

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«22» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.10 Химическая технология органических веществ

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

**Авторы программы:**

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Кандидат химических наук, Урядников Александр Алексеевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «15» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «22» июня 2023 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	10
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	21
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	23
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	23

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- А Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы - А/02.5 Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	Применяет основные синтетические и аналитические методы получения и исследования органических веществ и реакций

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-3 Способен применять методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		3	6
1	Неорганический синтез	+	
2	Органический синтез		+

3	Технологическая практика		+
---	--------------------------	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Химическая технология органических веществ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Химическая технология органических веществ» изучается в 7 семестре.

## 3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>
Контактная работа	96
Лекции (Лекции)	48
Практические (Практ. раб.)	48
Самостоятельная работа (СР)	12
Экзамен	36

## 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Сырье и общие методы получения органических веществ	4	4	1	Опрос; лабораторная работа
2	Сульфирование органических соединений	4	4	1	Опрос; лабораторная работа
3	Нитрование и нитрозирование органических соединений	4	4	1	Опрос; лабораторная работа
4	Галогенирование	6	6	1	Опрос; лабораторная работа
5	Восстановление нитро- и нитрозосоединени й.	6	6	2	Опрос; лабораторная работа; Контрольная работа

6	Замещение сульфогруппы и галогенов	6	6	1	Опрос; лабораторная работа
7	Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений	6	6	2	Опрос
8	Алкилирование и ацилирование	6	6	1	Опрос; лабораторная работа
9	Реакции окисления	6	6	2	Опрос; лабораторная работа; Контрольная работа

## Тема 1. Сырье и общие методы получения органических веществ (ПК-3)

### Лекция.

Основные источники углеводородного сырья и требования, предъявляемые к нему. Нефтепереработка как сырьевая база получения основных исходных веществ для органического синтеза.

Основные химические процессы, используемые в органическом синтезе (галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование, окисление, восстановление, гидрирование, дегидрирование, алкилирование, арилирование, гидролиз, гидратация, дегидратация, этерификация, ацилирование, конденсация по гидроксильным группам, синтезы на основе оксида углерода).

### Практическое занятие.

Важнейшие продукты органического синтеза и области их применения. Объемы производства важнейших химических веществ в России и за рубежом, перспективы расширения их производства и применения. Экологические аспекты производства основных продуктов органического синтеза, химизации нефтяной и газовой промышленности.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Назовите источники природного многотоннажного сырья для промышленности основного органического и нефтехимического синтеза.
2. Перечислите основные тенденции развития отрасли органического синтеза.

## Тема 2. Сульфирование органических соединений (ПК-3)

### Лекция.

Цели введения сульфогруппы в органические соединения. Общая схема процесса сульфирования. Сульфирующие агенты. Механизм реакции сульфирования. Влияние различных факторов на процесс сульфирования (концентрация кислоты, температура, время реакции).

Значение концентрации отработанной кислоты («л-сульфирования»). Сульфирование в присутствии катализаторов. Основные способы сульфирования.

### Практическое занятие.

Сульфирование в жидкой фазе серной кислотой или олеумом. Сульфирование газообразным серным ангидридом. Сульфирование в парах, технологические и экономические преимущества этого метода. Сульфирование аминов методом «запекания». Методы выделения сульфокислот: высаливание, известкование. Разделение изомерных сульфокислот. Сульфирование важнейших ароматических соединений: бензола, толуола, нитробензола, анилина, нафталина и его производных, антрахинон

### Задания для самостоятельной работы.

1. Охарактеризуйте свойства алкил сульфонов.

2. Перечислите методы сульфирования бензола, дайте им краткую характеристику.
3. Укажите достоинства и недостатки алкиларилсульфонатов. Как зависят поверхностно-активные свойства данных соединений от их строения?
4. Укажите основные закономерности реакций сульфохлорирования и сульфоокисления. Приведите механизм реакций

### **Тема 3. Нитрование и нитрозирование органических соединений (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Общие сведения и схема процесса нитрования. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Влияние различных факторов на процесс нитрования (температура, время реакции, характер субстрата, характер нитрующего агента, катализаторы). Соотношение реагентов в реакции нитрования. Побочные процессы при нитровании. Нитрование углеводов. Способы разделения изомерных нитросоединений и их очистка. Нитрование хлорпроизводных и разделение продуктов реакции. Нитрование аминов. Нитрование сульфокислот и выделение нитросульфокислот. Технология кристаллизации, разгонки и очистки нитросоединений.

#### **Практическое занятие.**

Основные способы нитрования. Получение динитробензола, нитротолуолов, динитрохлорбензола, нитросульфокислот нафталина. Нитрование водной азотной кислотой пирена, эфиров гидрохинона. Методы контроля производства и характеристика продуктов. Схема реакции нитроирования. Нитрозирование фенолов и аминов. Механизм нитроирования вторичных и третичных жирно-ароматических аминов. Характерные свойства нитрозосоединений и их применение

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Задание для самостоятельной работы.

1. Напишите уравнение реакции нитрования бензола, приведите технологические параметры и схему.
2. Каково практическое значение реакций нитроирования в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза?

### **Тема 4. Галогенирование (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Галогенирующие агенты. Галогенирование в ядро и в боковую цепь. Механизмы реакций галогенирования в ядро и боковую цепь. Влияние различных факторов на процесс галогенирования (температура, катализаторы, облучение). Хлорирование ароматических углеводов и их производных. Хлорирование фенолов и аминов.

#### **Практическое занятие.**

Основные стадии промышленного хлорирования аренов. Технологические схемы хлорирования бензола и толуола (по кольцу и в боковую цепь). Требования, предъявляемые к аппаратуре. Бромирование и иодирование. Получение фторпроизводных ароматических соединений.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Назначение реакций галогенирования углеводов.
2. Назовите основные галогенирующие агенты,
3. По какому механизму протекает процесс хлорирования алканов?
4. Перечислите основные типы реакторов жидкофазного и газофазного хлорирования.
5. Напишите уравнения химических реакций галогенирования ненасыщенных соединений (алкенов, алкинов).
6. Перечислите возможные направления хлорирования аренов, укажите механизмы реакций. Каким образом можно добиться получения хлорбензола с максимальным выходом?
7. Напишите уравнения реакций и охарактеризуйте свойства и применение фреона-12, фреона-22, фреона-113.

### **Тема 5. Восстановление нитро- и нитрозосоединений. (ПК-3)**

**Лекция.**

Химия и научные основы процессов восстановления. Основные восстанавливающие агенты и основы технологии. Химия, катализ и основные закономерности реакций гидрирования азотистых соединений.

**Практическое занятие.**

Способы восстановления ароматических нитросоединений. Бензидиновая перегруппировка.

**Задания для самостоятельной работы.**

1. Нитробензол и анилин не могут кипеть при той температуре, при которой проходит реакция (95 – 98 °С). Зачем при восстановлении нитробензола в анилин используется обратный холодильник?
2. Как можно отделить анилин от толуола, используя различия в их химических свойствах?
3. Какие методы предосторожности следует принимать при синтезе анилина?
4. Напишите уравнения восстановления м-динитробензола до м-нитроанилина с помощью: а)  $\text{Na}_2\text{S}$ , б)  $\text{Na}_2\text{S}_5$ . Какой состав имеет полисульфид, который используется в приведенном выше синтезе?
5. Сравните между собой справочные данные о растворимости в воде м-нитроанилина, м-динитробензола и м-фенилендиамина. Как объяснить увеличение растворимости в воде в ряду динитробензол < нитроанилин < фенилендиамин?
6. Растворимость м-нитроанилина в воде при 100 °С приблизительно в 25 раз больше, чем при 25 °С. Рассчитайте количество кипящей воды, которое необходимо для растворения всего способного образоваться в данном синтезе м-нитроанилина

**Тема 6. Замещение сульфогруппы и галогенов (ПК-3)****Лекция.**

Нуклеофильное замещение сульфогруппы. Реакция щелочного плавления сульфокислот. Открытое и автоклавное щелочное плавление. Выделение гидроксисоединений. Замещение сульфогруппы на аминогруппу сплавлением сульфокислот с амидом натрия и при действии аммиака. Обработка щелочного плава. Аппаратура для проведения процессов щелочного плавления. Производство фенола, резорцина, b-нафтола.

Замещение галогенов на гидрокси-, алкокси- и аминогруппу в ароматических и алифатических соединениях. Влияние природы субстрата и галогена на скорость реакции замещения.

**Практическое занятие.**

Механизмы реакций ( $\text{S}_{\text{N}}1$ ,  $\text{S}_{\text{N}}2$  и кин-замещение). Катализаторы в реакциях замещения хлора гидроксигруппой. Примеры промышленных синтезов. Замещение галогенов в активированных арилгалогенидах и гетероциклических соединениях. Механизм реакции.

**Задания для самостоятельной работы.**

1. Опишите способы выделения фенолов и нафтолов из реакционной массы после окончания процесса щелочного плавления. Приведите уравнения соответствующих реакций.
2. Приведите химические реакции и укажите условия проведения процесса при получении антрахинон-1-сульфокислоты и антрахинон-2-сульфокислоты.
3. Приведите химические реакции и укажите условия проведения процесса при получении ализарина.
4. Приведите структурные формулы Н-кислоты и хромотроповой кислоты. Приведите химические реакции их получения и укажите условия проведения щелочного плавления.
5. Приведите химические схемы и опишите технологию получения 1-амино-антрахинона и 1-метиламиноантрахинона.

**Тема 7. Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений (ПК-3)****Лекция.**

Общие представления о реакциях гидроксирования и аминирования. Механизм реакции. Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений. Кислотный гидролиз аминогруппы.

**Практическое занятие.**

Аминирование оксисоединений аммиаком или солями аммония. Реакция Бухерера.



### Задания для самостоятельной работы.

1. К какому типу реакций относятся взаимные превращения ароматических amino- и гидроксисоединений?
2. Напишите схему таутомерных превращений в случае кетенольной таутомерии и таутомерии енаминовых соединений.
3. Для каких рядов ароматических соединений наиболее часто используются реакции взаимного превращения amino- и гидроксисоединений.
4. Напишите возможный механизм реакции Бухерера.
5. Какие ограничения для проведения процесса взаимного превращения amino- и оксисоединений накладывает структура исходных субстратов?

## Тема 8. Алкилирование и ацилирование (ПК-3)

### Лекция.

Алкилирование ароматических соединений. Реагенты и катализаторы, условия и механизмы реакций алкилирования аренов. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу. Алкилирование спиртами и алкенами. Алкилирование формалином, механизм реакции. Реакция хлорметилирования. Ацилирование ароматических углеводородов. Катализаторы и реагенты реакций ацилирования. Механизм реакции ацилирования по Фриделю-Крафтсу. Использование реакций ацилирования для получения кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, оксокислот, гетероциклических соединений. Формилирование. Реакции Гаттермана-Коха, Раймера-Тимана, Вильсмайера. Карбоксилирование фенолов по кольцу, реакция Кольбе-Шмидта. Примеры промышленных синтезов. Их значение.

### Практическое занятие.

Алкилирование фенолов и ароматических аминов по кольцу. Алкилирующие агенты. N-алкилирование аминов. Зависимость реакционной способности аминов и от их строения в реакциях алкилирования. O-алкилирование гидроксигруппы. Сравнение реакционной способности ариламинов и фенолов в реакциях алкилирования. Механизмы реакций алкилирования. Критерии выбора алкилирующих агентов. Ацилирование аминов и гидроксисоединений. Катализаторы и реагенты реакций ацилирования. Механизмы реакций. Сравнение реакционной способности ароматических аминов и фенолов, спиртов и фенолов в реакциях ацилирования.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Приведите механизм реакций алкилирования.
2. Какие катализаторы используются в реакциях алкилирования и их роль в этих процессах?
3. Приведите технологическую схему жидкофазного алкилирования бензола в этилбензол.
4. Для производства каких продуктов используются  $\alpha$ -окиси? Напишите уравнения реакций.

## Тема 9. Реакции окисления (ПК-3)

### Лекция.

Реакции окисления. Практическое значение процессов окисления и их классификация. Окислительные агенты и техника безопасности в процессах окисления. Энергетическая характеристика реакций окисления. Научные основы процессов окисления воздухом и молекулярным кислородом. Механизм процессов гомогенного окисления. Кинетика и катализ гомогенного окисления. Гетерогенный катализ процессов окисления. Катализаторы, механизм гетерогеннокаталитического окисления. Окислители и катализаторы процессов окисления. Основы технологии процессов окисления воздухом и молекулярным кислородом. Окисление в жидкой и газовой фазах, типы реакционных аппаратов.

Химия и технология процесса окисления алканов, получаемые продукты.

### Практическое занятие.

Окисление циклоалканов. Производство циклогексанона и адипиновой кислоты из циклогексана. Окисление алкенов по насыщенному атому углерода. Производство акролеина. Производство окиси этилена прямым окислением этилена. Технология процесса. Окисление алкенов по ненасыщенному атому углерода. Технология окисления алкенов.

Окисление бензола, нафталина и антрацена по ароматическому кольцу. Окисление боковых цепей алкиларенов и гетероциклических соединений до альдегидов и карбоновых кислот. Получение никотиновой кислоты. Механизм реакции окисления кумола. Окисление серусодержащих соединений.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Каковы условия, технологические параметры, а также химизм процесса окисления алканов?
2. Приведите механизм окисления метана.
3. Перечислите окислительные агенты, применяемые в лабораторной практике и в промышленности.
4. В чем заключается суть реакций окислительного аммонолиза? Технология получения акрилонитрила по этому методу.
5. Напишите уравнение и механизм реакции прямого окисления этилена в ацетальдегид. В чем заключаются преимущества этого метода получения ацетальдегида перед другими?
6. Какие вещества получают при окислении алкилароматических соединений?
7. Приведите механизм реакции окисления изопропилбензола в гидроперекись и разложения ее на фенол и ацетон.
8. Приведите технологическую схему получения фенола кумольным методом.
9. Приведите схему реакции получения терефталевой кислоты из п-ксилола.
10. Какие продукты получают при окислении алкенов по ненасыщенному атому углерода?
11. Приведите схему получения стирола и его гомологов окислительными методами.
12. Охарактеризуйте процесс парофазного окисления аренов в ангидриды кислот.

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

### Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Сырье и общие методы получения органических веществ	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
2.	Сульфирование органических соединений	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
3.	Нитрование и нитрозирование органических соединений	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
4.	Галогенирование	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
5.	Восстановление	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ

	е нитро- и нитрозосоединений.	лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
		<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	10	Решение 5 задач. 2 балла - верное решение задачи, 1 балл – логически верно решение, содержащее арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
6.	Замещение сульфогруппы и галогенов	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
7.	Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
8.	Алкилирование и ацилирование	Опрос	4	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	5	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
9.	Реакции окисления	Опрос	3	По 1 баллу за каждый верный ответ
		лабораторная работа	10	Выполнение лабораторной работы – 1 балл, оформление отчета 1 балл, ответы на дополнительные вопросы – 3 балла (по 1 баллу за каждый правильный ответ)
		<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	10	Решение 5 задач. 2 балла - верное решение задачи, 1 балл – логически верно решение, содержащее арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
10.	Премиальные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
11.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
12.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### Контрольная работа

## Тема 5. Восстановление нитро- и нитрозосоединений.

## Вариант 1

1. Сульфирование. Значение введения сульфогруппы в ароматическое ядро. Сульфирующие реагенты. Влияние различных факторов на процесс сульфирования.
2. Методы и приемы ведения процесса щелочного плавления ароматических сульфокислот. Выделение гидроксисоединений. Технология получения 2-нафтола.
3. Предложите способы получения п-фенилендиамина из бензола и дайте сравнительную характеристику этих способов.
4. Рассчитайте необходимое количество реагентов для приготовления 500 кг нитрующей смеси состава: 27 % азотной кислоты, 60 % серной кислоты и 13 % воды из меланжа, серной кислоты и воды.
5. Опишите непрерывный процесс хлорирования бензола с целью получения хлорбензола

## Вариант 2

1. Сульфирование нафталина и 2-нафтола. Правило размещения сульфогрупп в нафталиновом кольце. Получение моно- и полисульфокислот нафталина и 2-нафтола.
2. Восстановление нитросоединений растворами сульфидов в щелочной среде. В каких случаях этот метод применяют? Механизм восстановления нитросоединений сульфидом натрия.
3. Рассчитайте необходимое количество меланжа, серной кислоты и воды для приготовления 200 кг нитрующей смеси, содержащей 35 % азотной кислоты, 57 % серной кислоты и 8 % воды.
4. Предложите схему и условия химических превращений получения из анилина 4,4-(N,N-диметил)-диаминодифенилметана.
5. Какое образуется соединение, если 18,3 кг 2,4-динитроанилина в 50 л 90 %-й уксусной кислоты обработать 32 кг брома? В каких примерно температурных условиях следует проводить эту реакцию? Как можно было бы усовершенствовать проведение этой реакции с целью сокращения расхода брома?

## Тема 9. Реакции окисления

## Вариант 1

1. Замещение хлора (брома) на амино- и ариламиногруппы. Каталитические и некаталитические процессы. Механизмы реакций.
2. Характеристика первичных, вторичных и третичных аминов, методы их определения. Разделение смеси алкиламинов.
3. Предложите химическую схему, условия и механизмы реакций при синтезе 2,6-диамино-п-толуолсульфокислоты из толуола.
4. Алкилирование аминов простыми эфирами, алкилгалогенидами. Введение бензильного остатка, замещенных алкильных групп (оксипропиловых, карбоксиметильных).
5. Методы временной защиты первичных аминогрупп. Гидролиз N-ациламинов (условия гидролиза, катализ).

## Вариант 2

1. Замещение хлора кислородсодержащими группами (гидрокси-, алкокси- и арилоксигруппами). Опишите механизм, по которому протекают реакции замещения.
2. Окисление нафталина. Опишите принципиально технологию получения фталевого ангидрида из нафталина.
3. Предложите химическую схему, условия и механизмы реакций синтеза 2-амино-м-толуолсульфокислоты из толуола.
4. Дайте сравнительную характеристику методов получения фенола. (Получение фенола из бензолсульфокислоты, из кумола, бензоата меди.) Приведите механизмы реакций получения фенола этими методами.

5. Как определить содержание аминов в смеси алкиламинов? Предложите способ разделения смеси анилина, N-этиланилина и N,N-диэтиланилина.

### лабораторная работа

#### Тема 1. Сырье и общие методы получения органических веществ

1. Рассмотрите примеры распределения электронной плотности в бензольном кольце под действием электронодонорных и электроноакцепторных заместителей.
2. Расположите известные Вам заместители в ряд по их ориентирующей спо-собности.
3. Рассмотрите пространственное влияние заместителей в ароматических со-единениях на соотношение изомеров.
4. Как влияют размеры электрофильных частиц на соотношение изомеров?
5. Рассмотрите влияние активности атакующих частиц в реакциях электрофильного замещения на селективность и скорость процесса.
6. Назовите фракции, отбираемые при переработке каменноугольной смолы, и укажите углеводороды, которые в них содержатся.

#### Тема 2. Сульфирование органических соединений

1. Каким методом осуществляется сульфирование ароматических аминов?
2. Опишите способы выделения сульфокислот.
3. Назовите основные свойства сульфокислот.
4. Обратимость реакции сульфирования ароматических соединений. Механизм гидролиза ароматических сульфокислот.
5. Рассмотрите особенности процессов, протекающих при использовании в качестве реагента хлорсульфоновой кислоты.
6. Сформулируйте и объясните правило Армстронга-Винна при сульфировании нафталина.
7. В чем существенное различие в проведении процесса сульфирования аро-матических аминов в растворителе методом “запекания” от обычных методов?
8. Меры техники безопасности при проведении процессов сульфирования.
9. Какие продукты образуются при сульфировании фенола концентрированной серной кислотой при температуре 10-20 °С и при 100 °С и почему?
10. Почему при сульфировании бензола на моносulfокислоту в качестве сульфлирующего агента используют концентрированную серную кислоту, а при дальнейшем сульфировании на дисulfокислоту - олеум?
11. Как влияют заместители на скорость и место вступления sulfогруппы в ароматическое ядро?
12. Какой изомер преобладает при сульфировании хлорбензола и почему?
13. Какой концентрации олеум был использован для получения 700 кг 20 %- го олеума, если для его разбавления использовали 340 кг серной кислоты плотностью 1,828?
14. Рассчитайте необходимое количество 93 %-й серной кислоты для получения 500 кг 2-нафталинсulfокислоты, если концентрация отработанной кислоты 80 % .

#### Тема 3. Нитрование и нитрозирование органических соединений

1. В чем особенность нитрования ароматических аминов?
2. Как осуществляется контроль реакции нитрования?
3. Рассмотрите способы выделения нитросоединений.
4. В чем сущность окислительного нитрования?
5. Как производится анализ качества нитропродуктов?
6. Рассмотрите особенности нитрования фенолов и нафтолов.
7. Какие требования к безопасному ведению процесса должны соблюдаться при нитровании?
8. Объясните необратимость процессов нитрования в обычных условиях.

9. Каков порядок загрузки компонентов при проведении процессов нитрования?
10. Объясните место вступления нитрогруппы при нитровании нафталина и нафталинсульфокислот.
11. Какие динитропроизводные образуются при нитровании антрахинона нитрующей смесью?
12. В чем сходство и различия в реакциях нитрования и сульфирования ароматических соединений?
13. Каковы принципы проведения процессов нитрования?
14. Какие факторы будут оказывать влияние на соотношение орто- и параизомеров при нитровании галогенбензолов?
15. Какова роль нитрита натрия при нитровании ароматических соединений водной азотной кислотой?
16. Какой концентрации и в каком количестве необходимо взять серную кислоту или олеум для приготовления 1200 кг нитрующей смеси следующего состава: 61 % серной кислоты, 31 % азотной кислоты и 8 % воды, если имеется 68 %-я азотная кислота?
17. При нитровании бензонитрила образуется около 17 % орто-изомера и около 81 % метаизомера. Чем объяснить изомерный состав продуктов нитрования?
18. Какое получится соединение, если 78 кг бензола обрабатывают 90 кг меланжа в присутствии серной кислоты при 80 °С. Концентрация отработанной кислоты 87 %. Рассчитайте, какое количество серной кислоты или олеума требуется для проведения этой реакции.
19. Что образуется при нитрозировании первичных ароматических аминов?
20. Какие продукты образуются при нитрозировании диариламинов?
21. Таутомерия ароматических гидроксинитрозопроизводных.
22. Почему при нитрозировании резорцина образуется 2,4-динитрозорезорцин и не образуется 2,4,6-тринитрозорезорцин?

#### Тема 4. Галогенирование

1. Какие продукты образуются при хлорировании нитробензола?
2. В чем особенность хлорирования аминов бензольного ряда?
3. В чем состоит роль окислителя в процессе бромирования ароматических соединений?
4. В какое положение вступает хлор при хлорировании динитробензола при высоких температурах?
5. Приведите технологическую схему непрерывного хлорирования бензола.
6. Какова преимущественная ориентация при хлорировании и бромировании толуола? При какой из этих реакций отношение количеств получающихся орто- и параизомеров должно быть больше?
7. Какие продукты образуются при хлорировании бензола?
8. Какие реагенты используются в реакции бромирования ароматических соединений?
9. Назовите меры по технике безопасности при ведении процессов галогенирования.
10. В чем заключается подготовка сырья в производстве хлорбензола?
11. Какое соединение образуется при хлорировании 2-метилантрахинона и 1-сульфокислоты антрахинона?
12. Каким образом можно ввести фтор в боковую цепь ароматического соединения? В ароматическое кольцо? По каким причинам невозможно прямое фторирование ароматических соединений?

#### Тема 5. Восстановление нитро- и нитрозосоединений.

1. Запишите схему химических превращений восстановления нитросоединений железом в присутствии электролита?
2. Запишите схему химических превращений в процессе восстановления нитросоединений сульфидом натрия.
3. Как выделяются амины из реакционной массы при восстановлении нитросоединений железом в присутствии электролита?
4. Какой восстановитель следует использовать для получения 2-амино-4- нитрофенола из 2,4-динитрофенола?

5. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина водородом каталитическим методом.
6. Почему при восстановлении нитросоединений не всегда отдается предпочтение самому дешевому из сульфидов - сульфиду натрия?
7. Какие катализаторы и растворители используются при восстановлении нитросоединений водородом в жидкой фазе?
8. Запишите схему химических превращений при восстановлении нитробензола цинком в щелочной среде, амальгамой натрия.
9. Какие требования предъявляются к качеству железной стружки в реакциях восстановления нитросоединений в среде электролита?
10. При восстановлении азокрасителя образуется 2-амино-4-метилфенол и п-аминоацетанилид. Какой азокраситель был использован и какие восстановители можно применить?
11. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина чугуной стружкой в среде электролита непрерывным методом.

#### Тема 6. Замещение сульфогруппы и галогенов

1. Какие побочные продукты образуются при щелочном плавлении бензолсульфокислоты?
2. Какое соединение образуется при щелочном плавлении Т-кислоты?
3. Как определяют полноту процесса щелочного плавления при получении фенола, 2-нафтола, других гидроксисоединений?
4. При каких условиях происходит замена сульфогруппы на аминогруппу в а-антрахинонсульфокислоте?
5. Какой продукт образуется при взаимодействии α-антрахинонсульфо кислоты с солянокислым раствором хлората натрия?
6. В каких условиях протекает процесс гидролиза ароматических сульфокислот?
7. Какое соединение образуется при нагревании водно-щелочного раствора Т-кислоты с цинковой пылью?
8. К какому нежелательному явлению приводит нарушение технологического режима (недостаточно интенсивное перемешивание, нарушение температурного режима) при открытом способе щелочного плавления?
9. Используя знания предыдущих разделов, составьте схему химических превращений при синтезе Н-кислоты.
10. Перечислите меры техники безопасности при проведении щелочного плавления ароматических сульфокислот.
11. При щелочном плавлении в автоклаве нафтиламиносульфокислот, содержащих аминогруппу в α-положении, процесс щелочного плавления ведут в присутствии аммиака. Почему в этом случае возникает необходимость введения аммиака?
12. Как в промышленности получают п-нитроанилин из п-нитрохлорбензола?
13. Какова роль связующих кислоту веществ при замене хлора на ариламиногруппу?
14. Перечислите методы замены хлора на гидроксильную группу. Приведите условия протекания этих реакций.
15. В чем достоинства и недостатки метода получения фенола из хлорбензола перед «сульфурационным» методом?
16. Напишите схему химических превращений бензотрихлорида в бензойную кислоту.
17. Получите из бензотрихлорида хлористый бензоил всеми известными методами.
18. Каков механизм замещения хлора на алкоксильную группу?
19. Как осуществить обмен хлора на фтор?

#### Тема 8. Алкилирование и ацилирование

1. Какими методами разделяют смесь алкилированных аминов?

2. Каким образом разлагают соль четвертичного аммониевого основания, образующегося при алкилировании спиртами?
3. Какова роль щелочных агентов при алкилировании галогеналкилами?
4. Каким образом проводят анализ смеси алкилированных аминов? Предложите схему анализа смеси, состоящей из анилина, N-этил- и N,N-диэтиланилина.
5. С какой целью осуществляют алкилирование гидроксигруппы? Какие алкилирующие средства при этом используются и при каких условиях протекает процесс алкилирования?
6. Каким образом осуществить избирательное алкилирование гидроксигруппы в соединении, содержащем кроме гидроксигрупп еще и аминогруппу?
7. Как очистить алкилоксисоединение от непрореагировавшего гидроксисоединения?
8. Как провести дезалкилирование алкилированного гидроксисоединения?
9. Напишите уравнение реакции получения фенилтиогликолевой кислоты из тиофенола.
10. Каким образом удаляется ацильная группа в случае временного ацилирования аминогруппы?
11. Что такое азотолы? В результате взаимодействия каких соединений они получаются? Что служит в данном случае ацилирующим агентом?
12. Какую роль в производстве азотолов играет  $PCl_3$ ?
13. Почему в хлористом циануре все три атома хлора имеют разную реакционную способность?
14. Почему в реакциях ацилирования ароматические сульфохлориды более реакционноспособны по сравнению с сульфокислотами?
15. Напишите уравнения реакций синтеза алой кислоты.
16. С какой целью вводится бензоильный остаток?

#### Тема 9. Реакции окисления

1. Приведите условия и механизм реакции окисления изопропилбензола до фенола.
2. Перечислите методы получения хинонов путем окисления. Напишите химизм этих процессов.
3. Перечислите технологические стадии процесса получения антрахинона из антрацена и назовите условия проведения этого процесса.
4. При каких условиях получают фталевый ангидрид и малеиновый ангидрид? Какие катализаторы используются при окислении нафталина и бензола?
5. Какое влияние оказывают заместители в нафталиновом кольце на направление окисления?
6. В чем заключается сущность процесса окислительного аммонолиза?
7. Какая разновидность реакции окисления используется при получении стирола из этилбензола?

### Опрос

#### Тема 1. Сырье и общие методы получения органических веществ

1. Что является ароматическим сырьем для производства синтетических ароматических соединений?
2. Назовите и дайте характеристику методов получения основных видов ароматического сырья.
3. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с ароматическим сырьем?
4. Приведите классификацию общих методов получения синтетических ароматических соединений.
5. Как делятся заместители по характеру их электронного влияния на ароматическую систему?
6. Назовите общие правила введения заместителя в незамещенное и монозамещенное бензольное кольцо.
7. Приведите схему реакционной способности нафталина и антрахинона при моно- и полизамещении.

#### Тема 2. Сульфирование органических соединений

1. К какому типу химических реакций относится реакция сульфирования ароматических соединений



2. Каков механизм реакции сульфирования ароматических углеводородов серной кислотой и олеумом?
3. Назовите реагенты, используемые при реакции сульфирования ароматических соединений.
4. Какими факторами определяется выбор реагента для сульфирования ароматических соединений?
5. Рассмотрите природу серной кислоты и укажите активные частицы, участвующие в реакции сульфирования.
6. Объясните роль сульфата натрия при сульфировании бензолсульфокислоты.
7. Объясните, почему при сульфировании нафталина концентрированной серной кислотой при 80 °С образуется 1- нафталинсульфокислота, а при сульфировании купоросным маслом при 160 °С образуется 2- нафталинсульфокислота?
8. Расположите в ряд активности при сульфировании следующие соединения: бензол, нафталин, антрахинон, нитробензол, фенол, 2-нафтол, анизол, этилбензол. Какие соединения образуются в результате моносulfирования?
9. Укажите условия сульфирования 2-нафтола при получении моно-, ди-, трисульфокислот.
10. Какие соединения используют в качестве катализаторов при сульфировании антрахинона? Какую роль играют при этом катализаторы?
11. Какую дисульфокислоту можно получить при сульфировании антрахинона в отсутствие катализатора?
12. В чем преимущество парофазного сульфирования перед жидкофазным?
13. Какова последовательность загрузки компонентов при проведении процессов сульфирования?

### Тема 3. Нитрование и нитрозирование органических соединений

1. К какому типу химических реакций относится реакция нитрования ароматических соединений?
2. Какие нитрующие реагенты используются в реакции нитрования?
3. Что такое нитрующие смеси? Из каких компонентов они готовятся? В чем преимущество нитрующих смесей по сравнению с азотной кислотой?
4. Какова роль серной кислоты в составе нитрующих смесей при нитровании?
5. Дайте общую характеристику нитросоединений.
6. Что такое дегидратирующая способность отработанной кислоты при нитровании?
7. Опишите механизм нитрования нитрующими смесями и активную частицу, участвующую в данном процессе.
8. Объясните влияние различных факторов на процесс нитрования.
9. Определите преимущественное направление нитрования при взаимодействии с нитрующей смесью следующих соединений: анилина, анизола, бензонитрила.
10. Расположите в ряд возрастания активности в реакции нитрования следующие соединения: бензол, нафталин, фенол, антрахинон, анилин, хлорбензол, толуол, нитробензол, бензойная кислота.
11. Опишите механизм нитрования водной азотной кислотой. Чем отличается он от механизма нитрования водной азотной кислотой в присутствии солей ртути?
12. Какие соединения вступают в реакцию нитрозирования?
13. Что является реагентом нитрозирования?
14. Каков механизм реакции нитрозирования?
15. Что образуется при нитрозировании 3-нафтола?
16. Какое соединение образуется при нитрозировании N,N- диметиланилина?

### Тема 4. Галогенирование

1. К какому типу химических реакций относятся реакции галогенирования ароматических соединений?
2. Какие соединения используются в качестве агентов галогенирования?
3. Каков механизм хлорирования ароматических соединений в ядро?

4. Какие соединения используются в качестве катализаторов при хлорировании в ядро? В чем заключается роль катализатора в данном процессе?
5. Каков механизм хлорирования в боковую цепь? Рассмотрите методы получения радикалов.
6. Почему при получении хлорбензола образуются полихлориды? В чем заключается сущность окислительного хлорирования?
7. Что образуется при хлорировании фенола хлористым сульфуром?
8. Какое соединение образуется при хлорировании фенола хлором?
9. Каким путем можно получить “хлоранил”?
10. Какие факторы существенно влияют на процессы хлорирования в ядро и боковую цепь?

#### Тема 5. Восстановление нитро- и нитрозосоединений.

1. Перечислите способы восстановления ароматических нитросоединений.
2. Какие вещества используются в качестве восстановителей?
3. С какой целью вводится в реакционную массу электролит в процессе восстановления нитросоединений железом?
4. Какой метод восстановления является наиболее рациональным при получении анилина?
5. В чем сущность восстановления нитробензола цинком в щелочной среде? Какое образуется соединение?
6. Какое влияние оказывает минерально-кислая среда при восстановлении нитробензола металлами?
7. Как контролируется процесс восстановления ароматических нитросоединений?
8. Что такое бензидиновая перегруппировка? Каков механизм этого процесса?
9. Какое соединение образуется при восстановлении м-динитробензола сульфидом натрия?
10. Какие катализаторы используются при восстановлении нитросоединений в паровой фазе?

#### Тема 6. Замещение сульфогруппы и галогенов

1. К какому типу реакций относится реакция щелочного плавления ароматических сульфокислот?
2. Каков механизм реакции щелочного плавления?
3. Какие соединения используются в качестве минеральных реагентов в реакциях щелочного плавления?
4. Назовите и охарактеризуйте способы проведения реакции щелочного плавления ароматических сульфокислот.
5. Какое влияние оказывают заместители на подвижность сульфогрупп в условиях реакции щелочного плавления?
6. Как зависит концентрация щелочного агента от способа проведения реакции щелочного плавления?
7. Какие требования предъявляются к сульфокислотам при проведении реакции щелочного плавления?
8. Как выделяются гидроксисоединения при проведении реакции щелочного плавления открытым способом?
9. Что образуется при щелочном плавлении  $\alpha$ -антрахинонсульфокислоты при использовании гидроксида натрия?
10. Какой продукт образуется при щелочном плавлении п-бензолдисульфокислоты?
11. К какому типу реакций относится реакция замещения галогена в ароматических галогенпроизводных?
12. На какие заместители может заменяться галоген в ароматических галоген-производных?
13. Какие факторы влияют на подвижность атомов галогена в галогенпроизводных?
14. В каких случаях при замене галогена применяются катализаторы? Какие соединения используются в данном случае в качестве катализаторов?
15. Как влияют на подвижность галогенов различные заместители и почему?
16. Опишите механизм некаталитического обмена галогена.

17. Каков механизм обмена галогена при использовании катализаторов?
18. При каких условиях происходит обмен хлора на аминогруппу в хлорбензоле,  $\alpha$ -хлорнафталине,  $\alpha$ -хлорантрахиноне?

#### Тема 7. Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений

1. К какому типу химических реакций относятся реакции превращения гидроксисоединений в амины и аминов в гидроксисоединения?
2. В чем заключается преимущество введения аминогруппы посредством замены гидроксигруппы и, наоборот, введение гидроксигруппы посредством замены аминогруппы?
3. Какие соединения склонны вступать в подобного рода превращения?
4. Каким образом осуществляется замена аминогруппы на гидроксигруппу?
5. Объясните механизм каталитического действия солей сернистой кислоты при гидролизе аминов.
6. Напишите последовательность химических превращений нафтионовой кислоты в кислоту Невиль-Винтера (а-нафтол-4-сульфокислоту).
7. Как этот процесс осуществляется на практике?
8. Какие соединения используются в качестве аминирующих средств при реакции с гидроксисоединениями?
9. Какое значение имеют соли сернистой кислоты при аминировании гидроксисоединений?
10. Назовите важнейшие продукты, получаемые аминированием гидроксисоединений нафталинового ряда.
11. Какое влияние оказывает сульфогруппа на процесс аминирования гидроксисульфокислот нафталинового ряда?
12. Как осуществляется на практике процесс аминирования гидроксисоединений без применения катализатора и с применением в качестве катализатора солей сернистой кислоты?
13. Напишите схему химических превращений и назовите технологические стадии в производстве И-кислоты (2,5-аминонафтол-7-сульфокислоты).
14. Напишите схему химических превращений и назовите технологические стадии в производстве Гамма-кислоты (2,8-аминонафтол-6-сульфокислоты).
15. В чем особенность аминирования хинизарина (1,4-дигидроксиантра-хинона)? Напишите схему химических превращений получения 1,4-диаминоантрахинона из хинизарина.

#### Тема 8. Алкилирование и ацилирование

1. К какому типу химических реакций относится реакция алкилирования?
2. Какие соединения вступают в реакцию алкилирования?
3. Какие вещества используются в качестве алкилирующих агентов?
4. В чем заключается роль минеральной кислоты при алкилировании ароматических аминов спиртами?
5. При каких условиях протекает алкилирование ароматических аминов спиртами?
6. Какие алкилирующие агенты используются при алкилировании ароматических аминов в паровой фазе?
7. Напишите уравнение реакции и приведите условия получения фенилглицина из анилина.
8. Какие соединения получаются при взаимодействии анилина с окисью этилена при температуре до 100 °C и выше 100 °C?
9. В каких случаях в реакции алкилирования используются сложные эфиры серной и ароматических сульфокислот в качестве алкилирующих агентов?
10. Какие соединения способны к реакции ацилирования?
11. Какие соединения выступают в роли ацилирующих агентов?
12. Какие факторы влияют на реакционную способность ацилирующего реагента?
13. Как расположены в порядке возрастания реакционной способности в реакциях ацилирования бензойная кислота и ее производные?
14. Каков механизм реакции ацилирования?

15. Каким образом влияют заместители в ароматическом амине на скорость реакции ацилирования?
16. Какую роль играет минеральная кислота при ацилировании ароматических аминов уксусным ангидридом?

#### Тема 9. Реакции окисления

1. Какие химические реакции называются реакциями окисления?
2. Какие вещества используются в качестве окислителей?
3. Назовите способы получения ароматических альдегидов. Напишите химизм этих процессов.
4. Какими способами можно получать карбоновые кислоты, используя реакцию окисления?
5. Приведите механизм окисления метиларенов в жидкой фазе кислородом воздуха.
6. Какие катализаторы используются при получении карбоновых кислот?
7. Напишите реакции получения фенола и других окисоединений методом окисления боковых групп ароматических соединений.

#### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

#### Типовые вопросы экзамена (ПК-3)

1. Реакции конденсации с использованием хлорида алюминия (С-алкилирование и С-ацилирование). Механизмы реакций. Примеры получения практически важных соединений.
2. Реакции окисления с изменением углеродного скелета. Получение гидро- окисоединений, карбоновых кислот.
3. Замещение хлора (брома) на амино- и ариламиногруппы. Каталитические и некаталитические процессы. Механизмы реакций.

#### Типовые задания для экзамена (ПК-3)

Типовые вопросы для опроса

1. К какому типу химических реакций относятся реакции превращения гидроксисоединений в амины и аминов в гидроксисоединения?
2. К какому типу химических реакций относится реакция алкилирования?
3. Какие вещества используются в качестве окислителей?

Типовые вопросы для отчета по лабораторным работам

1. Составьте технологическую схему восстановления нитробензола до анилина водородом каталитическим методом.
2. Как осуществляется на практике процесс аминирования гидроксисоединений без применения катализатора и с применением в качестве катализатора солей сернистой кислоты?
3. Каким образом проводят анализ смеси алкилированных аминов? Предложите схему анализа смеси, состоящей из анилина, N-этил- и N,N-п- этиланилина.

Типовой вариант контрольной работы

1. Сульфирование. Значение введения сульфогруппы в ароматическое ядро. Сульфирующие реагенты. Влияние различных факторов на процесс сульфирования.
2. Методы и приемы ведения процесса щелочного плавления ароматических сульфокислот. Выделение гидроксисоединений. Технология получения 2-нафтола.
3. Предложите способы получения п-фенилендиамина из бензола и дайте сравнительную характеристику этих способов.
4. Рассчитайте необходимое количество реагентов для приготовления 500 кг нитрующей смеси состава: 27 % азотной кислоты, 60 % серной кислоты и 13 % воды из меланжа, серной кислоты и воды.
5. Опишите непрерывный процесс хлорирования бензола с целью получения хлорбензола

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-3	Способен самостоятельно проводить химический эксперимент по синтезу и анализу веществ и исследованию химических реакций с использованием современного оборудования и соблюдением техники безопасности
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-3	Способен с небольшой помощью проводить химический эксперимент по синтезу и анализу веществ и исследованию химических реакций и соблюдением техники безопасности
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-3	Проводить химический эксперимент по синтезу и анализу веществ и исследованию химических реакций только с помощью преподавателя, в основном соблюдая все правила техники безопасности
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-3	Не может самостоятельно проводить химический эксперимент по синтезу и анализу веществ и исследованию химических реакций с использованием современного оборудования. Допускает нарушение методики проведения эксперимента и техники безопасности

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

#### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Собачкина Т. Н., Петрова Е. С., Баранова Ю. Б., Андреева Г. В., Кудрина Н. В. Химическая технология органических веществ : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. - 80 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500955>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Синютина С.Е. Органический синтез. - Тамбов: [Изд-во ТГУ], 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD).  
 2. Субочева М. Ю., Орехов В. С., Брянкин К. В., Дегтярев А. А. Химическая технология органических веществ : учебное пособие, 1. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. - 173 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277676>  
 3. Качалова Т. Н., Гариева Ф. Р., Гаврилов В. И., Бочкова С. А. Химическая технология органических веществ : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2008. - 139 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258996>

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>  
 2. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>  
 3. ЭБС «Znaniy.com» - <http://www.znaniy.com/index.php?item=main>  
 4. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>  
 5. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
4. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
5. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.