

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.07

Технология органического синтеза

Учебный план: _____ ФГОС3++b180301.12-4 24-14.plx

Кафедра: 12 Органической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Химическая технология органических веществ

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	Лаб. занятия				
6	УП	34	34	75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	34	75,75	0,25	4	
7	УП	34	34	76	36	5	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	34	34	76	36	5	
8	УП	20	30	94	36	5	Экзамен
	РПД	20	30	94	36	5	
Итого	УП	88	98	245,75	72,25	14	
	РПД	88	98	245,75	72,25	14	

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):

старший преподаватель

Александрова Е.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой органической химии

Тришин Ю.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области технологии органических соединений.

1.2 Задачи дисциплины:

- Представить сведения об основных видах природного сырья для процессов органического синтеза, а также рассмотреть химизм и технологию переработки природного газа, сырой нефти и каменного угля; процессов галогенирования (фторирования и хлорирования), а также нитрования ароматических соединений и непредельных углеводородов, с использованием принципиальных технологических схем и типов аппаратов;

- Дать в виде лекций основной объем информации о новых процессах промышленного органического синтеза основных товарных продуктах, а также важнейших существующих и перспективных технологиях их производства;

- В ходе выполнения лабораторных работ закрепить на практике изучаемый материал, дать представления об основных режимах, используемом оборудовании и методах контроля при получении органических веществ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Общая химическая технология

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

Химическая защита материалов органического синтеза

Моделирование химико-технологических процессов

Композиционные материалы на основе органических веществ и полимерных пленок

Поиск научной информации в области технологии органических веществ

Теория химических процессов органического синтеза

Учебная практика, ознакомительная практика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
Знать: химические особенности наиболее важных процессов химической технологии органических веществ; токсикологические характеристики используемого сырья, промежуточных продуктов и конечной продукции, а также вредное воздействие последних на объекты окружающей среды.
Уметь: оценивать технические и технологические последствия известных технологий производства органических веществ; анализировать существующие риски для экологии
Владеть: знаниями в области современных проблем химической технологий производства органических веществ; методиками оценки факторов, оказывающих влияние на свойства конечной продукции.
ПК-6: Способен использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции, для определения причин брака
Знать: основные принципы производства и характеристики органических соединений; современные проблемы химической технологии органических веществ; методы оптимизации химико-технологических процессов с применением математических моделей; современные математические методы планирования эксперимента.
Уметь: подбирать технологические параметры процесса получения органических соединений; проводить обработку их результатов и оценивать погрешности
Владеть: навыками подбора параметров технологического процесса производства органических соединений; методами теоретического и экспериментального исследования для оптимизации технологического процесса

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Природные источники сырья для химической технологии органических соединений	6				О,Л
Тема 1. Введение (предмет технологии органических соединений) Задачи и значение курса, исторический обзор. Характеристика продуктов и промышленности органического синтеза, специализации. Направления и перспективы развития технологии органического синтеза. Основные источники - природный газ, сырая нефть, каменный уголь и т.д.		2		8	
Тема 2. Первичная переработка газа Природный газ. Основные направления переработки метана и природного газа. Оксид углерода и синтез-газ. Каталитическая конверсия углеводородов. Газификация топлив. Очистка газов, их состав. Получение оксида углерода и водорода.		2		7,75	
Тема 3. Первичная переработка нефти Состав и разновидности нефти. Первичная переработка нефти. Риформинг-процесс. Физические свойства и основные направления химической переработки бензола. Лабораторная работа №1. Методы очистки, выделения и анализа органических соединений		4	8	8	
Раздел 2. Вторичная переработка органического сырья					
Тема 4. Вторичная переработка нефти Вторичная переработка нефти. Химические реакции термического крекинга и пиролиза. Технология процессов крекинга и пиролиза. Схема печи пиролиза. Выделение олефинов из газов крекинга и пиролиза, их очистка. Принципиальная схема газодиффузионной установки. Характеристика фракций. Методы получения высших олефинов. Лабораторная работа №2. Синтез непредельных соединений		4	10	8	Л,О
Тема 5. Переработка угля Каменный уголь. Ароматические углеводороды. Источники ароматического сырья. Коксование угля и улавливание продуктов. Состав и использование каменноугольной смолы.		4		8	

Тема 6. Методы получения ацетилена Ацетилен. Получение из карбида кальция и углеводов, методы его очистки. Реактор «карбид в воду», принципиальная схема плазменного реактора и реактора окислительного пиролиза. Технологическая схема процесса выделения ацетилена. Технологическая схема процесса выделения МАФ (метилацетилен-алленовой фракции).		4		8	
Раздел 3. Процессы хлорирования					
Тема 7. Процессы радикально-цепного хлорирования Общая характеристика и классификация процессов галогенирования. Термодинамика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты. Радикально-цепное хлорирование, химизм и теоретические основы процесса. Технология жидкофазного хлорирования. Хлораторы для жидкофазного хлорирования. Схема очистки продуктов хлорирования от хлорида водорода. Технология газофазного радикально-цепного хлорирования, реакторы для газофазного хлорирования. Получаемые продукты.		4		8	
Тема 8. Процессы ионно-каталитического хлорирования Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по ненасыщенным связям, его научные основы, технология. Реакционные узлы для ионно-каталитического хлорирования в жидкой фазе. Реакция хлоргидринирования. Реакционные узлы для хлоргидринирования. Гидрогалогенирование алкенов и алкинов. Научные основы процесса. Технологическая схема получения винилхлорида гидрохлорированием ацетилена. Получаемые продукты. Хлорирование ароматических соединений, Хлорирование в ароматическое ядро. Основные закономерности процесса, механизм замещения и катализаторы. Типы реакционных устройств и их работа. Получаемые продукты. Лабораторная работа №3. Получение хлорангидридов смоляных кислот		4	8	8	О,Л
Раздел 4. Процессы фторирования					
Тема 9. Фторирование элементарным фтором и фторидами металлов Фторирование элементарным фтором и высшими фторидами металлов. Окислительное фторирование фторидами металлов высшей валентности. Реакторный узел для металлофторидного фторирования. Фториды трех- и пентавалентной сурьмы в реакциях замещения. Фторирование фторидом водорода. Лабораторная работа №4. Диазотирование ароматических производных		4	8	6	Л,О

Тема 10. Получение хладонов и олефинов Понятие об озонобезопасных и озонопасных хладонах. Промышленный синтез хладонов. Жидкофазное фторирование. Технологическая схема производства хладона 12. Синтез озонобезопасных хладонов: принципиальная технологическая схема синтеза хладона 32. Газофазное фторирование, катализаторы процесса. Принципиальная технологическая схема получения хладона 134а. Пиролитические способы получения фторсодержащих олефинов. Получаемые продукты.		2		6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	75,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Раздел 5. Процессы нитрования и этерификации					
Тема 11. Процессы нитрования Общая характеристика процессов нитрования. Нитрование ароматических соединений, его научные основы. Способы и технология нитрования ароматических соединений. Реакционный узел для нитрования ароматических соединений. Получаемые продукты. Нитрование парафинов. Основные закономерности процесса. Технологическая схема нитрования пропана. Техника безопасности и охрана окружающей среды при нитровании.		4		8	О,Л
Тема 12. Процессы этерификации Общая характеристика реакций этерификации. Кислые и средние, полные и неполные сложные эфиры. Термодинамика реакций этерификации. Механизм реакции. Влияние строения кислот и спиртов на константу равновесия реакции. Технологическая схема этерификации при катализе сульфокатионитами. Получаемые продукты. Лабораторная работа №5. Синтез эфиров смоляных кислот	7	3	9	8	
Раздел 6. Процессы окисления					
Тема 13. Радиально-цепное окисление Общая характеристика реакций окисления, классификация процессов окисления, окислительные агенты. Радиально-цепное окисление, его научные основы. Окисление углеводородов в гидропероксиды. Технологическая схема кумольного метода получения фенола и ацетона. Окисление парафинов. Схема окисления легкой фракции прямогонного бензина. Окисление насыщенных альдегидов и спиртов. Технологическая схема совместного получения уксусной кислоты и уксусного ангидрида.		3		8	О,Ко

Тема 14. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных, его научные основы. Гетерогенные катализаторы окисления. Окисление олефинов по насыщенному атому углерода. Схема двухстадийного окисления пропилена в акриловую кислоту. Производство этиленоксида. Схема получения этиленоксида окислением этилена воздухом. Окисление и окислительное сочетание олефинов при катализе комплексами металлов. Схема двухстадийного синтеза ацетальдегида при окислении этилена воздухом. Окислительный аммонолиз углеводов, получаемые продукты, технология их получения. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах окисления.		3		8	
Раздел 7. Процессы алкилирования					
Тема 15. С-алкилирование Общая характеристика процесса алкилирования. Классификация реакций алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы. Алкилирование по атому углерода (С-алкилирование). Научные основы. Принципиальная технологическая схема гомогенного алкилирования бензола. получаемые продукты.		3		7	
Тема 16. Процессы О- и N-алкилирования О-Алкилирование, его основные закономерности. Технологическая схема производства трет-бутилметилового эфира. Получаемые продукты. N-Алкилирование, его научные основы. Синтез аминов из спиртов. Технологическая схема получения метиламинов. Получаемые продукты.		3		7	О
Тема 17. Процессы оксиалкилирования и винилирования Оксиалкилирование и синтезы из алкеноксидов, их научные основы. Технологическая схема синтеза этиленгликоля. Получаемые продукты. Винилирование, его научные основы. Схема синтеза винилацетата из ацетилена. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды при алкилировании.		3		6	
Раздел 8. Процессы гидрирования, дегидрирования, конденсации и гидролиза					О,Л

Тема 18. Процессы дегидрирования Общая характеристика процессов гидрирования и дегидрирования. Классификация реакций дегидрирования. Катализаторы процессов дегидрирования и гидрирования. Механизм реакций дегидрирования и гидрирования. Дегидрирование парафинов в диены. Реакционный узел для одностадийного дегидрирования парафинов в диены. Технология жидкофазного гидрирования Реакционные узлы для жидкофазного гидрирования. Технология газофазного гидрирования. Реакционные аппараты для газофазного гидрирования. Получаемые продукты.		3		6	
Тема 19. Процессы гидрирования Классификация реакций гидрирования (или гидрогенизации). Технология жидкофазного гидрирования Реакционные узлы для жидкофазного гидрирования. Технология газофазного гидрирования. Реакционные аппараты для газофазного гидрирования. Получаемые продукты. Лабораторная работа №6. Реакции получения адипиновой кислоты		3	12	6	
Тема 20. Процессы конденсации Общая характеристика реакций конденсации. Альдольная конденсация, получаемые продукты, научные и технологические основы процесса. Технологическая схема получения 2-этилгексанола. опасности и охрана окружающей среды в процессах дегидрирования. Лабораторная работа №7. Получения аллиловых эфиров		3	13	6	
Тема 21. Процессы гидролиза Классификация и общая характеристика реакций гидролиза. Гидролиз и щелочное дегидрохлорирование хлорзамещенных, их научные основы. Технологическая схема получения глицерина хлорным методом. Другие реакции гидролиза.		3		6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	76	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5		33,5	
Раздел 9. Процессы гидратации и дегидратации и синтеза на основе оксида углерода					
Тема 22. Процессы гидратации и дегидратации Гидратация олефинов, ее научные основы, получаемые продукты. Технологическая схема синтеза этанола. Жидкофазная и газофазная дегидратация, основные закономерности реакции. Получаемые продукты. Реакционные узлы для жидкофазного и газофазного процессов дегидратации.	8	2		4	О,Л

Тема 23. Синтезы на основе оксида углерода Общая характеристика реакций на основе оксида углерода. Катализаторы. Синтезы из CO и H₂, научные основы, технология и получаемые продукты. Получение метанола, механизм реакции. Реакционные узлы для синтеза метанола. Получение карбоновых кислот и их производных на основе оксида углерода. Механизм реакции и роль йодных промоторов. Технологическая схема производства уксусной кислоты методом карбонилирования метанола. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах оксосинтеза. №8. Гидратация аллиловых эфиров		2	10	66	
Раздел 10. Процессы сульфатирования, сульфирования, сульфоокисления и сульфохлорирования					
Тема 24. Процессы сульфатирования Сульфатирование спиртов и олефинов. Химия и теоретические основы процесса. Сульфатирование спиртов и олефинов. Технология сульфатирования: сульфатирование серной кислотой. Схема основных процессов производства ПАВ типа алкилсульфатов. Сульфатирование спиртов хлорсульфоновой кислотой и триоксидом серы. Реакторы для процессов сульфатирования и сульфирования. Технологическая схема производства моющего средства на основе алкилсульфата. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах сульфирования. Лабораторная работа №9. Синтез алкилсульфатов		4	11	4	
Тема 25. Процессы сульфирования Процесса сульфирования. Сульфирование олефинов. Сульфирование ароматических соединений, синтетические алкиларенсульфонаты. Химия и теоретические основы реакции. Технология процессов сульфирования. Схема сульфирования «в парах». Реакционный узел для сульфирования олеумом. Схема сульфирования в растворе жидкого диоксида серы. Лабораторная работа №10. Получение производных фталевых кислот		4	9	4	Л,О
Тема 26. Процессы сульфоокисления и сульфохлорирования Сульфоокисление парафинов, основные закономерности реакции. Технология процессов сульфоокисления. Поверхностно-активные и моющие вещества типа алкилсульфатов. Получение тиофена и 2-метилтиофена, технология процесса. Сульфохлорирование парафинов, основные закономерности реакции. Технология получения моющих веществ типа алкилсульфонатов фотохимическим сульфохлорированием.		4		4	

Раздел 11. Синтез кремний- и алюминийорганических соединений				
Тема 27. Синтез кремнийорганических соединений Получение кремнийорганических соединений, теоретические основы процесса. Прямой синтез органохлорсиланов, получаемые продукты. Реакционный узел для прямого синтеза алкилхлорсиланов. Другие реакции алкилирования по атому кремния. Получаемые продукты.	2		6	О
Тема 28. Синтез алюминийорганических соединений Синтез алюминийорганических соединений, химические основы реакций. Технология процесса получения триалкилалюминия. Производство линейных α-олефинов. Синтез линейных первичных спиртов, технологическая схема получения первичных спиртов. Получаемые продукты. Техника безопасности и охрана окружающей среды в процессах силилирования и синтеза алюминийорганических продуктов.	2		6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	20	30	94	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	191,25		312,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Курсовая работа выполняется студентами в 8 семестре. В ходе выполнения курсовой работы студенты должны применить полученные навыки и знания для поиска специальной литературы по заданной теме, сформулировать цель и задачи работы; отразить сферы применения производимого продукта; химизм и технологию процесса (включая стадии подготовки сырья, непосредственно синтез, выделение и очистку промежуточных и конечных продуктов, а также утилизацию отходов); привести в отчете перечень мероприятий по охране труда и окружающей среды. В «Заключении» дать рекомендации по оптимизации процесса.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Процесс окислительного хлорирования полихлоридов СЗ.

- Получение гексахлорбутадиена-1,3.
- Производство хлоропрена из дивинила.
- Производство этилбромид.
- Технология получения каучука СКИ-3.
- Технология получения каучука СКД-1.
- Технология получения бутилкаучука.
- Технология получения хлоропренового каучука.
- Технология алкилирования изопарафинов.
- Технология получения триалкилалюминия.
- Технология получения высших жирных кислот окислением парафина.
- Производство адипиновой кислоты из циклогексана.
- Производство диметилтерефталата.
- Технология синтеза акрилонитрила.
- Технология совместного синтеза оксида пропена и изобутена.
- Технология получения стирола и α -метилстирола.
- Технология получения метилметакрилата из ацетонциангидрина.
- Технология получения этилацетата.
- Технология производства меламина из карбамида.
- Технология производства анола и анона окислением циклогексана.
- Технология получения терефталевой кислоты.
- Технология получения фталевого ангидрида из нафталина.
- Технология получения этиленоксида окислением этилена кислородом.
- Технология одностадийного синтеза ацетальдегида при окислении этилена кислородом.
- Технология получения винилацетата из этилена (метод ацетоксилирования).
- Технология газофазного получения хладона 134а.
- Технология газофазного получения хладонов 11 и 12.

28. Технология жидкофазного получения хладона 32.
29. Технология получения перфторметилвинилового эфира.
30. Технология производства стирола.

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

Работа выполняется в индивидуальном порядке, с использованием рекомендуемых источников информации, в т.ч. электронные ресурсы и ГОСТы.

Технология органических веществ [Текст] : методические указания к выполнению и оформлению курсовых проектов и работ Л.М. Попова, А.В. Курзин, А.Н. Евдокимов

Результаты представляются в виде отчета, объемом 15-20 листов машинописного текста, содержащего следующие обязательные элементы: схемы химических реакций, механизмы химических реакций, технологические схемы процесса, таблицы и рисунки.

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5	1. Имеет представления о химических особенностях и наиболее важных процессов химической технологии органических веществ; токсикологических характеристиках используемого сырья, промежуточных продуктов и конечной продукции, а также вредных воздействиях последних на объекты окружающей среды. 2. Может оценить технические и технологические последствия известных технологий производства органических веществ; анализировать существующие риски для экологии 3. Применяет знания в области современных проблем химической технологий производства органических веществ и методик оценки факторов, оказывающих влияние на свойства конечной продукции.
ПК-6	1. Может перечислить основные принципы производства и характеристики органических соединений; современные проблемы химической технологии органических веществ; методы оптимизации химико-технологических процессов с применением математических моделей; современные математические методы планирования эксперимента. 2. Способен подбирать технологические параметры процесса получения органических соединений; проводить обработку их результатов и оценивать погрешности 3. Демонстрирует навыки подбора параметров технологического процесса производства органических соединений и методов теоретического и экспериментального исследования для оптимизации технологического процесса

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание технологий органических соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может свободно читать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся показывает глубокое знание предложенной технологии синтеза целевого продукта; свободно применяет на практике основные понятия, термины и определения при разработке темы. Обучающийся усвоил основные правила оформления курсовой работы, хорошо знаком с литературой по теме; может свободно составлять и описывать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний технологий производства органических соединений, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного	Обучающийся показывает достаточный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта, может применить на практике основные понятия, термины и определения при разработке темы; усвоил основные правила оформления курсовой работы, но допускает незначительные погрешности, в общих

	билета и дополнительные вопросы преподавателя.	чертах знаком с литературой по теме; составляет технологические схемы химических процессов и способен описать их.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может перечислить аппараты и материальные потоки на технологической схеме, знает основные понятия и определения, но при этом, допуская большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся показывает минимальный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта, знает основные понятия, термины и определения при разработке темы; усвоил в основном правила оформления курсовой работы, но допускает большое число ошибок, плохо знаком с дополнительной литературой по теме; составляет с ошибками технологические схемы химических процессов.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может написать основные реакции, лежащие в основе химических процессов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся показывает недостаточный уровень знания предложенной технологии синтеза целевого продукта; не знает основные понятия, термины и определения при разработке темы; не усвоил правила оформления курсовой работы, допускает большое число ошибок, не знаком с дополнительной литературой по теме; с большим трудом описывает технологические схемы химических процессов.
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание достаточный уровень знаний технологий производства органических соединений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может свободно читать технологические схемы химических процессов; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может написать основные реакции, лежащие в основе химических процессов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Характеристика нефти как источника углеводородного сырья: элементный и углеводородный состав, классификация по органическим соединениям. Характеристика месторождений нефти
2	Первичная переработка нефти (прямая гонка) – светлые топливные фракции; характеристика фракций (бензин, лигроин, керосин и газойль). Характеристика и переработка мазута и гудрона. Октановая шкала. Способы повышения октанового числа
3	Способы охлаждения газовых смесей

4	Физические свойства и основные направления химической переработки бензола: хлорирование, алкилирование, сульфирование, гидрирование, окисление и нитрование
5	Риформинг-процесс: характеристика термического и каталитического риформинга. Химические реакции, протекающие при риформинге (основные и побочные).
6	Характеристика продуктов, образующихся в процессе термического крекинга и пиролиза: зависимость состава продуктов от температуры, давления, времени контакта и вида используемого сырья
7	Общая характеристика крекинга. Термический крекинг. Диеновый синтез (понятие об ароматизации углеводородов в процессе крекинга и пиролиза); реакции расщепления C-C связей в олефинах, получаемые продукты
8	Вторичная переработка нефти. Общая характеристика крекинга. Химические реакции термического крекинга и пиролиза: первичные реакции расщепления C-C и C-H связей в углеводородах, образующиеся продукты. Механизм реакций расщепления
9	Крекинг под высоким и низким давлением, характеристика сырья и получаемых продуктов. Характеристика пиролиза, используемое сырье; факторы, влияющие на выходы олефинов в процессе пиролиза. Получаемые продукты.
10	Методы разделения газовых смесей при различных процессах крекинга и пиролиза. Конденсационно-ректификационный метод (основной принцип работы)
11	Подготовка газовых смесей к разделению: очистка газов крекинга и пиролиза от примесей CO ₂ и H ₂ S методом хемосорбции. Очистка пирогаза от ацетиленовых производных
12	Каталитический крекинг. Характеристика катализаторов. Механизм реакции расщепления парафинов. Получаемые продукты
13	Каменный уголь. Основные направления переработки каменного угля. Характеристика состава коксового газа. Получаемые продукты.
14	Физико-химические свойства ацетилена. Состав газов пиролиза метана и их разделение. Сравнение методов получения ацетилена.
15	Получение ацетилена из углеводородов. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз, основные понятия
16	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из карбида кальция: генераторы «мокрого» и «сухого» типов.
17	Ацетилен. Физико-химические свойства ацетилена. Получение ацетилена из углеводородов. Механизм пиролиза метана
18	Общая характеристика жидкофазного радикально-цепного хлорирования. Получаемые продукты
19	Механизм радикально-цепного хлорирования алканов
20	Галогенирование. Термодинамика реакций галогенирования. Галогенирующие агенты
21	Галогенирование. Характеристика способов галогенирования: заместительное (субститутивное), присоединительное (аддитивное) и расщепление хлорпроизводных
22	Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по C=C связям. Получаемые продукты
23	Реакция хлоргидрирования. Получаемые продукты
24	Гидрогалогенирование по C-C связи. Механизм реакции гидрохлорирования
25	Гидрогалогенирование по C=C связи. Механизм реакции гидрогалогенирования. Получаемые продукты.
26	Процессы фторирования. Фторирование фтором и высшими фторидами металлов. Механизм фторирования углеводородов молекулярным фтором
27	Способы получения и применение фторорганических мономеров – тетрафторэтилена, трифторхлорэтилена, винилфторида, винилиден-фторида и гексафторпропилена
28	Хладоны (фреоны). Номенклатура хладонов (фреонов)
29	Электрохимическое фторирование. Фторирование фторидом водорода и его солями (реактив Свартса).
Семестр 7	
30	Нитрование парафинов, закономерности процесса. Механизм реакции нитрования парафинов
31	Нитрование ароматических соединений. Механизм реакции нитрования бензола
32	Химия и теоретические основы процесса этерификации, используемые катализаторы, получаемые продукты.
33	Общая характеристика реакций этерификации, термодинамика и механизм этерификации
34	Общая характеристика и классификация реакций алкилирования (по типу вновь образующейся связи)
35	Общая характеристика и классификация реакций алкилирования (по различию в строении вводимой алкильной группы)
36	Общая характеристика реакций алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы
37	Общая характеристика реакций алкилирования. Механизм реакции алкилирования ароматических углеводородов олефинами в присутствии хлорида алюминия
38	Общая характеристика и классификация реакций окисления
39	Общая характеристика реакций окисления. Окислительные агенты

40	Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных. Гетерогенные катализаторы окисления
41	Механизм реакций гидрирования и дегидрирования
42	Общая характеристика реакций дегидрирования и гидрирования углеводородов, катализаторы, используемые в этих процессах
43	Классификация реакций дегидрирования (C-C-, C-O- и C-N-дегидрирование).
44	Классификация реакций гидрирования (или гидрогенизации)
45	Общая характеристика и классификация реакций гидролиза
Семестр 8	
46	Общая характеристика реакций гидратации олефинов, их научные основы, получаемые продукты
47	Жидкофазная и газофазная дегидратация, основные закономерности реакции. Получаемые продукты
48	Общая характеристика реакций на основе оксида углерода, синтез метанола из оксида углерода и водорода: механизм образования метанола на оксидных катализаторах
49	Синтез карбоновых кислот на основе оксида углерода, механизм реакции и роль йодных промоторов
50	Химия и теоретические основы процесса сульфатирования спиртов
51	Химия и теоретические основы процесса сульфатирования олефинов
52	Процессы сульфирования олефинов, отличие их от сульфатирования. Получаемые продукты типа α-алкенсульфонатов
53	Сульфирование ароматических соединений. Получаемые продукты: нефтяные и синтетические алкиларенсульфонаты
54	Химия и теоретические основы реакции сульфирования ароматических соединений олеумом и свободным триоксидом серы
55	Общая характеристика реакций сульфирования. Сульфирование ароматических соединений. Химия и теоретические основы процесса
56	Технология процесса сульфоокисления
57	Сульфохлорирование парафинов: основные закономерности реакции
58	Сульфоокисление парафинов: основные закономерности реакции
59	Общие закономерности процесса амидирования. Амидирование азотистых соединений. Получаемые продукты
60	Общие закономерности процесса амидирования. Получение карбаматов (уретанов).
61	Синтез кремнийорганических соединений: другие реакции алкилирования по атому кремния
62	Алюминийорганические соединения: производство линейных α-олефинов

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Какие существуют природные сырьевые источники для производства органических веществ?
2. Состав нитрующей смеси в процессах нитрования бензола и его производных?
3. В чем заключается подготовка сырья при радикально-цепном хлорировании метана и этана?
4. Что получается в результате альдольной конденсации n-масляной кислоты?
5. Какие стадии включает технологический процесс? Приведите пример и дайте объяснение.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

Защита курсовой работы состоит из доклада студента по содержанию с презентацией материалов в программе PowerPoint на 5 минут и ответов на вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Леванова, С. В., Нестерова, Т. Н., Соколов, А. Б., Саркисова, В. С., Мартыненко, Е. А., Глазко, И. Л.	Технология органических веществ. Изомеризация, алкилирование, конденсация, гидратация	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/90949.html
Киселев А. М.	Химическая технология органических и неорганических веществ. Часть 1. Химическая технология органических веществ. Курс лекций	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Л.М. Попова, С.В. Вершилов	Технология органических веществ [Текст]. Ч.1.: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб. : СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem//8.pdf
Л.М. Попова, Т.В. Гончар, И.Н. Гайдуков	Практикум по химии и технологии органических веществ [Текст]. Ч.1.	М-во образования РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	http://nizrp.narod.ru/mu12-34.htm
Л.М. Попова, А.В. Курзин, А.Н. Евдокимов	Технология органических веществ [Текст] : методические указания к выполнению и оформлению курсовых проектов и работ	М-во образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/9.pdf
Л.М. Попова	Технология органических веществ [Текст] Ч. II : учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2019_06_05_01.pdf
Качалова, Т. Н., Гариева, Ф. Р., Гаврилов, В. И., Бочкова, С. А.	Химическая технология органических веществ	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2008	http://www.iprbookshop.ru/63542.html
Кузнецов Б. Н., Шендрик Т. Г., Щипко М. Л., Грицко Г. И.	Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов	Новосибирск: Сибирское отделение РАН	2012	http://www.iprbookshop.ru/15793.html

Шункевич, А. А., Терешко, А. Б., Бильдюкевич, А. В., Кашинский, А. В., Клецков, А. В., Микулич, А. В., Яскевич, А. Л., Лешкевич, А. О., Поликарпов, А. П., Набиуллин, А. Р., Володин, А. Ю., Клюев, А. Ю., Черчес, Б. Х., Мулярчик, В. В., Шманай, В. В., Агабеков, В. Е., Радкевич, В. З., Домаш, В. И., Поткин, В. И., Соколова, В. И., Зеленковский, В. М., Данишевский, В. Н., Касперчик, В. П., Солдатов, В. С., Медяк, Г. В., Рудаков, Д. А., Цыбульский, Д. А., Лопатик, Д. В., Булыга, Д. М., Дикусар, Е. А., Каранкевич, Е. Г., Косандрович, Е. Г., Скаковский, Е. Д., Рожкова, Е. И., Куваева, З. И., Латышевич, И. А., Потапова, Л. Л., Филиппович, Л. Н., Шаченкова, Л. Н., Тычинская, Л. Ю., Маркович, М. М., Кучинский, М. П., Татутьченков, М. Ю., Унгур, Н., Жуковская, Н. А., Арико, Н. Г., Козлов, Н. Г., Горщарик, Н. Д., Прокопчук, Н. Р., Ионова, О. В., Дорошкевич, О. Н., Попова, О. П., Соловьев, С. А., Михалевская, С. В., Азизбеян, С. Г., Хаминец, С. Г., Петкевич, С. К., Шахаб, С. Н., Ковальская, С. С., Косандрович, С. Ю., Коршунова, Т. А., Николаева, Т. А., Плиско, Т. В., Зверева, Т. Д., Белоцерковская, Т. Н., Алмодарресие, Х. А., Егiazаров, Ю. Г.	Химия и технология новых веществ и материалов. Выпуск 4	Минск: Белорусская наука	2014	http://www.iprbooksh op.ru/29736.html
---	---	-----------------------------	------	--

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition
Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-339	Рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления, сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.
Б-322	Приборы для определения температуры плавления, весы лабораторные, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, микрокомпрессоры, вытяжные шкафы, водоструйные насосы, термостат, вытяжной шкаф, весы лабораторные, нагревательные плитки, ионометр, рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления, сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.