«ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Основная функция обратного (восходящего) холодильника при проведении синтеза − это:

1) Нагревание реакционной смеси до строго определенной температуры.
2) Конденсация паров летучих компонентов и возвращение их в реакционный сосуд.
3) Фильтрация твердых продуктов.
4) Создание инертной атмосферы.
Ответ: 2

2. При работе с металлическим натрием или калием для осушения растворителей необходимо помнить, что:

1) Их можно хранить под слоем керосина или минерального масла.
2) Отработанные остатки можно выбросить в раковину с большим количеством воды.
3) Их можно резать на обычной деревянной доске.
4) Они не реагируют с воздухом.
Ответ: 1

3. Для безопасного тушения небольшого пожара, вызванного воспламенением легколетучего органического растворителя (например, эфира) НЕЛЬЗЯ использовать:

1) Углекислотный (CO_2) огнетушитель.
2) Порошковый огнетушитель.
3) Плотную ткань (кошму, противопожарное полотно).
4) Воду из лабораторного крана.
Ответ: 4

4. При случайном розливе небольшого количества ртути в лаборатории необходимо:

1) Собрать капли пипеткой или грушей, остатки засыпать серным цветом.
2) Вытереть тряпкой и проветрить помещение.
3) Залить водой и нейтрализовать кислотой.
4) Проигнорировать, так как пары ртути не опасны.
Ответ: 1

5. Для успешного проведения синтеза по стандартной методике, включающей реакцию Гриньяра, необходимо заранее подготовить: (Выберите 3 верных)

1) Абсолютно сухие растворители (эфир, ТГФ), полученные перегонкой над натриевой стружкой/бензофеноном.
2) Систему для работы под инертной атмосферой (азотный шланг, масляные затворы).
3) Бюретку для точного титрования.
4) Реакционный сосуд (чаще трехгорлую колбу), оснащенный мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой.
5) Электронно-весовые весы с точностью до 0.1 г.
Ответ: 1, 2, 4

6. Какие стандартные операции являются обязательными на стадии выделения и очистки твердого органического продукта после реакции? (Выберите 3 верных)

1) Перекристаллизация из подходящего растворителя.
2) Аналитическое титрование.
3) Фильтрация под вакуумом (на воронке Бюхнера).
4) Сушка в эксикаторе или вакуум-сушильном шкафу.
5) Дистилляция с водяным паром.
Ответ: 1, 3, 4

7. Какие меры безопасности обязательны при проведении перегонки легковоспламеняющихся органических растворителей (эфир, пентан)? (Выберите 3 верных)

1) Использование электрической грелки или масляной бани вместо открытого огня.
2) Проверка герметичности соединений аппарата перед началом нагрева.
3) Работа в вытяжном шкафу.
4) Приемник должен быть охлажден (ледяная баня) и соединен с атмосферой через хлоркальциевую трубку.
5) Оставлять процесс без присмотра для экономии времени.
Ответ: 1, 2, 3

8. Установите соответствие между тактической проблемой синтеза и стандартным методом/приемом ее решения в лаборатории:

1. Необходимо провести реакцию при строго контролируемой низкой температуре (−78 °C) : А) Использование охлаждающей бани из смеси сухого льда с ацетоном или изо-пропанолом.
2. Необходимо удалить кислые пары (HCl, HBr), выделяющиеся в ходе реакции : Б) Установка газоотводной трубки в пробку обратного холодильника с выводом в склянку с щелочью или в тягу.
3. Необходимо следить за ходом реакции, не отбирая пробы : В) Отбор проб через резиновую мембрану шприцем или использование in situ методов (ATR-ИК, УФ-спектроскопия кюветы в реакторе).

9. Установите соответствие между наблюдаемой проблемой при синтезе и наиболее вероятной технической ошибкой:

1. Выход продукта ничтожно мал, хотя по ТСХ реакция прошла : А) Потери продукта на многочисленных стадиях выделения (экстракция, промывание, перенос).
2. При перегонке кипение происходит «рывками», смесь пенится : Б) Попадание в смесь мыльных растворов (ПАВ) или неполное удаление пероксидов из эфира.
3. При фильтровании под вакуумом фильтр порвался : В) Неаккуратное размешивание стеклянной палочкой или слишком большой осадок на тонкой бумаге.

10. Установите соответствие между методом очистки и типом вещества, для которого он преимущественно применяется:

1. Перегонка (простая, фракционная, вакуумная) : А) Жидкости, в том числе с близкими температурами кипения.
2. Возгонка (сублимация) : Б) Твердые вещества, способные переходить в пар, минуя жидкую фазу.
3. Колоночная хроматография : В) Твердые и жидкие вещества, которые трудно очистить кристаллизацией или перегонкой.

11. Установите правильную последовательность действий при сборке аппарата для проведения реакции с обратным холодильником и капельной воронкой:

А) Нанести на шлифы смазку (вазелин, апьбон), собрать прибор.
Б) Закрепить прибор в лапках штатива, убедившись, что все соединения надежны.
В) Установить круглодонную колбу на магнитную мешалку с нагревом.
Г) Проверить герметичность соединений, продуть прибор инертным газом.

12. Установите последовательность стадий при проведении синтеза по готовой методике:

А) Внимательное изучение методики, расчет количеств реагентов, подготовка оборудования.
Б) Проведение реакции в соответствии с описанными условиями (температура, время, атмосфера).
В) Выделение и очистка целевого продукта.
Г) Идентификация продукта (ТСХ, определение т. пл./кип., спектры).
Д) Анализ результатов, расчет выхода.

13. Установите последовательность операций при проведении реакции, требующей добавления жидкого реагента по каплям при охлаждении:

А) Подготовить реакционную смесь в круглодонной колбе, снабженной мешалкой и термометром.
Б) Налить реагент в капельную воронку и установить ее на колбу.
В) Охладить реакционную колбу в соответствующей бане (лед, лед + соль, сухой лед + ацетон).
Г) Начать медленное добавление реагента, регулируя скорость краником.
Д) Контролировать температуру по термометру, не допуская ее превышения.

14. Как называется стандартная операция, при которой органический слой после экстракции пропускают через слой твердого осушителя (Na_2SO_4, $MgSO_4$) для удаления следов воды?

Ответ: Сушка органического раствора (или просушка экстракта).

15. При определении температуры плавления синтезированного вещества она оказалась ниже и с более широким интервалом, чем литературные данные. О чем это свидетельствует? Какая стандартная операция требуется?

Ответ: Недостаточно чистый продукт.

6.3.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за

			выполнение задания / характеристика правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов	ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

Тест 3. по дисциплине
«ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Основная цель ретросинтетического анализа:

1) Рассчитать выход продукта.

2) Разработать стратегию синтеза, разбивая целевую молекулу на доступные прекурсоры.
3) Определить температуру проведения реакции.
4) Установить механизм каждой стадии синтеза.
Ответ: 2

2. Трансформация нитрогруппы ($-NO_2$) в аминогруппу ($-NH_2$) является примером:

1) Изогипсической трансформации.
2) Неизогипсической трансформации (изменение степени окисления углерода).
3) Реакции образования связи С−С.
4) Реакции окисления.
Ответ: 2

3. Основная «тактическая проблема» при работе с реактивами Гриньяра:

1) Их нерастворимость в эфирах.
2) Их низкая реакционная способность.
3) Их высокая чувствительность к влаге и протонных растворителей.
4) Их устойчивость на воздухе.
Ответ: 3

4. Метод разделения, основанный на различной скорости движения компонентов смеси через сорбент, называется:

1) Перегонка.
2) Экстракция.
3) Хроматография.
4) Фильтрование.
Ответ: 3

5. При работе в лаборатории органического синтеза обязательными правилами техники безопасности являются: (Выберите 3 варианта)

1) Работать в халате и защитных очках.
2) Пробовать вещества на вкус для идентификации.
3) Знать расположение средств пожаротушения и противопожарного оборудования.
4) Не оставлять без присмотра работающие нагревательные приборы и реакционные установки.
5) Выливать все органические отходы в общую канализацию.
Ответ: 1, 3, 4

6. Какие из перечисленных реакций относятся к методам образования связи углерод-углерод? (Выберите 2 варианта)

1) Реакция этерификации.
2) Реакция альдольной конденсации.
3) Нейтрализация кислоты щелочью.
4) Реакция Вюрца.
5) Гидролиз сложного эфира.
Ответ: 2, 4

7. Какие факторы позволяют управлять хемоселективностью? (Выберите 3 варианта)

1) Защита менее реакционноспособной функциональной группы.
2) Изменение освещенности в лаборатории.
3) Использование селективных реагентов.
4) Подбор условий реакции (температура, катализатор).
Ответ: 1, 3, 4

8. Установите соответствие между термином и определением в контексте синтеза:

1. Конвергентный синтез : А. Синтез, в котором отдельные фрагменты собираются параллельно, а затем соединяются.
2. Линейный синтез : Б. Последовательное проведение реакций, где продукт одной стадии является субстратом для следующей.
3. Ключевая стадия : В. Наиболее сложная и критическая стадия, определяющая успех всего. синтеза.
4. Циклизация : Г. Синтез, на последней стадии которого образуется циклическое соединение.

9. Установите соответствие между понятием и его описанием в стратегии синтеза:
1. Синтон : А. Воображаемая структурная единица, на которую расщепляется молекула в ретросинтетическом анализе.
2. Эквивалент синтона : Б. Реальное химическое соединение, соответствующее синтону.
3. Синтетическая операция : В. Реакция, используемая для создания целевой связи.

10. Установите соответствие между типом селективности и его определением:

1. Хемоселективность : А. Предпочтительное протекание реакции в одном направлении из нескольких возможных для данной функциональной группы.
2. Региоселективность : Б. Реакция одного функционального класса в присутствии других.
3. Стереоселективность : В. Предпочтительное образование одного стереоизомера.

11. Установите последовательность этапов планирования многостадийного синтеза:

А) Ретросинтетический анализ целевой молекулы.
Б) Определение доступных исходных реагентов.
В) Выбор и оптимизация конкретных методов и условий для каждой стадии.
Г) Выделение, очистка и идентификация целевого продукта.

12. Установите последовательность операций при сборке прибора для простой перегонки:

А) Дистилляционная колба с насадкой Вюрца.
Б) Термометр.
В) Холодильник (Либиха).
Г) Переходник (алонж).
Д) Колба-приемник.

13. Расположите стадии ретросинтетического анализа на примере простой молекулы:

А) Идентификация целевой молекулы.
Б) Поиск стратегических связей для разрыва (дисс connection).
В) Определение доступных прекурсоров (синтонов/их эквивалентов).
Г) Формулирование прямого синтетического пути.

14. Как называется селективность, при которой реакция протекает с преимущественным образованием одного из нескольких возможных структурных изомеров?

Ответ: Региоселективность.

15. Какой общий принцип лежит в основе большинства методов выделения органических соединений из реакционной смеси?

Ответ: Различие в физико-химических свойствах (растворимость, летучесть, кислотно-основные свойства) между целевым продуктом и примесями.

6.3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ПК-2. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач	• ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	• ПК-2.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР • ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

Тест 4. по дисциплине
«ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. При планировании стадии выделения продукта из реакционной смеси, содержащей полярное органическое соединение и водный раствор, основным методом будет:

1) Простая перегонка
2) Экстракция подходящим органическим растворителем
3) Возгонка
4) Хроматография в тонком слое
Ответ: 2

2. Первым и обязательным этапом в интерпретации результатов синтеза после получения нового соединения является:

1) Определение коммерческой стоимости
2) Написание научной статьи
3) Оценка чистоты и предварительная идентификация (ТСХ, т.пл.)
4) Подача патентной заявки
Ответ: 3

3. Если поставлена задача масштабировать лабораторный синтез с граммового на десятки граммов, при планировании этапа необходимо в первую очередь пересмотреть:

1) Цвет продукта
2) Название соединения
3) Безопасность и эффективность методов выделения/очистки (теплоотвод, экстракция, хроматография)
4) Автора первой публикации по реакции
Ответ: 3

4. При проверке гипотезы о механизме реакции можно использовать метод, позволяющий зафиксировать образование неустойчивого интермедиата:

1) Титрование
2) in-situ ИК- или ЯМР-спектроскопия
3) Определение плотности
4) Рефрактометрия
Ответ: 2

5. При планировании отдельной стадии синтеза (в рамках общего плана), специалист должен предусмотреть: (Выберите 3 варианта)

1) Выбор подходящего оборудования и посуды (например, для работы с влагочувствительными реагентами)
2) Глобальную стратегию всего синтеза с нуля
3) Методы мониторинга хода реакции (ТСХ, ГЖХ)
4) Стратегию выделения и очистки целевого продукта этой конкретной стадии
5) Биографии лауреатов Нобелевской премии по химии
Ответ: 1, 3, 4

6. Если в ходе реакции Гриньяра не наблюдается ожидаемого кипения эфира (признак инициирования), в рамках поставленной задачи можно предпринять: (Выберите 2 варианта)

1) Вылить реакционную смесь в раковину и начать заново
2) Аккуратно добавить кристаллик иода или небольшое количество этилбромида для инициирования
3) Осторожно прогреть колбу теплой водой или добавить заранее приготовленную порцию реактива Гриньяра
4) Сильно встряхнуть колбу открытой
Ответ: 2, 3

7. Для управления региоселективностью при алкилировании енолята несимметричного кетона на практике можно использовать: (Выберите 2 варианта)

1) Случайный выбор реагента
2) Получение кинетически контролируемого енолята с помощью сильного объемного основания (например, LDA)
3) Использование защитной группы для направления алкилирования
4) Проведение реакции при самой высокой возможной температуре
Ответ: 2, 3

8. Установите соответствие между типом селективности и основным тактическим приемом для ее управления:

1. Хемоселективность : А. Использование защитных групп
2. Региоселективность : Б. Применение объемных реагентов или координационных катализаторов
3. Стереоселективность : В. Использование хиральных катализаторов или вспомогательных веществ

9. Установите соответствие между задачей в ретросинтетическом анализе и используемым концептуальным подходом:

1. Упрощение каркаса молекулы : А. Стратегические разрывы связей C-C (дисс connection)
2. Преобразование одной ФГ в другую : Б. Функционально-групповые межпревращения (FGI)
3. Добавление элементов симметрии для упрощения : В. Распознавание симметричных субъединиц

10. Установите соответствие между ситуацией при планировании и типом используемого технического средства:

1. Необходимость поддерживать точную температуру −78 °C : А. Криостат или охлаждающая баня с сухим льдом/ацетоном

2. Проведение реакции под давлением водорода : Б. Автоклав или аппарат для гидрирования (например, Парра)
3. Удаление высококипящего растворителя : В. Ротационный испаритель

11. Установите последовательность операций при планировании отдельного этапа НИР (после получения общего плана синтеза):

А) Изучение литературных данных по аналогичным превращениям
Б) Подбор конкретных условий (растворитель, температура, мольные соотношения)
В) Составление списка необходимых реагентов, растворителей и оборудования
Г) Разработка протокола выделения и очистки целевого интермедиата

12. Установите последовательность этапов выполнения синтеза, если продукт должен быть получен в виде твердого вещества:

А) Удаление летучего растворителя на роторном испарителе до малого объема Б) Осаждение продукта (добавление антирастворителя)
В) Фильтрация (например, через складчатый фильтр или под вакуумом)
Г) Промывка осадка и сушка

13. Установите логическую последовательность действий при неудачной попытке реакции (продукт не образовался):

А) Проверить чистоту и активность реагентов (свежесть, срок годности)
Б) Пересмотреть выбранные условия (достаточна ли температура, правильно ли подобран растворитель?)
В) Проанализировать реакционную смесь на наличие исходных веществ и возможных побочных продуктов
Г) Внести коррективы в протокол на основе анализа и повторить эксперимент

14. Как называется способ увеличения выхода целевого продукта в равновесной реакции, основанный на удалении одного из продуктов из зоны реакции (например, отгонкой или осаждением)?
Ответ: Смещение равновесия (по принципу Ле Шателье).

15. Как называется основная единица планирования в ретросинтетическом анализе – воображаемый фрагмент, полученный при разрыве связи и указывающий на необходимые синтетические эквиваленты?
Ответ: Синтон.

6.3.5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-4

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 –	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

4)			
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-4. Способен решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний	ПК-4.1. Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик синтеза и характеризации функционального материала (вещества). ПК-4.2. Осуществляет подбор веществ и выбор оптимальных условий для синтеза функционального материала (вещества). ПК-4.3. Проводит характеризацию полученного функционального материала (вещества) физико-химическими методами с использованием типового научного оборудования.

Тест 5. по дисциплине
«ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Основной задачей поиска и систематизации информации перед синтезом нового функционального материала на основе органического соединения является:

1) Определение его цвета.
2) **Выявление оптимальных методов синтеза, путей очистки и данных для сравнения при характеризации.**
3) Уточнение его запаха.

4) Расчет его рыночной стоимости.
Ответ: 2

2. При подборе оптимальных условий для реакции, катализируемой кислотами, в рамках технологической задачи логично начать варьирование с:

1) Цвета колбы.
2) **Природы и количества кислотного катализатора, температуры.**
3) Громкости помешивания.
4) Освещения.
Ответ: 2

3. Ключевой функцией химического синтеза в контексте создания функциональных материалов является:

1) Минимизация количества отходов.
2) Исключительное изучение природных соединений.
3) **Целенаправленное получение вещества с заданными физико-химическими свойствами.**
4) Создание веществ только с приятным запахом.
Ответ: 3

4. Для **подбора условий региоселективного алкилирования енолята несимметричного кетона в рамках поставленной технологической задачи следует в первую очередь варьировать:**

1) Освещенность лаборатории.
2) Цвет реактивов.
3) **Природу основания (стерический объем, температуру образования енолята).**
4) Материал магнитной мешалки.
Ответ: 3

5. При поиске информации для выбора методики синтеза целевого гетероциклического соединения необходимо систематизировать данные о: (Выберите 3 варианта)

1) **Ключевых трансформациях (реакциях циклизации).**
2) **Типичных выходах и условиях проведения аналогичных синтезов.**
3) Имени первооткрывателя.
4) **Методах выделения и очистки целевых продуктов.**
5) Политических взглядах авторов статей.
Ответ: 1, 2, 4

6. При выборе оптимальной методики синтеза сложного эфира из карбоновой кислоты и спирта необходимо проанализировать и сравнить: (Выберите 3 варианта)

1) **Методы активации карбоксильной группы (хлорангидриды, катализаторы).**
2) **Способы смещения равновесия (удаление воды, избыток реагента).**
3) Музыкальные предпочтения химика.
4) Стоимость реактивов в соседнем магазине.
5) **Выходы и чистоту продукта для каждой методики.**
Ответ: 1, 2, 5

7. Подбор растворителя для реакции нуклеофильного замещения, в которой оба реагента − твердые вещества, должен учитывать: (Выберите 3 варианта)

1) **Растворяющую способность.**
2) **Инертность по отношению к реагентам.**
3) **Температуру кипения (для последующего удаления).**
4) Его запах.
5) Его электропроводность.
Ответ: 1, 2, 3

8. Установите соответствие между проблемой при синтезе и **способом ее технологического решения**:

1. Низкий выход реакции присоединения по карбонилу : А. Применение молекулярных сит для удаления побочной воды (азеотропно)
2. Образование трудноразделимой смеси изомеров : Б. Подбор селективного катализатора или изменение защитных групп
3. Разложение термочувствительного продукта при перегонке : В. Использование мягких методов очистки (хроматография, осаждение)

9. Установите соответствие между этапом ретросинтетического анализа и **его практической целью при решении технологической задачи**:

1. Идентификация стратегических связей : А. Упрощение молекулы до доступных строительных блоков
2. Функционально-групповые межпревращения (FGI) : Б. Превращение одной ФГ в другую для активации или защиты
3. Переход к синтетическим эквивалентам : В. Планирование последовательности реальных химических реакций

10. Установите соответствие между типом селективности и **технологическим приемом для ее достижения**:

1. Региоселективность : А. Использование хиральных катализаторов или субстратов
2. Хемоселективность : Б. Применение защитных групп для маскирования
3. Стереоселективность : В. Использование объемных реагентов или направляющих групп

11. Установите последовательность этапов решения технологической задачи по синтезу заданного соединения:

А) Поиск и анализ литературных данных по методам синтеза.
Б) Подбор конкретных реагентов, растворителей и условий.
В) Проведение синтеза в лабораторных условиях.
Г) Выделение, очистка и характеризация продукта.

12. Расположите методы доказательства структуры в порядке увеличения надежности (при корректном применении):

А) Совпадение температуры плавления с литературной.
Б) Данные элементного анализа, соответствующие расчетным.
В) Полное совпадение всех спектральных характеристик (ИК, УФ, МС, ЯМР) с данными для предполагаемого соединения.
Г) Полный синтез соединения из заведомо известных прекурсоров по независимой методике.

13. Расположите этапы разработки и оптимизации методики синтеза в логическом порядке:

А) Воспроизведение литературной методики.
Б) Варьирование ключевых параметров (катализатор, температура, время).
В) Анализ влияния параметров на выход и чистоту.
Г) Фиксация оптимальных условий.

14. Как называется соединение, образующееся при взаимодействии галогеналкана с магнием в эфире, широко используемое в синтезе как нуклеофил для образования связей С-С?
Ответ: Реактив Гриньяра

15. Как называется трансформация функциональной группы, при которой степень окисления связанного с ней атома углерода не изменяется (например, превращение кислоты в сложный эфир)?
Ответ: Изогипсическая трансформация.

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицу, графики зависимости, вывод. К лабораторной работе должны быть разобраны вопросы к занятию.

УСТНЫЙ ОТВЕТ НА ЛАБОРАТОРНОМ ЗАНЯТИИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 (2 часа)
ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. ПРИБОРЫ И ПОСУДА В ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ

Вопросы к занятию

1. Ознакомление студентов с планом занятий и требованиями, предъявляемыми к экзамену, списком литературы.
2. Инструктаж по технике безопасности при работе в химической лаборатории:
а) правила противопожарной безопасности;
б) правила работы с химическими реактивами;
в) правила работы с электрооборудованием;
г) первая помощь пострадавшему в химической лаборатории.
3. Оформление рабочего журнала.
4. Лабораторное оборудование и посуда.
5. Решение расчетных задач.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 (4 часа)
МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ *М*-НИТРОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Вопросы к занятию

1. Цели, задачи и функции органического синтеза.
2. Ретросинтетический анализ. Понятие и стадии ретросинтетического анализа.
3. Понятие о синтонах. Примеры синтонов.
4. Реагенты и синтетическая эквивалентность.
5. Изоструктурные синтоны обратной полярности.
6. Примеры синтеза органических соединений с использованием метода ретросинтетического анализа: а) классов органических соединений; б) природных соединений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 (4 часа)
ОРГАНИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ И СИНТЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД. РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ S_N1 И S_N2 ТИПА. СИНТЕЗ ЭТИЛАЦЕТАТА И БРОМИСТОГО ЭТИЛА

Вопросы к занятию

1. Возможность протекания органической реакции.
2. Термодинамическая допустимость реакции.
3. Канал реакции. Термодинамический и кинетический контроль.
4. Реакции нуклеофильного замещения S_N2 типа. Общая характеристика, механизм.
5. Факторы, влияющие на скорость и механизм реакций нуклеофильного замещения:

а) влияние структуры субстрата;

б) влияние природы замещаемых групп;

в) влияние нуклеофильной активности реагента (входящей группы);

г) влияние растворителей и катализаторов.

6. Нуклеофильное замещение в алкилгалогенидах: гидролиз алкилгалогенидов, синтез простых эфиров по Вильямсону.

7. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы в спиртах.

8. Описание синтеза соединений и построение энергетической диаграммы по теме занятия: бромистый этил, бромистый бутил, диэтиловый эфир.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 (4 часа)

ТАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА. ОБРАЗОВАНИЕ СВЯЗИ УГЛЕРОД-УГЛЕРОД. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК НУКЛЕОФИЛЫ И ЭЛЕКТРОФИЛЫ. СИНТЕЗ ФЕНОЛФТАЛЕИНА

Вопросы к занятию

1. Органическая реакция и синтетический метод.
2. Требования соответствия органической реакции хорошему синтетическому методу.
3. Межфазовый катализ.
4. Металлокомплексный катализ.
5. Среда реакции (растворители).
6. Реакции нуклеофильного замещения S_N1 типа. Механизм и стереохимия реакций замещения S_N1 типа.
7. Взаимосвязь между типами реакций S_N1 и S_N2 типами.
8. Нуклеофильное замещение у алифатического тригонального (sp^2) атома углерода (реакция ацилирования): реакция этерификации, ацилирование спиртов, фенолов.
9. Переэтерификация или алкоголиз сложных эфиров, гидролиз сложных эфиров, получение сложных эфиров (реакция Вильямсона).
10. Описание синтеза соединений и построение энергетической диаграммы по теме занятия: ацетоуксусный эфир, бромистый изопропил.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.1 (2 часа)

ИЗОГИПСИЧЕСКИЕ И НЕИЗОГИПСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ. МЕТОДЫ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. СИНТЕЗ АЦЕТОНА

Вопросы к занятию

1. Принципы сборки связи С-С. Гетеролитические реакции.
2. Органические ионы и факторы, определяющие их стабильность.
3. Электрофилы и нуклеофилы в реакциях образования связей С-С.
4. Карбонильные соединения как нуклеофилы и электрофилы.
5. Общая характеристика альдольной конденсации. Механизмы альдольной и кротоновой конденсаций в щелочной среде.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5.2 (2 часа)

ИЗОГИПСИЧЕСКИЕ И НЕИЗОГИПСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ. МЕТОДЫ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. СИНТЕЗ АЦЕТОНА

Вопросы к занятию

1. Механизмы альдольной и кротоновой конденсаций в кислой среде.
2. Конденсация кетонов, смешанная конденсация альдегидов и кетонов алифатического ряда.

3 Конденсация ароматических альдегидов с алифатическими альдегидами и кетонами, с ангидридами карбоновых кислот.

4. Реакции конденсации сложных эфиров с кетонами.

5. Бензоиновая конденсация.

6. Описание синтеза соединений и построение энергетической диаграммы по теме занятия: фенолфталеин.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 (4 часа)

СЕЛЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ (S_E2) В АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ. СИНТЕЗ *М*-НИТРОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Вопросы к занятию

1. Уровень окисления углеродного центра и классификация функциональных групп и их взаимопревращений.

2. Изогипсические трансформации. Синтетическая эквивалентность функциональных групп одного уровня окисления.

3. Неизогипсические трансформации как пути переходов между различными уровнями окисления.

4. Взаимопревращение функциональных групп как стратегический метод в полном синтезе.

5. Реакции окисления. Общая характеристика. Окисляющие реагенты, озонирование.

6. Окисление спиртов: первичных спиртов в альдегиды, вторичных спиртов в кетоны, первичных спиртов в карбоновые кислоты.

7. Окисление карбонилсодержащих органических соединений: альдегидов, кетонов.

8. Окисление ароматических соединений: в хиноны, окисление боковых цепей.

9. Реакции восстановления. Общая характеристика. Восстановители в органическом синтезе.

10. Восстановление спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и их производных в альдегиды и спирты.

11. Восстановление ароматических соединений.

12. Описание синтеза соединений и построение энергетической диаграммы по теме занятия: бензойная кислота, окисление пропанола-2, восстановление метилэтилкетона до бутанола-2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 (4 часа)

ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. СИНТЕЗ *ТРИС*(2,6-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ

Вопросы к занятию

1. Классификация проблем селективности.
2. Обеспечение селективности реакции выбором подходящей реакции.
3. Варьирование природы реагентов как способ управления селективностью реакции.
4. Селективная активация альтернативных реакционных центров субстрата.
5. Защита функциональных групп как универсальный способ управления селективностью реакций.
6. Общая характеристика реакций замещения атома водорода в ароматическом ядре. Механизм реакции электрофильного замещения (S_E2) в ароматических соединениях.
7. Правила ориентации для реакции электрофильного замещения. Индуктивный и мезомерный эффекты. Согласованное и несогласованное действие заместителей в реакции электрофильного замещения.
8. Влияние природы электрофильного (электрофильной активности) реагента и строения ароматического субстрата на направление и избирательность (селективность) реакции электрофильного замещения.
9. Влияние строения реагента и соотношение *о*- и *п*-изомеров в продуктах реакции электрофильного замещения.
10. Описание синтеза соединений и построение энергетической диаграммы по теме занятия: *м*-нитробензойная кислота, сульфаниловая кислота.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 (4 часа)

ВЫДЕЛЕНИЕ, ОЧИСТКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ *ТРИС*(2,6-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ

Вопросы к занятию:

1. Разделение и очистка твердых органических соединений
2. Перекристаллизация
3. Возгонка
4. Экстракция
5. Разделение жидких смесей и очистка жидкостей
6. Тонкослойная хроматография (ТСХ)
7. Колоночная хроматография

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 (4 часа)
УСТАНОВЛЕНИЕ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ИК-СПЕКТР *М*-НИТРОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ И *ТРИС*(2,6-ДИМЕТОКСИФЕНИЛ)СУРЬМЫ

Вопросы к занятию:

1. Определение температуры плавления
2. Определение температуры кипения
3. Определение показателя преломления
4. Применение ИК-спектроскопии для идентификации органических и элементоорганических соединений
5. Физические основы ИК-спектроскопии. Валентные, деформационные колебания, характеристические частоты поглощения органических соединений в ИК-области.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Тема: Ретросинтетический анализ. Тактика синтеза

Вариант 1

1. Составьте схему ретросинтетического анализа соединения, укажите синтоны, приведите реальный путь синтеза соединения из доступных реагентов:

2. Приведите схему получения, механизм реакции и энергетическую диаграмму синтеза: *трет*-бутанола из алкилгалогенида. К какому типу (изогипсическому или неизогипсическому) относится данная реакция?

Вариант 2

1. Составьте схему ретросинтетического анализа соединения, укажите синтоны, приведите реальный путь синтеза соединения из доступных реагентов:

2. Приведите схему получения, механизм реакции и энергетическую диаграмму синтеза: *м*-бромбензойной кислоты. К какому типу (изогипсическому или неизогипсическому) относится данная реакция?

Вариант 3

1. Составьте схему ретросинтетического анализа соединения, укажите синтоны, приведите реальный путь синтеза соединения из доступных реагентов:

2. Приведите схему синтеза, механизм реакции и энергетическую диаграмму синтеза: *м*-сульфобензойной кислоты. К какому типу (изогипсическому или неизогипсическому) относится данная реакция?

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Жидков, В.В. Органический синтез: учебное пособие/ В.В. Жидков, И.А. Трофимцова, И.В. Егорова. − Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2018. – 256 с. (21 экз.)

Дополнительная литература

1. Жидков, В.В. Органический и неорганический синтез: методические рекомендации для студентов V курса.- Благовещенск: Изд-во БГПУ, 1998. – 70 с. (18 экз.)
2. Птицына, О.А. Лабораторные работы по органическому синтезу: учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин-тов/ Птицына Н.Я. [и др.]. –М.: Просвещение, 1979. –256 с., ил. (13 экз.)
3. Ласло, П. Логика органического синтеза: учеб. издание. В 2-х томах / П. Ласло. Пер. с франц. Т. 1 –М.: Мир, 1998. –229 с. (1 экз).
4. Ласло, П. Логика органического синтеза: учеб. издание. В 2-х томах / П. Ласло. Пер. с франц. Т. 2 –М.: Мир, 1998. –229 с. (1 экз).
5. Бочков, А. Ф., Смит, В. А. Органический синтез: серия «Наука и технический прогресс» / И. В. Торгов, А. Ф. Бочков, В. А. Смит. – М.: Наука, 1987. –304 с. (2 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Сайт о химии http://www.xumuk.ru
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов http://www.edu.ru
3. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
4. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 219 «А». Лаборатория химической технологии

- Стол письменный 2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)

- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Органический синтез»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда

Химические реактивы по тематике

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Жидков В.В., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).