

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Химическая технология органических и неорганических веществ

Учебный план: 2024-2025 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-3-94 (1-ХВ-5).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: очно-заочная

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					
4	УП	12	8	12	211	9	7	Экзамен
	РПД	12	8	12	211	9	7	
5	УП	8	8	16	166	18	6	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	8	8	16	166	18	6	
Итого	УП	20	16	28	377	27	13	
	РПД	20	16	28	377	27	13	

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

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

Сашина Елена
Сергеевна

Старший преподаватель

Кириш Константин
Сергеевич

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:

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
- Теоретические основы технологии органических и неорганических веществ
- Системы управления и автоматизации химико-технологических процессов
- Экологические проблемы производств органических и неорганических веществ
- Химия полимеров
- Коллоидная химия
- Синтез, свойства и применение поверхностно-активных веществ
- Химия растворителей
- Процессы и аппараты химической технологии
- Методы исследования объектов органического синтеза
- Методы исследования объектов неорганического синтеза
- Синтез красителей и органических пигментов
- Физико-химические методы интенсификации технологических процессов
- Экология
- Общая и неорганическая химия
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа
- Органическая химия
- 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 усовершенствованию 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	4						Л,Т
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	5	13		
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.		0,5			10		
Тема 3. Перспективные направления развития технологий органического и нефтехимического синтеза. Мероприятия по охране труда и окружающей среды в химической технологии органических веществ.		0,5			10	ГД	
Раздел 2. Процессы пиролиза							
Тема 4. Основные группы сырья для промышленности органического синтеза. Общая характеристика способов получения каждой группы. Требования к исходному сырью каждой группы Сырье для промышленности органического синтеза					8		
Тема 5. Промышленные способы получения парафинов (СН ₄ – С ₄₀). Лабораторная работа: Фракционная перегонка нефти		0,5		1	10		
Тема 6. Промышленные способы получения олефинов (С ₂ Н ₄ , С ₃ Н ₆ , С ₄ Н ₈).		0,5			8		
Тема 7. Производство этилена и пропилена пиролизом углеводородов		1,5			8		
Тема 8. Промышленные способы получения ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, нафталин). Промышленные способы получения бензола и его производных		0,5			8		
Тема 9. Промышленные способы получения ацетилена	0,5			8			
Тема 10. Промышленные способы получения оксида углерода и синтез-газа (смесь СО и Н ₂)	0,5			8	ГД		
Раздел 3. Основные процессы органического синтеза: гидролиз, алкилирование						Л	

<p>Тема 11. Процессы гидролиза, гидратации, дегидратации, этерификации и амидирования. 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. Процессы с отщеплением и присоединением воды</p>		1			20		
<p>Тема 12. Процессы алкилирования. 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). Оксипропилирование и другие синтезы на основе α-оксидов. Технология синтезов из α-оксидов, характеристика получаемых продуктов. Характеристика неионогенных поверхностно-активных веществ. Технологическая схема производства гликолей Лабораторная работа: Получение сложных эфиров</p>		1	2		20	ГД	
<p>Раздел 4. Основные процессы органического синтеза: сульфирование, нитрование</p>							
<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 сульфо кислот. Общая характеристика процессов сульфо хлорирования и сульфо окисления</p>		1			20	Л	

<p>Тема 14. Процессы нитрования. Нитрование ароматических соединений. Нитрование парафинов. Синтез нитроэфиров. Применение нитроэфиров целлюлозы. Технология процесса нитрования. Технологическая схема нитрования пропана Лабораторная работа: Получение нитросоединений Практическое занятие: Особенности процессов нитрования разных классов органических веществ</p>		1	3	4	20	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 Практическое занятие: Окисление органических соединений разных классов</p>		1	1		20	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: Галогенирование органических соединений разных классов</p>							Л
<p>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</p>		12	8	12	211		
<p>Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)</p>		2,5			6,5		
<p>Раздел 6. Введение в химическую технологию неорганических веществ</p>	5						Л,К

<p>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".</p>	1	2	2	12	ГД	
<p>Тема 18. Типовые процессы в технологии неорганических веществ. Термохимические процессы. Виды катализа, стадии протекания. Методы разделения многокомпонентных смесей. Кристаллизация из растворов, расплавов и газовой фазы, фракционная конденсация, ректификация, абсорбция, адсорбция, ионный обмен, экстракция, электрохимические методы.</p>	1			14		
<p>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.</p>				8	ГД	
<p>Раздел 7. Технология промышленных газов и связанного азота</p>						
<p>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.</p>	1			8	ИЛ	
<p>Тема 21. Производство азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Конверсия метана и окиси углерода водяным паром. Методы очистки азотоводородной смеси от оксидов углерода (II) и (IV). Теоретические основы и технологические схемы очистки азотоводородной смеси растворами моноэтаноламина, метанирования с применением катализатора. Практическое занятие "Расчет количественных характеристик процесса конверсии природного газа".</p>	1	2		8		К,Л

<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. Технологическая схема и режим работы оборудования при среднем давлении. Принципы работы технологического оборудования. Лабораторная работа "Аммиак: получение, свойства, количественный анализ".</p>	1	2	14		
<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>	1	2	11	ГД	
Раздел 8. Технология кислот					

<p>Тема 24. Производство серной кислоты. Характеристика серной кислоты и сырье для ее производства. Свойства, применение и получение серы. 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. Методы утилизации и переработки отходов в сернокислотной промышленности. 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>	1	4	4	16	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>				8		
<p>Раздел 9. Содовое производство</p>						
<p>Тема 26. Методы получения каустической соды и хлора. Поваренная соль, ее свойства, добыча, применение. 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. Очистка выбросов в хлорной промышленности. Технологические расчеты в производстве каустической соды.</p>				8	Л	

<p>Тема 27. Технология кальцинированной соды. Карбонатное сырье для производства соды. Способы получения кальцинированной соды. Свойства, получение и применение извести. 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. Методы утилизации и переработки отходов в производстве соды. Лабораторная работа "Получение тиосульфата натрия" Лабораторная работа "Каустификация содового раствора".</p>	1	2	10	ГД	
<p>Раздел 10. Технология фосфорных удобрений</p>					
<p>Тема 28. Основные виды фосфатного сырья, их характеристика, методы переработки. Физико-химические основы электротермического способа производства фосфора. Теоретические основы и схема производства фосфорной кислоты электротермическим методом. Производство экстракционной фосфорной кислоты дигидратным, полугидратным и ангидритным методами. Производство кормового преципитата из экстракционной фосфорной кислоты.</p>			14		К,Л

Тема 29. Технология фосфорсодержащих удобрений. Фосфорные удобрения, основные виды, характеристика. Фосфоритная мука, требования к ней и ее производство. Простой и двойной суперфосфат, физико-химические основы производства, технологические схемы их производства. Методы утилизации и переработки отходов фосфорной промышленности. Лабораторная работа "Получение и анализ фосфорных удобрений. Технология комплексных удобрений. Фосфаты аммония и удобрения на их основе: аммофос, диаммофос, сульфоаммофос, диаммофоска, нитроаммофоска. Азотнокислотное разложение фосфатов. Методы переработки азотнокислотной вытяжки на комплексные удобрения. Получение нитрофоса и нитрофоски вымораживанием нитрата кальция. Конверсия нитрата кальция. Нитрат калия, способы его производства. Производство нитрата калия из нитрата натрия.				2	10	ГД	
Раздел 11. Технология калийных и азотных удобрений							
Тема 30. Технология азотных удобрений. Характеристика основных видов азотных удобрений. Производство сульфата аммония из коксового газа и синтетического аммиака. Получение сульфата аммония из гипса. Физико-химические основы производства аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком. Принципиальная технологическая схема 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	14	ГД	Л,К
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".					11	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	8	16	166			
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		5,5		12,5			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		72		396			

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</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>

	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.	
2 (неудовлетворительно)	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).	Обучающийся демонстрирует непонимание условий синтеза, не владеет навыками анализа промежуточных стадий. При написании схем реакций и объяснении роли каждого компонента допускает ошибки.

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
Курс 4	
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 (C _n H _{2n+2} – C ₄₀).
8	Промышленные способы получения олефинов (C ₂ H ₄ , C ₃ H ₆ , C ₄ H ₈).
9	Производство этилена и пропилена пиролизом углеводородов
10	Промышленные способы получения ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы, нафталин).
11	Промышленные способы получения ацетилен
12	Промышленные способы получения оксида углерода и синтез-газа (смесь CO и H ₂)
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 нитроэфиров. Применение нитроэфиров целлюлозы.
27	Процессы окисления, окислительные реагенты. Радиально-цепное окисление. Кумольный способ получения фенола и ацетона.
28	Восстановление (гидрирование). Гидрирование по C=C и C≡C 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 C=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.
Курс 5	
38	Минеральное сырье неорганической промышленности. Классификация
39	Методы подготовки и обогащения минерального сырья
40	Классификация загрязнений окружающей среды. Классификация отходов
41	Приемы обращения с отходами, примеры. Комплексное использования сырья, примеры
42	Круговорот азота в природе, типы фиксации азота. Источники связанного азота в природе. Промышленные способы связывания азота
43	Свойства и области применения водорода. Способы получения водорода
44	Получение водорода разделением коксового газа. Принципиальная схема получения
45	Получение водорода из углеродсодержащего сырья. Газификация твердого топлива. Генераторные газы. Конверсия природного газа. Способы получения азото-водородной смеси
46	Свойства и области применения азота и кислорода. Получение кислорода и азота методом глубокого охлаждения воздуха. Теоретические основы. Основные стадии и оборудование
47	Природный газ. Физико-химические основы очистки природного газа от сернистых соединений. Принципиальная схема очистки
48	Паровая и паро-воздушная конверсия природного газа, равновесие, скорость, катализаторы
49	Паровая конверсия оксида углерода II, равновесие, скорость, катализаторы
50	Оборудование конверсии природного газа и оксида углерода II
51	Очистка синтез-газа от оксида углерода IV. Физико-химические основы процесса. Схема очистки
52	Тонкая очистка синтез-газа от оксидов углерода. Катализаторы. Физико-химические основы процесса
53	Принципиальная технологическая схема получения синтез-газа для синтеза аммиака
54	Аммиак, свойства, области применения. Способы получения аммиака, сырье для получения
55	Синтез аммиака, равновесие, скорость процесса, катализаторы. Оборудование синтеза аммиака, температурный режим
56	Принципиальная технологическая схема синтеза аммиака. Энерготехнологический принцип построения схемы производства аммиака. Потери аммиака с продувочными и танковыми газами. Методы снижения потерь
57	Азотная кислота, свойства, области применения. Способы получения азотной кислоты, сырье для получения
58	Контактное окисление аммиака, равновесие, скорость, катализаторы, оборудование
59	Окисление монооксида азота, равновесие, скорость
60	Абсорбция оксидов азота, равновесие, скорость, оборудование
61	Методы очистки хвостовых газов производства азотной кислоты. Щелочная абсорбция

62	Каталитическая очистка хвостовых газов производства азотной кислоты. Теоретические основы, катализаторы
63	Нитрат аммония, свойства, сырье для получения, способы получения, физико-химические основы получения
64	Принципиальная технологическая схема производства неконцентрированной азотной кислоты
65	Физико-химические основы получения концентрированной азотной кислоты перегонкой с водоотнимающими средствами
66	Принципиальная схема получения концентрированной азотной кислоты с помощью серной кислоты
67	Прямой синтез концентрированной азотной кислоты, реакции, условия синтеза
68	Сера в природе. Круговорот серы. Добыча самородной серы. Свойства и области применения серы
69	Методы очистки природных газов от сернистых соединений. Теоретические основы хемосорбционного метода
70	Теоретические основы получения серы из сероводородных газов методом Клауса. Катализаторы процесса Клауса. Оборудование. Принципиальная схема процесса Клауса
71	Серная кислота и олеум, свойства, области применения. Способы получения серной кислоты (нитрозный, контактный), их преимущества и недостатки. Сырье для производства серной кислоты
72	Получение диоксида серы обжигом колчедана и сжиганием серы. Физико-химические основы, оборудование
73	Очистка обжигового газа от примесей (сухая, мокрая), оборудование
74	Свойства оксидов серы, применение, методы получения. Окисление диоксида серы. Равновесие. Скорость, катализаторы. Контактный аппарат
75	Абсорбция триоксида серы, физико-химические основы. Оборудование
76	Принципиальная схема получения серной кислоты из колчедана по методу одинарного контактирования
77	Принципиальная схема производства серной кислоты из серы по методу двойного контактирования – двойной абсорбции
78	Отходы и выбросы производства серной кислоты. Методы утилизации и переработки
79	Соляная кислота, свойства, области применения. Способы получения соляной кислоты, сырье для получения
80	Физико-химические основы синтеза хлороводорода, оборудование
81	Методы абсорбции хлороводорода (адиабатный и изотермический), оборудование. Технологическая схема производства синтетической соляной кислоты комбинированной абсорбцией
82	Каустическая сода, свойства, области применения. Способы получения каустической соды, сырье для получения
83	Хлор, свойства, области применения. Способы получения хлора, сырье для получения
84	Хлорид натрия, свойства, нахождение в природе. Способы добычи хлорида натрия, области его применения. Методы очистки раствора хлорида натрия
85	Правила электролиза. Понятие о перенапряжении. Напряжение электролиза. Законы электролиза. Основные и побочные процессы при электролизе раствора хлорида натрия на электродах из различных материалов
86	Электролиз с твердым катодом. Электролизер с диафрагмой, основные параметры, электроды
87	Электролиз с жидким катодом. Электролизер с ртутным катодом, основные параметры, электроды
88	Принципиальная схема производства каустической соды и хлора электролизом раствора хлорида натрия с твердым катодом. Переработка продуктов электролиза
89	Защита окружающей среды от выбросов производств гидроксида натрия, хлора и соляной кислоты
90	Технологическая схема производства аммиачной селитры на агрегате АС-72М. Устройство и принцип работы аппарата ИТН
91	Кальцинированная сода, свойства, области применения. Природная сода. Способы получения кальцинированной соды, сырье для получения
92	Известь, свойства, сырье для получения, области применения
93	Получение извести обжигом известняка. Физико-химические основы. Принципиальная схема получения извести и диоксида углерода. Основное оборудование
94	Физико-химические основы гашения извести. Принципиальная схема получения известкового молока
95	Теоретические основы процессов аммонизации (абсорбции) и карбонизации, основное оборудование
96	Физико-химические основы процессов фильтрации и кальцинации. Принципиальная схема стадий фильтрации и кальцинации, основное оборудование
97	Физико-химические основы процесса дистилляции, основное оборудование
98	Технологическая схема производства кальцинированной соды по методу Сольвэ
99	Отходы производства кальцинированной соды по методу Сольвэ. Методы утилизации и переработки
100	Роль макроэлементов: азота, фосфора и калия в жизни растений, вынос питательных элементов из почвы

101	Классификация удобрений. Преимущества и недостатки
102	Вещества, входящие в состав минеральных удобрений, что такое действующие вещества удобрений, определение доз удобрений
103	Роль мезоэлементов: кальция, магния и серы в жизни растений. Удобрения, содержащие мезоэлементы, известковые удобрения
104	Роль микроэлементов в жизни растений. Микроудобрения
105	Азотные удобрения. Классификация
106	Сульфат аммония, свойства, сырье для получения, способы получения, физико-химические основы получения
107	Технологическая схема производства сульфата аммония сатураторным способом из аммиака коксового газа. Устройство и принцип работы сатуратора
108	Карбамид, свойства, сырье для получения, способы получения
109	Физико-химические основы получения карбамида
110	Технологическая схема производства карбамида с использованием стриппинг-процесса. Устройство и принцип работы колонны синтеза карбамида
111	Фосфатное сырье, основные минералы и примеси
112	Фосфорные удобрения. Классификация
113	Простой суперфосфат, свойства, сырье для получения. Физико-химические основы получения простого суперфосфата
114	Термическая фосфорная кислота, свойства, сырье для получения, физико-химические основы получения
115	Экстракционная фосфорная кислота (ЭФК), свойства, сырье для получения, способы получения
116	Физико-химические основы получения ЭФК дигидратным методом
117	Технологическая схема производства ЭФК дигидратным методом. Устройство и принцип работы экстрактора
118	Двойной суперфосфат, свойства, сырье для получения. Физико-химические основы получения двойного суперфосфата
119	Технологическая схема производства простого (двойного) суперфосфата камерным методом
120	Отходы производства фосфорных удобрений и экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК). Методы утилизации и переработки
121	Калийное сырье, основные минералы и примеси. Основные виды калийных удобрений
122	Хлорид калия, свойства, сырье для получения, способы получения
123	Физико-химические основы получения хлорида калия галургическим методом
124	Технологическая схема производства хлорида калия галургическим способом. Устройство и принцип работы растворителя
125	Физико-химические основы получения хлорида калия флотационным методом
126	Технологическая схема производства хлорида калия флотационным способом
127	Сульфат калия, свойства, сырье для получения, способы получения
128	Физико-химические основы получения сульфата калия из полиминеральных руд
129	Технологическая схема производства сульфата калия конверсионным способом из сульфата натрия. Физико-химические основы получения
130	Отходы производства калийных удобрений. Методы утилизации и переработки
131	Аммофос и диаммофос, свойства, сырье для получения, способы получения
132	Физико-химические основы получения фосфатов аммония, мольное отношение
133	Технологическая схема производства аммофоса на разбавленной ЭФК. Устройство и принцип работы аппарата БГС
134	Технологическая схема производства диаммофоса на концентрированной ЭФК. Устройство и принцип работы аппарата АГ
135	Сложные удобрения на основе фосфатов аммония. Сульфоаммофос, нитроаммофос, нитроаммофоска, диаммофоска. Технологическая схема производства нитроаммофоски
136	Физико-химические основы азотнокислотного разложения фосфатов
137	Способы переработки азотнокислотной вытяжки в нитрофос и нитрофоску. Способы получения сложных удобрений из смеси кислот
138	Технологическая схема производства нитрофоски (азофоски, нитроаммофоски) с вымораживанием нитрата кальция и его конверсией
139	Нитрат калия, свойства, сырье для получения, способы получения
140	Физико-химические основы получения нитрата калия из нитрата натрия. Технологическая схема производства
141	Минеральные кормовые добавки животным. Азотные соединения, поваренная соль, мел, микроэлементы. Кормовые фосфаты, применение, виды, свойства

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

- Предложите катализатор и технологическую схему получения этиленоксида из этилена.
- Предложите технологические схемы производства этанола и проведите сравнение их технико-экономической эффективности.
- Опишите основные этапы процессов сульфирования и сульфатирования различных классов органических соединений. Укажите оптимальные параметры
- Предложите технологическую схему производства ПАВ по реакции сульфатирования.
- Предложите технологические схемы и условия производства этил- и изопропилбензола.
- Предложите и опишите промышленную схему получения глицерина.
- Предложите и опишите промышленную схему нитрования пропана
- Предложите и опишите промышленную схему получения изооктана
- 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.
- Рассчитайте шихтовый состав массы, имеющей следующий химический состав, %: SiO₂ – 58,66; Al₂O₃ – 29,39; Fe₂O₃ – 0,85; MgO – 0,08; CaO 0,13; K₂O – 2,08; Na₂O – 1,10; п.п.п. – 7,71. В качестве сырьевых материалов использовать каолин, глину, полевой шпат, кварцевый песок.
- 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.
- При производстве азотной кислоты окислением аммиака первой стадией является получение нитрозных газов. Рассчитайте степень конверсии аммиака и кислорода на основании представленного материального баланса.
- При получении азотной кислоты окислением аммиака первой стадией является получение окиси азота и воды. Производительность установки по 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 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

Во время обучения выполняются контрольные работы. На экзамене 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
6.1.1 Основная учебная литература				
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	http://www.iprbookshop.ru/95061.html
Солодова, Н. Л., Емельянычева, Е. А.	Химическая технология переработки нефтяных остатков и природных битумов	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/95062.html

Рахматуллина, А. П., Бескровный, Д. В.	Химическая технология переработки газового сырья. Химия синтез-газа	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/79594.html
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	http://www.iprbookshop.ru/100692.html
Козадерова О. А., Нифталиев С. И.	Технология минеральных удобрений	Воронеж: ВГУИТ	2014	http://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=344508
Ахмедьянова, Р. А., Лиакумович, А. Г.	Химическая технология переработки газового сырья. Производство мономеров из газового сырья	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2015	http://www.iprbookshop.ru/63544.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Киселев А. М., Дашенко Н. В., Есиков К. А.	Химическая технология органических и неорганических веществ. Химия нефти и газа	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017639
Киселев А. М., Дашенко Н. В.	Химическая технология органических и неорганических веществ	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018139
Киселев А. М.	Химическая технология органических и неорганических веществ. Часть 1. Химическая технология органических веществ. Курс лекций	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173
Ахмедьянова, Р. А., Рахматуллина, А. П., Юнусова, Л. М.	Химическая технология переработки газового сырья	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2015	http://www.iprbookshop.ru/63543.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Химическая технология. Открытые видеолекции учебных курсов МГУ 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