

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 28 » 06 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.03**

Химическая технология органических и неорганических веществ

Учебный план: 2022-2023 18.03.01 ИПХиЭ ХТДиНВ ОО №1-1-94.plx

Кафедра: **54** Химических технологий им. проф. А.А. Хархарова

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия					
6	УП	34	34	34	87	27	6	Экзамен
	РПД	34	34	34	87	27	6	
7	УП	34	34	34	120	30	7	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	34	34	34	120	30	7	
Итого	УП	68	68	68	207	57	13	
	РПД	68	68	68	207	57	13	

Санкт-Петербург  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор \_\_\_\_\_

Михайловская Анна  
Павловна

доктор химических наук, Профессор \_\_\_\_\_

Сашина Елена Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой химических технологий им.  
проф. а.а. хархарова \_\_\_\_\_

Сашина Елена Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел: Макаренко С.В.

---

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области основ технологии синтеза основных классов органических и неорганических соединений, находящих применение в различных отраслях промышленности, для решения задач практической деятельности

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Раскрытие значения химической технологии для развития народного хозяйства и промышленного производства России
- Ознакомление с сырьевой базой и основными методами многотоннажного промышленного получения неорганических веществ, включая кислоты, щелочи, минеральные удобрения
- Ознакомление с сырьевой базой и основными методами многотоннажного промышленного получения органических веществ
- Приобретение практических навыков реализации важнейших методов синтеза и исследования свойств неорганических, органических веществ

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза
- Промышленная экология предприятий неорганического и органического синтеза
- Химия полимеров
- Экологические проблемы производств органических и неорганических веществ
- Теоретические основы технологии органических и неорганических веществ
- Системы управления и автоматизации химико-технологических процессов
- Методы исследования объектов органического синтеза
- Методы исследования объектов неорганического синтеза
- Синтез, свойства и применение поверхностно-активных веществ
- Коллоидная химия
- Процессы и аппараты химической технологии
- Синтез красителей и органических пигментов
- Химия растворителей
- Физико-химические методы интенсификации технологических процессов
- Экология
- Общая и неорганическая химия
- Органическая химия
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
- Общая химическая технология

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-5: Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции в области химической технологии органических и неорганических веществ**

**Знать:** требования к исходному сырью и вспомогательным материалам в химической технологии органических и неорганических веществ, основные технологические процессы и характеристики готовой продукции, мероприятия по охране труда и промышленной безопасности

**Уметь:** организовывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов основного и нефтехимического синтеза, синтеза неорганических веществ разных классов

**Владеть:** навыками анализа научно-технической информации в области химической технологии органических и неорганических веществ, проведения эксперимента по синтезу, очистке и идентификации органических и неорганических веществ

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Общие вопросы химической технологии органических веществ	6						Л,К
Тема 1. Источники сырья для производства органических веществ. Состав нефти и природного газа. Основные свойства нефтепродуктов, требования к исходному сырью Лабораторная работа: Основные свойства нефти Практическое занятие: Основные свойства нефти		1	2	12	8		
Тема 2. Важнейшие продукты основного органического синтеза. Мономеры и другие исходные вещества для получения полимеров. Пластификаторы. Синтетические моющие средства и поверхностно-активные вещества. Синтетические топлива и смазочные масла. Растворители и агенты экстракции. Пестициды и химические средства защиты растений.		1			8		
Тема 3. Перспективные направления развития технологий органического и нефтехимического синтеза. Мероприятия по охране труда и окружающей среды в химической технологии органических веществ.		1			8	ГД	
Раздел 2. Процессы пиролиза							Л
Тема 4. Основные группы сырья для промышленности органического синтеза. Общая характеристика способов получения каждой группы. Требования к исходному сырью каждой группы Практическое занятие: Основные группы сырья для промышленности органического синтеза		1	2		5		
Тема 5. Промышленные способы получения парафинов (C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> – C <sub>40</sub> ). Лабораторная работа: Фракционная перегонка нефти		1		4	5		
Тема 6. Промышленные способы получения олефинов (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ).		2			5		
Тема 7. Производство этилена и пропилена пиролизом углеводородов		2			5		
Тема 8. Промышленные способы получения ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, нафталин). Практическое занятие: Промышленные способы получения ароматических углеводородов		2	2		4		
Тема 9. Промышленные способы получения ацетилена	2			3			
Тема 10. Промышленные способы получения оксида углерода и синтез-газа (смесь CO и H <sub>2</sub> )	2				ГД		

Раздел 3. Основные процессы органического синтеза: гидролиз, алкилирование						
<p>Тема 11. Процессы гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования.</p> <p>Кислотно-основный катализ. Влияние катализатора на кинетические параметры реакций. Реакции гидратации. Синтез спиртов из олефинов. Сернокислотная и прямая гидратация олефинов. Характеристика производства этанола, требования к исходному сырью. Дегидратация мономолекулярная, бимолекулярная. Гидролиз хлорорганических соединений. Получение окисей алкенов (эпоксидов) реакцией элиминирования. Производство спиртов и фенолов в процессе щелочного гидролиза (технология процесса). Этерификация (получение сложных эфиров). Ацилирование спиртов и фенолов с использованием различных ацилирующих агентов. Гидролиз сложных эфиров и реакции ацильного переноса. Реакции фосфорилирования. Реакции амидирования. Характеристика процессов дегидратации амидов и гидратации нитрилов. Гидролиз амидов.</p> <p>Лабораторная работа: Процессы гидролиза, гидратации, этерификации.</p> <p>Практическое занятие: Процессы гидролиза, гидратации, этерификации</p>	4	4	4	6		Л
<p>Тема 12. Процессы алкилирования.</p> <p>Классификация процессов алкилирования. Алкилирующие агенты катализаторы. Алкилирование изобутана бутиленами. Технология алкилирования ароматических соединений. Технологическая схема производства этил- и изопропилбензола. Алкилирование по атомам кислорода, серы и азота (O-, S-, N-алкилирование). Оксигетилирование и другие синтезы на основе <math>\alpha</math>-оксидов. Технология синтезов из <math>\alpha</math>-оксидов, характеристика получаемых продуктов. Характеристика неионогенных поверхностно-активных веществ. Технологическая схема производства гликолей</p> <p>Лабораторная работа: Получение сложных эфиров</p> <p>Практическое занятие: Процессы алкилирования</p>	3	4	4	6	ГД	
Раздел 4. Основные процессы органического синтеза: сульфирование, нитрование						Л

<p>Тема 13. Процессы сульфатирования и сульфирования Сульфатирование спиртов и олефинов. Технологические процессы производства ПАВ типа алкилсульфатов по реакции сульфатирования. Технологическая схема производства СМС на основе алкилсульфатов. Характеристика процессов сульфирования на примерах сульфирования ароматических соединений. Примеры использования ароматических сульфоокислот. Общая характеристика процессов сульфохлорирования и сульфоокисления Лабораторная работа: Процессы сульфатирования и сульфирования Практическое занятие: Процессы сульфатирования и сульфирования</p>	3	4	4	6		
<p>Тема 14. Процессы нитрования. Нитрование ароматических соединений. Нитрование парафинов. Синтез нитроэфиров. Применение нитроэфиров целлюлозы. Технология процесса нитрования. Технологическая схема нитрования пропана Лабораторная работа: Процессы нитрования Практическое занятие: Процессы нитрования</p>	2	4	4	6	ГД	
<p>Раздел 5. Основные процессы органического синтеза: окисление, галогенирование</p>						
<p>Тема 15. Процессы окисления и восстановления Окислительные реагенты. Радикально-цепное окисление. Кумольный способ получения фенола и ацетона. Восстановление (гидрирование). Гидрирование по С=C и С≡С связям. Катализ, условия реакций Лабораторная работа: Процессы окисления Практическое занятие: Процессы окисления</p>	3	4	2	6	ГД	
<p>Тема 16. Процессы галогенирования Механизм и процесс радикально-цепного хлорирования. Хлорирование предельных углеводородов. Хлорирование непредельных углеводородов (олефинов). Технология жидкофазного хлорирования. Технология газофазного хлорирования. Особенности ионно-каталитического галогенирования. Характеристика гидрогалогенирования по С=C связи. Технология производства винилхлорида из ацетилена. Специфика хлорирования ароматических соединений в ядро. Технология синтеза винилхлорида из этилена. Характеристика процессов оксихлорирования. Промышленно важные соединения, получаемые галогенированием. Практическое занятие: Процессы галогенирования</p>	4	8		6		Л
<p>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</p>	34	34	34	87		

Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5			24,5		
Раздел 6. Введение в химическую технологию неорганических веществ							
Тема 17. Сырьевая база производств неорганических веществ. Характеристика основных видов сырья для производства катализаторов, кислот, минеральных удобрений, солей, щелочей. Требования, предъявляемые к сырью. Способы подготовки сырья: дробление, флотация, обжиг, растворение, сепарация. Техника безопасности на производствах неорганического синтеза. Лабораторная работа "Водоподготовка". Лабораторная работа "Определение влагосодержания неорганических солей". Практическое занятие "Расчет минерального и химического состава сырья"	7	4	4	4	14	ИЛ	Л,О
Тема 18. Типовые процессы в технологии неорганических веществ. Термохимические процессы. Виды катализа, стадии протекания и пути интенсификации процессов катализа. Особенности процессов в неподвижном и взвешенном слоях катализатора. Методы разделения многокомпонентных смесей. Кристаллизация из растворов, расплавов и газовой фазы, фракционная конденсация, ректификация, абсорбция, адсорбция, ионный обмен, экстракция, электрохимические методы.		2			14		
Тема 19. Экологические проблемы в технологии неорганических веществ. Источники загрязнения, их свойства и характеристики - газообразные, жидкие и твердые отходы, тепловое загрязнение. Способы уменьшения, обезвреживания и очистки отходов от примесей соединений серы, азота, углерода, галогенов, кислот и растворителей. Утилизация отходов		2			6	ГД	
Раздел 7. Технология промышленных газов и связанного азота							
Тема 20. Промышленные газы. Свойства, применение и способы получения инертных газов, азота, кислорода, водорода, синтез-газа. Производство азота и кислорода из воздуха. Способы получения азота и кислорода из воздуха методом глубокого охлаждения. Принципы работы холодильного цикла Капицы. Методы ректификации жидкого воздуха. Принципы работы оборудования по разделению воздуха. Агрегат разделения АКТ-15.		2			8	ИЛ	Л,О

<p>Тема 21. Производство азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Методы очистки азотоводородной смеси от оксидов углерода (II) и (IV). Теоретические основы и технологические схемы очистки азотоводородной смеси растворами моноэтаноламина, промывки жидким азотом, метанирования, с применением катализатора. Практическое занятие "Расчет количественных характеристик процесса конверсии природного газа"</p>	2	8		4		
<p>Тема 22. Производство аммиака. Аммиак, его свойства, требования стандартов к его качеству. Хранение, транспортирование. Теоретические основы процесса синтеза аммиака. Влияние технологических параметров на процесс синтеза аммиака. Катализаторы в производстве аммиака. Технологические схемы и режим работы оборудования при среднем и высоком давлении. Принципы работы технологического оборудования. Лабораторная работа "Аммиак: получение, свойства, количественный анализ"</p>	2		4	10		
<p>Тема 23. Производство азотной кислоты. Свойства концентрированной и разбавленной азотной кислоты, хранение и транспортирование. Методы получения азотной кислоты. Производство азотной кислоты из аммиака. Основные стадии процесса. Теоретические основы окисления аммиака. Влияние технологических параметров на окисление аммиака; катализаторы окисления. Окисление оксидов азота и поглощение их водой. Теоретические основы окисления оксидов азота (II) до (IV) и поглощения их водой. Влияние давления, температуры и состава газовой смеси на процесс окисления и абсорбции. Технологические схемы по производству азотной кислоты. Способы очистки отходящих нитрозных газов. Способы концентрирования азотной кислоты с помощью серной кислоты или нитрата магния. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Особенности протекания химических реакций, технологическая схема, устройство. Режим работы основного оборудования. Лабораторная работа "Содержание нитрат-анионов". Практическое занятие "Материальный баланс получения азотной кислоты окислением аммиака"</p>	4	8	4	10	ГД	
<p>Раздел 8. Технология кислот</p>						



<p>Тема 24. Производство серной кислоты. Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства. Получение сернистого газа. Производство серной кислоты контактным методом. Сущность контактного метода производства серной кислоты, основные стадии контактного метода, химические реакции, протекающие на катализаторе и при окислении оксида (IV) до оксида серы (VI), физико-химические основы процессов очистки обжигового газа от примесей As, Se, тумана, влаги, абсорбции серного ангидрида, мероприятия по обезвреживанию отходящих газов и сточных вод, методы оптимизации технологических режимов основных стадий производства. Производство серной кислоты нитрозным методом. Сущность нитрозного метода. Основные стадии процесса. Технологическая схема и режим процесса получения серной кислоты нитрозным методом и схема производства. Обезвреживание отходящих газов. Лабораторная работа "Определение содержания сульфат-анионов". Лабораторная работа "Применение серной кислоты в текстильной промышленности". Практическое занятие "Расчет основных количественных характеристик процесса обжига серного калчедана"</p>	4	8	6	10	ИЛ	
<p>Тема 25. Производство синтетической соляной кислоты. Сульфатный метод получения хлористого водорода. Синтез хлористого водорода. Технологическая схема процесса и режим работы оборудования. Абсорбция хлористого водорода водой. Режим работы абсорбера. Лабораторная работа "Получение и свойства галогеноводородов"</p>	2		2	4		
<p>Раздел 9. Содовое производство</p>						
<p>Тема 26. Электрохимический способ получения каустической соды. Режим работы электролизеров. Получение жидкого и твердого каустика. Подготовка хлора к использованию и хранению. Техника безопасности в производстве каустической соды. Технологические расчеты в производстве каустической соды.</p>	2			4	Л	

<p>Тема 27. Технология кальцинированной соды.</p> <p>Сущность аммиачного способа производства кальцинированной соды. Теоретические основы процесса обжига карбонатного сырья; схема получения оксида углерода (IV); режим работы известковых печей. Получение и очистка рассола. Аммонизация рассола, теоретические основы, технологическая схема, режим работы абсорбционных башен. Карбонизация аммонизированного рассола: теоретические основы процесса, технологическая схема; устройство карбонизационных колонн. Технологический режим станции фильтрации. Кальцинирование сырого гидрокарбоната натрия: теоретические основы; технологическая схема; режим работы кальцинатора. Регенерация аммиака: теоретические основы процесса; технологическая схема; режим работы станции дистилляции. Лабораторная работа "Получение тиосульфата натрия" Лабораторная работа "Каустификация содового раствора"</p>	2	4	6	ГД	
<p>Раздел 10. Технология фосфорных удобрений</p>					
<p>Тема 28. Схема производства фосфорной кислоты электротермическим методом. Производство экстракционной фосфорной кислоты дигидратным, полугидратным и ангидритным методами. Производство кормового преципитата из экстракционной фосфорной кислоты.</p>			6		
<p>Тема 29. Технологии фосфорных удобрений.</p> <p>Основные виды фосфатного сырья, их характеристика, методы переработки. Фосфорные удобрения, основные виды, характеристика. Фосфоритная мука, требования к ней и методы производства. Простой суперфосфат, технологические схемы его производства. Анализ процесса производства простого суперфосфата с помощью диаграммы состояния системы <math>\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}</math>. Технологические схемы производства двойного суперфосфата. Анализ процесса производства двойного суперфосфата с помощью диаграммы состояния системы <math>\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}</math>. Физико-химические основы электротермического способа производства фосфора. Лабораторная работа "Получение и анализ фосфорных удобрений"</p>	2	4	6	ИЛ	О,Л
<p>Раздел 11. Технология калийных и азотных удобрений</p>					Л

Тема 30. Технологии азотных удобрений Характеристика основных видов азотных удобрений. Производство сульфата аммония из коксового газа. Получение сульфата аммония из гипса. Физико-химические основы производства аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком. Принципиальные технологические схемы производства аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком. Получение аммиачной селитры конверсией нитрата кальция. Физико-химические основы синтеза карбамида. Принципиальные схемы производства карбамида. Лабораторная работа "Получение и анализ аммиачных удобрений". Практическое занятие "Расчет содержания азота в азотных удобрениях"	2	6	4	10	ИЛ
Тема 31. Технология калийных удобрений Характеристика сырья для производства калийных удобрений. Основные методы производства хлорида калия. Основные методы производства сульфата калия Лабораторная работа "Получение и анализ калийных удобрений"	2		2	8	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34	34	120	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		5,5		24,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		212		256	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Целью выполнения курсового проекта является закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков решения инженерных задач у обучающегося в области проектирования предприятий органического и неорганического синтеза.

Задачей курсового проектирования является решение комплекса вопросов, относящихся к технологии, организации и планированию в области основ проектирования предприятий органического и неорганического синтеза, в том числе связанных с экологической безопасностью производства.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Направлена на рассмотрение современного уровня развития технической и технологической базы современного оборудования и предприятий органического и неорганического синтеза, а также на овладение знаниями, позволяющими студентам успешно адаптироваться к применению профессиональных навыков в условиях реального химического производства.

Студент выполняет одно из предложенных заданий.

Задание 1. Выполнить проект реакторного узла для получения заданного соединения.

Задание 2. Выполнить проект установки получения заданного соединения.

Задание 3. Выполнить проект участка синтеза заданного соединения.

Задание 4. Выполнить проект цеха для производства заданного соединения.

#### 4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовой проект представляется в виде пояснительной записки, оформленной в соответствии с Государственным стандартом, в шитом виде, на

одной стороне листа А4 размером 210x297 мм и в электронном варианте на диске DWD. Структура пояснительной записки должна соответствовать стандарту и содержать титульный лист, задание, реферат, оглавление, введение, основную часть, содержащую разделы, подразделы, заключение (выводы), список использованных литературных источников. Графическая часть выполняется в виде приложения на бумаге формата А4 и включает схемы технологических процессов, чертеж оборудования, схему химического реактора (устанавливается заданием).

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-5	<p>Описывает требования к исходному сырью и вспомогательным материалам для конкретных технологических процессов, дает характеристику готовой продукции.</p> <p>Предлагает мероприятия по охране труда и промышленной безопасности, приводит примеры совершенствования технологических процессов синтеза органических и неорганических веществ различных классов.</p> <p>На основе анализа научно-технической информации делает выбор оптимального метода синтеза, предлагает методы очистки и идентификации полученных при синтезе веществ</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Курсовой проект</p>

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач.</p>	<p>В курсовой работе обучающийся демонстрирует понимание условий синтеза, выбора нужных реагентов и катализаторов, знание основных стадий химических превращений, пишет схемы реакций, обосновывает выбор оборудования в соответствии с заданием.</p>
4 (хорошо)	<p>Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но допущены в ответах небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки</p>	<p>Демонстрирует достаточное понимание условий синтеза, выбирает нужные реагенты, оборудование и условия синтеза, при написании схем реакций допускает незначительные погрешности и несущественные ошибки.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Демонстрирует понимание предмета в целом при неполных, слабо аргументированных ответах. Присутствуют неточности в ответах, пробелы в знаниях по некоторым темам, существенные ошибки, которые могут быть найдены и частично устранены в результате собеседования. При понимании сущности предмета в целом – пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, существенные ошибки, устранение которых в результате собеседования затруднено.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условий синтеза, но не владеет навыками анализа промежуточных стадий. При написании схем реакций и объяснении роли каждого компонента допускает незначительные погрешности.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Имеет место непонимание заданного вопроса, неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).</p>	<p>Обучающийся демонстрирует непонимание условий синтеза, не владеет навыками анализа промежуточных стадий. При написании схем реакций и объяснении роли каждого компонента допускает ошибки.</p>

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
-------	-----------------------

Семестр 7	
1	Источники сырья для производства органических веществ. Состав нефти и природного газа.
2	Основные свойства нефтепродуктов, требования к исходному сырью
3	Важнейшие продукты основного органического синтеза. Мономеры. Пластификаторы. Синтетические моющие средства. Синтетические топлива и смазочные масла. Растворители. Пестициды.
4	Перспективные направления развития технологий органического и нефтехимического синтеза.
5	Мероприятия по охране труда и окружающей среды в химической технологии органических веществ. Принципы «Зеленой химии».
6	Основные группы сырья для промышленности органического синтеза. Общая характеристика способов получения каждой группы. Требования к исходному сырью каждой группы
7	Промышленные способы получения парафинов (СН <sub>4</sub> – С <sub>40</sub> ).
8	Промышленные способы получения олефинов (С <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> , С <sub>3</sub> Н <sub>6</sub> , С <sub>4</sub> Н <sub>8</sub> ).
9	Производство этилена и пропилена пиролизом углеводородов
10	Промышленные способы получения ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, нафталин).
11	Промышленные способы получения ацетилена
12	Промышленные способы получения оксида углерода и синтез-газа (смесь СО и Н <sub>2</sub> )
13	Процессы гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования. Кислотно-основный катализ. Влияние катализатора на кинетические параметры реакций.
14	Реакции гидратации. Синтез спиртов из олефинов. Серноокислотная и прямая гидратация олефинов. Характеристика производства этанола, требования к исходному сырью.
15	Дегидратация мономолекулярная, бимолекулярная.
16	Гидролиз хлорорганических соединений. Получение окисей алкенов (эпоксидов) реакцией элиминирования.
17	Производство спиртов и фенолов в процессе щелочного гидролиза (технология процесса).
18	Этерификация (получение сложных эфиров).
19	Ацилирование спиртов и фенолов с использованием различных ацилирующих агентов. Гидролиз сложных эфиров и реакции ацильного переноса.
20	Реакции фосфорилирования. Реакции амидирования. Характеристика процессов дегидратации амидов и гидратации нитрилов. Гидролиз амидов.
21	Классификация процессов алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы.
22	Алкилирование изобутана бутиленами.
23	Технология алкилирования ароматических соединений. Технологическая схема производства этил- и изопропилбензола.
24	Характеристика процессов сульфирования на примерах сульфирования ароматических соединений. Примеры использования ароматических сульфокислот.
25	Нитрование ароматических соединений. Нитрование парафинов. Технология процесса нитрования. Технологическая схема нитрования пропана.
26	Синтез нитрозэфиров. Применение нитрозэфиров целлюлозы.
27	Процессы окисления, окислительные реагенты. Радикально-цепное окисление. Кумольный способ получения фенола и ацетона.
28	Восстановление (гидрирование). Гидрирование по С=C и С≡С связям. Катализ, условия реакций.
29	Процессы галогенирования. Механизм и процесс радикально-цепного хлорирования. Хлорирование предельных углеводородов. Хлорирование непредельных углеводородов (олефинов).
30	Технология жидкофазного хлорирования.
31	Технология газофазного хлорирования.
32	Особенности ионно-каталитического галогенирования. Характеристика гидрогалогенирования по С=C связи. Промышленно важные соединения, получаемые галогенированием.
33	Технология производства винилхлорида из ацетилена.
34	Технология синтеза винилхлорида из этилена.
35	Синтезы на основе α-оксидов, технология, характеристика получаемых продуктов. Характеристика неионогенных поверхностно-активных веществ.

36	Технологическая схема производства гликолей
37	Сульфатирование спиртов и олефинов. Технологические процессы производства ПАВ типа алкилсульфатов по реакции сульфатирования. Технологическая схема производства СМС на основе алкилсульфатов.
38	Классификация минерального сырья
39	Спектроскопические свойства минералов: цвет и блеск
40	Спектроскопические свойства минералов: прозрачность и люминесценция
41	Механические свойства минералов: твердость, упругость, деформация
42	Механические свойства минералов: спайность и плотность
43	Электрические и магнитные свойства минералов
44	Самородные элементы
45	Сульфиды (пирит, халькопирит, киноварь, сфарелит)
46	Галоидные минералы (галит, сильвин, сильвинит, флюорит)
47	Минералы-оксиды (магнетит, гематит, лимонит, куприт, кварц)
48	Минералы-сульфаты (гипс, ангидрит, барит, целестин)
49	Минералы-карбонаты (кальцит, магнезит, доломит, малахит)
50	Минералы-силикаты: разнообразность структур
51	Минеральный и шихтовый состав глины и полевого шпата
52	Подготовка руды (дробление, грохочение, измельчение)
53	Обогащение руды (основные показатели)
54	Флотация в подготовке минерального сырья для химических производств
55	Основные процессы подготовки технологической воды
56	Основные экологические проблемы в производстве кислот
57	Основные экологические проблемы в производстве щелочных продуктов
58	Краткая характеристика промышленных газов. Сжижение газов
59	Способы получения азота и кислорода из воздуха методом глубокого охлаждения
60	Схема воздуходелительной установки. Очистка воздуха
61	Основные промышленные способы получения водорода
62	Разделение коксового газа
63	Очистка газов от сероводорода
64	Газификация твердого топлива
65	Аминовая очистка газов от двуокиси углерода
66	Паровая конверсия метана
67	Методы очистки азотоводородной смеси от оксидов углерода (II) и (IV)
68	Аммиак, его свойства, хранение, транспортирование
69	Теоретические основы процесса синтеза аммиака
70	Влияние технологических параметров на процесс синтеза аммиака
71	Катализаторы в производстве аммиака
72	Основные стадии синтеза аммиака
73	Производство азотной кислоты из аммиака. Основные стадии процесса
74	Теоретические основы окисления аммиака. Катализаторы окисления
75	Окисление оксидов азота и поглощение их водой
76	Методы концентрирования азотной кислоты
77	Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Особенности протекания химических реакций
78	Характеристика серной кислоты и сырья для ее производства. Технические требования к качеству серной кислоты, хранение и транспортирование серной кислоты
79	Теоретические основы процесса горения серосодержащего сырья. Основные аппараты для обжига колчедана, серы
80	Очистка обжигового газа от пыли, от примесей As, Se, тумана, влаги в производстве серной кислоты контактным методом
81	Окисление сернистого ангидрида до серного. Теоретические основы процесса
82	Абсорбция серного ангидрида в производстве серной кислоты контактным методом
83	Методы оптимизации производства серной кислоты контактным методом
84	Основные стадии процесса производства серной кислоты нитрозным методом
85	Очистка отходящих газов и нейтрализация сточных вод в производстве
86	Сульфатный метод получения хлористого водорода

87	Абсорбция хлористого водорода водой. Принцип работы абсорбера
88	Виды содовых продуктов и их применение
89	Электрохимический способ получения щелочи. Устройство электролизеров
90	Основные и побочные процессы производства каустической соды электролизом. Сравнительный анализ электрохимических методов
91	Химические способы получения каустической соды
92	Сырьё для производства кальцинированной соды. Сущность нефелинового способа
93	Аммиачный способ получения кальцинированной соды: основные стадии процесса, отличие методов Сольве и Хоу
94	Очистка рассола и физико-химические основы обжига известняка
95	Аммонизация рассола и карбонизация аммонизированного рассола: теоретические основы процесса, устройство колонн
96	Кальцинирование сырого гидрокарбоната натрия: теоретические основы, принцип работы кальцинатора
97	Регенерация аммиака и диоксида углерода. Принцип работы станции дистилляции
98	Основные виды фосфатного сырья, их характеристика, методы переработки. Фосфорные удобрения, основные виды, характеристика
99	Простой суперфосфат, технологические схемы его производства. Анализ процесса производства простого суперфосфата с помощью диаграммы состояния системы $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$
100	Технологические схемы производства двойного суперфосфата. Анализ процесса производства двойного суперфосфата с помощью диаграммы состояния системы $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$
101	Характеристика основных видов азотных удобрений. Получение аммиачной селитры конверсией нитрата кальция
102	Производство сульфата аммония из коксового газа. Получение сульфата аммония из гипса
103	Физико-химические основы и принципиальные технологические схемы производства аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком
104	Физико-химические основы синтеза карбамида. Принципиальные схемы производства карбамида
105	Характеристика сырья для производства калийных удобрений. Основные методы производства хлорида калия
106	Основные методы производства сульфата калия
107	Технологические схемы производства аммофоса. Удобрения на основе фосфата аммония

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Обоснуйте выбор критериев и факторов оптимизации технологических процессов синтеза ацетальдегида

2. Составьте схему синтеза гликолей с учетом условий его проведения и целевого назначения конечного продукта

3. Выберите параметры процесса жидкофазного хлорирования, оборудование для его проведения

4. Процессы, оборудование и технологии для наиболее эффективного пути переработки твердых алканов

5. На установку гидрирования адипонитрила производительностью 900 кг гексаметилендиамина в час подают 3500м водорода. Определить мольное соотношение адипонитрила и водорода, если выход гексаметилендиамина составляет 95% в расчете на исходный адипонитрил.

6. Рассчитайте шихтовый состав массы, имеющей следующий химический состав, %:  $\text{SiO}_2$  – 58,66;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 29,39;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,85;  $\text{MgO}$  – 0,08;  $\text{CaO}$  0,13;  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,08;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,10; п.п.п. – 7,71. В качестве сырьевых материалов использовать каолин, глину, полевой шпат, кварцевый песок.

7. Производительность установки по серной кислоте составляет 740 тысяч тонн моногидрата в год. Рассчитайте и оформите материальный баланс непрерывного процесса получения серной кислоты на основе элементарной серы.

9. При производстве азотной кислоты окислением аммиака первой стадией является получение нитрозных газов. Рассчитайте степень конверсии аммиака и кислорода на основании представленного материального баланса.

10. При получении азотной кислоты окислением аммиака первой стадией является получение окиси азота и воды. Производительность установки по  $\text{NO}$  составляет 45000 кг/ч. Содержание инертных примесей в техническом аммиаке составляет 5%мас. Степень конверсии аммиака - 90 %. Рассчитайте материальный баланс непрерывного процесса получения окиси азота  $\text{NO}$ .

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студент имеет право пользоваться справочными таблицами, калькулятором. Количество вопросов в билете - 3. Время на подготовку ответа по билету - 60 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Ахмедьянова, Р. А., Лиакумович, А. Г.	Химическая технология переработки газового сырья. Производство мономеров из газового сырья	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63544.html">http://www.iprbookshop.ru/63544.html</a>
Козадерова О. А., Нифталиев С. И.	Технология минеральных удобрений	Воронеж: ВГУИТ	2014	<a href="http://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=344508">http://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=344508</a>
Рахматуллина, А. П., Бескровный, Д. В.	Химическая технология переработки газового сырья. Химия синтез-газа	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79594.html">http://www.iprbookshop.ru/79594.html</a>
Ахметова, Р. Т., Ахметов, Т. Г., Юсупова, А. А., Бараева, Л. Р., Хацринов, А. И.	Химическая технология серной кислоты	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/100692.html">http://www.iprbookshop.ru/100692.html</a>
Собачкина, Т. Н., Петров, Е. С., Баранова, Ю. Б., Андреева, Г. В., Кудрина, Н. В., Мухаметзянова, А. А., Гильманова, Р. З.	Химическая технология органических веществ	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/95061.html">http://www.iprbookshop.ru/95061.html</a>
Солодова, Н. Л., Емельянычева, Е. А.	Химическая технология переработки нефтяных остатков и природных битумов	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/95062.html">http://www.iprbookshop.ru/95062.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Субочева, М. Ю., Орехов, В. С., Брянкин, К. В., Дегтярев, А. А.	Химическая технология органических веществ. Часть 1	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/64616.html">http://www.iprbookshop.ru/64616.html</a>
Ахмедьянова, Р. А., Рахматуллина, А. П., Юнусова, Л. М.	Химическая технология переработки газового сырья	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63543.html">http://www.iprbookshop.ru/63543.html</a>



Киселев А. М.	Химическая технология органических и неорганических веществ. Часть 1. Химическая технология органических веществ. Курс лекций	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173</a>
Киселев А. М., Дащенко Н. В., Есиков К. А.	Химическая технология органических и неорганических веществ. Химия нефти и газа	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017639">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017639</a>
Киселев А. М., Дащенко Н. В.	Химическая технология органических и неорганических веществ	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018139">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018139</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Химическая технология. Открытые видеолекции учебных курсов МГУ [teach-in.ru](http://teach-in.ru)  
OilGasField.ru. нефтегазовые новости <http://oilgasfield.ru/>  
Промплейс.ру техника и оборудование <https://promplace.ru/pererabotka-polimerov-801.htm>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
Microsoft Windows

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная лаборатория, оснащенная вытяжкой, оборудованием, реактивами, химической посудой

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска