

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_»_июня 2022 года

Программа государственного экзамена

Б3.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Учебный план: 2022-2023 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ 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		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ
8	УП	99	9	3
Итого	УП	99	9	3

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):

кандидат технических наук, Профессор

Ассистент

Буринская А.А.

Кудрявцева Е.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел: Макаренко С.В.

1 ВВЕДЕНИЕ К ПРОГРАММЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

1.1 Цель государственного экзамена: Определить соответствие результатов освоения образовательной программы выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и подтвердить их способность и готовность использовать знания, умения и (или) практический опыт в профессиональной деятельности.

1.2 Задачи государственного экзамена:

- установить степень сформированности компетенций выпускника в соответствии с ФГОС ВО;
- проверить уровень подготовки выпускника к решению профессиональных задач.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ИНДИКАТОРЫ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПК-1: Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области химической технологии органических и неорганических веществ
Знает: Принципы определения целей и задач проводимых исследований и разработок в области химической технологии органических и неорганических веществ; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в химической технологии органических и неорганических веществ; методы проведения экспериментов и наблюдений, обработки и обобщения информации в области химической технологии органических и неорганических веществ.
Умеет: Применять нормативную документацию в химической технологии органических и неорганических веществ; применять методы анализа научно-технической информации по химической технологии органических и неорганических веществ; оформлять результаты научно-исследовательских работ по химической технологии органических и неорганических веществ.
Владеет: Навыками применения нормативной документации в химической технологии органических и неорганических веществ; навыками использования методов анализа научно-технической информации по химической технологии органических и неорганических веществ; навыками оформления результатов научно-исследовательских работ в химической технологии органических и неорганических веществ.
ПК-2: Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок в области химической технологии органических и неорганических веществ
Знает: Отечественный и международный опыт в химической технологии органических и неорганических веществ; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации в химической технологии органических и неорганических веществ.
Умеет: Применять методы проведения экспериментов в химической технологии органических и неорганических веществ.
Владеет: Навыками проведения экспериментов в химической технологии органических и неорганических веществ; навыками проведения наблюдений и измерений, составления их описаний и формулировки выводов по химической технологии органических и неорганических веществ; внедрением результатов исследований и разработок по химической технологии органических и неорганических веществ в соответствии с установленными полномочиями.
ПК-5: Способен разрабатывать и совершенствовать технологии производства продукции в области химической технологии органических и неорганических веществ
Знает: Технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции органического и неорганического синтеза; инструкции и правила охраны труда и промышленной безопасности.
Умеет: Проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых процессов химической технологии органических и неорганических веществ.
Владеет: Навыком анализа и систематизации научно-технической информации в области химической технологии органических и неорганических веществ; навыком проведения научных исследований и экспериментов, испытания новой технологии в производстве продукции органического и неорганического синтеза.

3 ПОДГОТОВКА К СДАЧЕ И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

3.1 Форма проведения государственного экзамена

Устная

Письменная

3.2 Дисциплины образовательной программы, которые имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников и включены в государственный экзамен

№ п/п	Наименование дисциплины
1	Теоретические основы технологии органических и неорганических веществ

2	Синтез красителей и органических пигментов
3	Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза
4	Химия и технология неорганических пигментов
5	Химическая технология органических и неорганических веществ
6	Физико-химические методы интенсификации технологических процессов
7	Синтез, свойства и применение поверхностно-активных веществ
8	Введение в нанотехнологию

3.3 Система и критерии оценивания сдачи государственного экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
5 (отлично)	В теоретической части комплексного задания дан полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание базовых понятий, теорий и широкую эрудицию в оцениваемой области, критический, оригинальный подход к материалу. Установлены содержательные межпредметные связи, представлена развернутая аргументация на выдвигаемые положения, приведены убедительные примеры из практики, научной, учебной литературы. Практическая часть комплексного задания выполнена правильно, ответы и пояснения верные и в достаточной мере обоснованные.
4 (хорошо)	В теоретической части комплексного задания дан полный стандартный ответ, в целом качественный, основан на всех обязательных для подготовки к государственному экзамену источниках информации. Выдвигаются преимущественно теоретические положения, но отдельные выводы подтверждены примерами из практической деятельности. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Практическая часть комплексного задания выполнена правильно, ответы и пояснения верные, но в их обосновании часть необходимых аргументов отсутствует.
3 (удовлетворительно)	В теоретической части комплексного задания ответ, недостаточно логически выстроен, воспроизводит в основном только лекционные материалы дисциплин, входящих в программу государственного экзамена без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Хотя базовые понятия раскрываются верно, но выдвигаемые положения не достаточно аргументированы и (или) не подтверждаются примерами из практики. Присутствуют существенные ошибки в установлении межпредметных связей. Практическая часть комплексного задания выполнена с ошибками, в обосновании ответов и пояснений часть необходимых аргументов отсутствует.
2 (неудовлетворительно)	В теоретической части комплексного задания продемонстрирована неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной материала. Практическая часть комплексного задания выполнена с многочисленными существенными ошибками, пояснения отсутствуют. Предпринята попытка, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).

3.4 Содержание государственного экзамена

3.4.1 Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Общая характеристика процессов галогенирования органических соединений (радикально-цепное хлорирование, технология жидко- и газофазного хлорирования, ионно-каталитическое галогенирование, реакции заместительного хлорирования спиртов и карбоновых кислот).
2	Фосфорные удобрения, основные виды, их характеристика. Простой суперфосфат, технологические схемы его производства. Технологические схемы производства двойного суперфосфата.
3	Производство экстракционной фосфорной кислоты дигидратным методом, полугидратным и ангидритным методами. Производство кормового преципитата из экстракционной фосфорной кислоты.
4	Характеристика основных видов азотных удобрений. Производство сульфата аммония из коксового газа, из гипса. Физико-химические основы синтеза карбамида.
5	Характеристика процессов гидролиза и щелочного дегидрохлорирования хлорпроизводных (производство хлоролефинов и α -оксидов).
6	Производство аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком. Получение аммиачной селитры конверсией нитрата кальция.

7	Характеристика процессов гидратации и дегидратации (гидратация олефинов и ацетилена, синтез изопропанола, прямая и сернокислотная гидратация, дегидратация).
8	Характеристика сырья для производства калийных удобрений. Основные методы производства хлорида калия, сульфата калия.
9	Характеристика процесса этерификации (теоретические основы, синтез эфиров карбоновых кислот). Гидролиз сложных эфиров, реакции ацильного переноса.
10	Основные виды сложных удобрений. Получение нитрата калия конверсионным методом. Общая характеристика азотнокислотных методов переработки фосфатного сырья на удобрения.
11	Требования, предъявляемые к сложным удобрениям. Азотносульфатные методы производства сложных удобрений. Жидкие сложные удобрения.
12	Характеристика процессов алкилирования органических соединений (классификация реакций алкилирования, алкилирующие агенты и катализаторы, механизмы, химия и технология процессов алкилирования).
13	Химия и технология алкилирования ароматических соединений. Применение продуктов.
14	Процессы оксиэтилирования и синтеза на основе α -оксидов, получаемые продукты. Неионогенные поверхностноактивные вещества.
15	Техническая классификация красителей. Свойства, применение и особенности химического строения красителей различных классов.
16	Инновационные методы синтеза неорганических веществ. Характеристика основных методов получения наночастиц металлов и оксидов металлов, их применения.
17	Химия и технология процессов сульфатирования спиртов и олефинов. Производство ПАВ типа алкилсульфатов.
18	Характеристика процессов сульфирования олефинов и ароматических соединений. Особенности реакций и процессов сульфохлорирования и сульфоокисления.
19	Характеристика реакций и процессов нитрования: нитрование парафинов и ароматических соединений, синтез нитроэфиров.
20	Общая характеристика нефти и газа. Характеристика соединений, входящих в состав нефти и газа (алканы, циклоалканы, ароматические углеводороды, O,S,N-соединения). Физические свойства нефтей. Методы разделения углеводородов и определения свойств и состава нефти.
21	Алкилирование и ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты, механизм реакции алкилирования. Полиалкилирование. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, ацилирующие агенты, особенности механизма реакции ацилирования.
22	Основы и процессы переработки нефти (термический и каталитический крекинг, каталитический риформинг и др.).
23	Характеристика процессов окисления углеводородов. Основные кислородосодержащие продукты нефтехимии.
24	Реакции нитрования аренов как типичные реакции электрофильного замещения, механизм. Нитрующие агенты. Нитрование бензола и его замещённых. Нитрование нафталина. Получение полинитросоединений.
25	Сульфирование аренов. Сульфирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере нафталина. Особенности реакции сульфирования производных бензола, нафталина и антрахинона.
26	Особенности реакций окисления в ряду ароматических соединений. Окисление производных бензола, нафталина и антрацена. Применяемые окислители и реакции окисления в боковой цепи ароматических соединений и реакции окисления ароматических колец, примеры.
27	Галогенирование аренов. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования, применяемые катализаторы, механизм их действия. Галогенирование в боковую цепь.
28	Особенности реакций восстановления в ряду ароматических соединений. Применяемые восстановители, примеры наиболее востребованных реакций восстановления производных ароматических соединений.
29	Важнейшие продукты основного органического синтеза. Мономеры и другие исходные вещества для синтеза полимеров. Синтетические топлива и смазочные масла. Растворители и агенты экстракции. Пестициды.
30	Перспективные направления развития технологий органического и нефтехимического синтеза. Принципы «зеленой химии».
31	Пиролиз углеводородов, сырье для пиролиза. Производство этилена и пропилена пиролизом углеводородов.
32	Характеристика основных групп исходных веществ для промышленности органического синтеза (парафины $C_{H4} - C_{40}$; олефины C_2H_4, C_3H_6, C_4H_8 ; ароматические углеводороды; ацетилен; оксид углерода и синтез-газ). Методы их получения.
33	Способы получения азота и кислорода из воздуха методом глубокого охлаждения. Очистка воздуха.
34	Основные промышленные способы получения водорода. Очистка газов от сероводорода и двуокиси углерода.

35	Основные стадии синтеза аммиака из азотоводородной смеси. Теоретические основы процесса синтеза аммиака. Влияние технологических параметров на процесс синтеза аммиака. Катализаторы в производстве аммиака.
36	Производство азотной кислоты из аммиака. Основные стадии процесса. Теоретические основы окисления аммиака. Катализаторы окисления.
37	Методы концентрирования азотной кислоты с помощью водоотнимающих агентов. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Особенности протекания химических реакций.
38	Получение серной кислоты контактным способом. Теоретические основы процесса горения серосодержащего сырья. Основные аппараты для обжига колчедана, серы.
39	Очистка обжигового газа в производстве серной кислоты контактным способом. Окисление сернистого газа до серного ангидрида и абсорбция серного ангидрида.
40	Сульфатный метод получения хлористого водорода. Абсорбция хлористого водорода водой. Принцип работы абсорбера.
41	Электрохимический способ получения щелочи. Основные и побочные процессы производства каустической соды электролизом.
42	Аммиачный способ получения кальцинированной соды: основные стадии процесса. Очистка рассола и физико-химические основы обжига известняка. Аммонизация рассола и карбонизация аммонизированного рассола.
43	Кальцинирование сырого гидрокарбоната натрия в производстве кальцинированной соды. Регенерация аммиака и диоксида углерода.
44	Свободно-радикальное замещение SR в ряду алканов и радикальное присоединение AR в ряду алкенов. Стадии реакции: иницирование, рост и обрыв цепи. Физическое и химическое иницирование. Относительная стабильность промежуточных радикалов.
45	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Сильные и слабые электрофилы. Обобщенный механизм реакций присоединения-отщепления в SEAr: строение σ - и π -комплексов. Правила ориентации в бензольном кольце с точки зрения стабильности арениевых ионов.
46	Электрофильное присоединение AE к изолированным малополярным и неполярным кратным связям. Влияние заместителей у ненасыщенного атома углерода на скорость реакции, конкурирующее действие растворителя в реакциях галогенирования. Строение карбокатионов и их относительная устойчивость.
47	β -Элиминирование. Характеристика механизмов E1, E2, E1cB. Стереоспецифичность реакции. Теория переменного переходного состояния. Конкурирующие реакции аниотропной 1,2-миграции и нуклеофильного замещения при Зависимость механизма реакций элиминирования от строения субстрата, природы основания и ионизирующего растворителя.
48	Общая характеристика механизмов SN1 и SN2 (механизм, профиль, скорость реакции). Рацемизация и вальденовское обращение. Влияние растворителя на скорость SN2 реакций. Ионизация субстрата при SN1 реакциях.
49	Координационные соединения: строение по методу валентных связей и теории кристаллического поля. Роль координационных соединений в биологическом синтезе.
50	Редокс-процессы в растворах. Использование диаграмм Латимера и Фроста в планировании неорганического синтеза.

3.4.2 Варианты типовых контрольных заданий, выносимых на государственный экзамен

1. Представить и дать описание технологической схемы промышленного получения ацетилена
2. Предложите технологические схемы производства этанола и проведите сравнение их технико-экономической эффективности
3. Укажите оптимальные параметры процесса сульфирования и сульфатирования различных классов органических соединений
4. Предложите технологическую схему производства ПАВ по реакции сульфатирования
5. Предложите технологические схемы и условия производства этил- и изопропилбензола
6. Предложите и опишите промышленную схему получения глицерина
7. Предложите и опишите технологическую схему промышленного синтеза этиленгликоля
8. Предложите и опишите работу установки доля сульфирования бензола в парах
9. Предложите и опишите промышленную схему получения изооктана.
10. Проведите анализ процесса производства простого и простого суперфосфатов с помощью диаграммы состояния системы $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$
11. Предложите технологическую схему производства аммиачной селитры нейтрализацией азотной кислоты аммиаком
12. Предложите и опишите схему производства карбамида
13. Рассмотреть процесс нейтрализации фосфорной кислоты аммиаком с помощью диаграммы состояния системы $\text{NH}_3 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$
14. Рассмотреть процесс разложения фосфатного сырья азотной кислотой с помощью диаграммы состояния системы $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$
15. Приведите и опишите принципиальные схемы воздухоразделительных установок
16. Охарактеризуйте принципиальную схему синтеза аммиака из азотоводородной смеси
17. Проанализируйте равновесие оксидов азота с растворами азотной кислоты
18. Предложите и опишите принципиальную схему производства концентрированной азотной кислоты прямым синтезом из оксидов азота
19. Предложите технологическую схему производства хлорида калия галургическим методом
20. Представьте схему агрегата и опишите режим его работы при синтезе аммиака
21. Объясните принцип работы кальцинатора.
22. Объясните принцип работы станции дистилляция в процессе получения кальцинированной соды
23. Предложите способы очистки отходящих газов в технологии серной кислоты контактным способом.
24. Предложите электрохимический способ получения каустической соды, охарактеризуйте достоинства и недостатки предложенного Вами способа.

4 ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

4.1 Особенности проведения государственного экзамена для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Особенности проведения государственной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются разделом 7 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

4.2 Порядок подачи и рассмотрения апелляций

Процедура апелляции по результатам государственных аттестационных испытаний регламентируется разделом 8 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Семакина, О. К., Горлушко, Д. А.	Машины и аппараты для переработки минерального сырья	Томск: Томский политехнический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/34677.html
Безпрозванных А. В., Михайловская А. П., Новоселов Н. П., Абрамова Е. С.	Теория химических процессов органического синтеза. Реакции, приводящие к изменению углеродного скелета	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2687

Клепиков, О. В., Костылева, Л. Н.	Оценка риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей атмосферного воздуха	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2013	http://www.iprbookshop.ru/47440.html
Нифталиев, С. И., Перегудов, Ю. С.	Технология подготовки сырья для неорганических производств	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2014	http://www.iprbookshop.ru/47463.html
Сашина Е. С., Михайловская А. П., Новоселов Н. П.	Химия растворителей	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202001
Гридэл, Т. Е., Алленби, Б. Р., Гирусов, Э. В.	Промышленная экология	Москва: ЮНИТИ-ДАНА	2015	http://www.iprbookshop.ru/52062.html
Киселев, А. М.	Химическая технология органических веществ	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	http://www.iprbookshop.ru/102584.html

6.1.2 Дополнительная учебная литература

Буринская А. А.	Экологические проблемы производств органических и неорганических веществ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202026
Киселев А. М., Дащенко Н. В.	Химическая технология органических и неорганических веществ	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018139
Сашина Е. С.	Методы исследования объектов неорганического синтеза	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20217
Михайловская А. П.	Теоретические основы технологии органических веществ. Основные понятия	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202002
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
Корзун, Н. Л.	Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий	Саратов: Вузовское образование	2014	http://www.iprbookshop.ru/20405.html
Кукина, О. Б., Слепцова, О. В., Хорохордина, Е. А., Рудаков, О. Б.	Аналитическая химия	Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2014	http://www.iprbookshop.ru/30833.html
Буринская А. А., Самохвалова Н. В., Кудрявцева Е. В.	Экологические проблемы производств органических и неорганических веществ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202027
Сашина Е.С.	Основы проектирования предприятий органического синтеза. Методические указания к курсовому проектированию	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202003
Сашина Е.С.	Основы проектирования предприятий неорганического синтеза	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020207

5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Библиографическая и реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scopus.com>
2. Электронный каталог библиотеки СПГУПТД <http://publish.sutd.ru/>
3. Электронный каталог «Научные журналы СПГУПТД»: <http://journal.prouniver.ru/glavnaya/>
4. Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>
5. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gost.ru/wps/portal/>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
7. Журнал «Российский химический журнал химического общества им. Д.И. Менделеева». (<http://www.chem.msu.su/rus/jvho/>).
8. Журнал «Известия вузов. Химия и химическая технология». (<http://ctj.isuct.ru/?q=node/1442>).
9. <https://www.ecoindustry.ru/news.html>

5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для подготовки и сдачи государственного экзамена

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска