

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.07.2021 13:33:39
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
методической работе

_____ Б.В.Пекаревский
« ____ » _____ 2017 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БВВ И ИВВ
(Начало обучения - 2017)

Специальность
18.05.01– Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация
№1 Химия и технология органических соединений азота

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Факультет **инженерно-технологический**
Кафедра **химии и технологии органических соединений азота**

Б1.Б.31.01

Санкт-Петербург
2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик:		Д.х.н., профессор, М.А. Илюшин

Рабочая программа дисциплины «**Химическая технология БВВ и ИВВ**» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии органических соединений азота,

03 февраля 2017, протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТОСА

Кирюшкин А.А.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
15 марта 2017 г, протокол №...7...

Председатель комиссии

Прояев В.В.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления 18.05.01-химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий		В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	06
4.3. Занятия семинарского типа	13
4.3.1. Семинары, практические занятия	13
4.3.2. Лабораторные занятия	14
4.4. Самостоятельная работа	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	18
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	18
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	22
10.2. Программное обеспечение	22
10.3. Информационные справочные системы	22
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	22
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы специалист обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	<p>Знать: Принципы органического синтеза; химические и физико-химические методы анализа веществ; основы методологии органического синтеза и анализа химических веществ; физические основы современных методов инструментального анализа.</p> <p>Уметь: работать с научной, патентной и нормативной документацией; выбирать основное и вспомогательное технологическое оборудование по каталогам библиотеки СПбГТИ(ТУ) и в интернете; обрабатывать данные, полученные при синтезе органических соединений; обрабатывать полученные данные при работе на современном аналитическом оборудовании.</p> <p>Владеть: Техникой проведения эксперимента в соответствии с выбранной методикой; приёмами и методами органического синтеза; химическими и физико-химическими методами анализа химических веществ.</p>
ПК-10	Способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	<p>Знать: Основные источники научно-технической информации о состоянии отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; основные способы и методы извлечения информации об отечественном и зарубежном опыте по тематике исследований из различных источников.</p> <p>Уметь: Анализировать источники научно-технической информации; анализировать и обобщать содержащийся в источниках научный и технический материал, анализировать принадлежность химической реакции с участием органических соединений к тому или иному типу, а также представлять ее механизм.</p> <p>Владеть: Методами поиска научно-технической информации; методиками анализа источников научно-технической информации о состоянии отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; методами самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации.</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПСК-1.1	Способностью применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическими процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задачи по исследованию и проектированию технологии новых высокоэнергетических материалов и изделий.	<p>Знать: Основные направления и принципы построения новых энергонасыщенных материалов; факторы, действующие на окружающую среду при физико-химических превращениях энергонасыщенных материалов.</p> <p>Уметь: Применять знания по химии и технологии энергонасыщенных материалов для получения прогнозов и регулирования эксплуатационных характеристик индивидуальных и смесевых энергетических материалов и их отдельных компонентов; синтезировать и производить новые энергонасыщенные вещества; определять скорость детонационного распада, ударно-волновую чувствительность и другие важные характеристики активных веществ.</p> <p>Владеть: Основными способами синтеза различных энергонасыщенных материалов; теоретическими и эмпирическими методиками расчета различных параметров энергонасыщенных материалов и их воздействия на окружающую среду.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Химическая технология БВВ и ИВВ»: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Информатика», «Химия энергонасыщенных соединений».

Учебная дисциплина «Химическая технология БВВ и ИВВ» принадлежит к дисциплинам специализации химическая технология органических соединений азота и имеет своей целью подготовку студентов к последующему восприятию специальных дисциплин. Дисциплина читается на четвертом курсе в 7 и 8 семестрах. Общая трудоёмкость 10 з.е.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на практических занятиях. Самостоятельная работа предусматривает работу с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины, опросы по всем разделам курса, выполнение домашних заданий, коллоквиумы по разделам «Технология производства тротила». «Экспериментальные методы определения характеристик ВВ» и «Расчет взрывчатых характеристик ИВВ». Предусматривается возможность написания рефератов по отдельным разделам дисциплины.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета и экзамена.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего академических часов Очная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины (зачётных единиц/академических часов)	(10 з.е.)360
Контактная работа с преподавателем	212
в том числе	
занятия лекционного типа.....	54
занятия семинарского типа	
Семинары, практические занятия.....	18
Лабораторные работы	128
Курсовое проектирование	
КСР	12
Другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	112
Форма текущего контроля	
Форма промежуточной аттестации	зачёт, экзамен (36)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение	1				ОПК-2
2.	Технологические процессы получения БВВ ароматического ряда НБ,НХБ, НТ,ДНТ,ТНТ,тетрил	3	2	35	10	ПК-10
3.	Технологические процессы получения БВВ алифатического и алициклического ряда тэн, гексоген, октоген.	8	2		10	ПСК-1.1

4.	Общая характеристика процессов получения ИВВ Расчет взрывчатых характеристик ИВВ и экспериментальные методы их определения	8	2		10	ПК-10
5.	Отдельные классы ИВВ (фульминаты, неорганические и органические азиды, стифнаты и др)	8	2		10	ПСК-1.1
6.	Технология производства нитробензола	2	2		10	ОПК-2
7.	Технология производства тротила	8	3	36	12	ПСК-1.1
8.	Технология получения 2,4,6-тринитрофенола	2			10	ОПК-2
9.	Технология получения тетрила	2		20	10	ПК-10
10.	Технология получения гексогена и октогена	8	3	15	10	ПСК-1.1
11.	Технология получения ТЭНа	2	2	22	10	ОПК-2
12.	Регенерация кислот	2			10	ПК-10
	Итого:	54	18	128	112	

4.2. Занятия лекционного типа(54 ч.).

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад.часы	Инновационная форма
Раздел №1	Краткий исторический очерк производств бризантных и инициирующих (БВВ и ИВВ). Номенклатура. Требования к технологическим процессам их получения. Сырьевая база производства. Влияние качества сырья на безопасность процессов нитрования и качество конечных продуктов. Характеристика требований ТУ на исходные и конечные продукты.	1	Слайд-презентация

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
Раздел №2	<p>Технологические процессы получения БВВ ароматического ряда НБ,НХБ, НТ,ДНТ,ТНТ,тетрил. Технология производства нитробензола и нитрохлорбензола, технология производства нитро-, и динитро- и 2,4,6-тринитротолуолов нитрохлорбензола</p> <p>Влияние различных факторов на процесс нитрования (стадийность процесса, кислотооборот, порядок смешения реагентов). Температурная кривая процесса нитрования. Характеристика отдельных стадий процесса. Значение стадий разбавления реакционных масс и экстракции отработанной кислоты. Основная аппаратура. Самотек и принудительная разгрузка аппаратуры. Способы разделения эмульсий и суспензий. Промывка твердых и жидких веществ. Водооборот и его значение. Способы утилизации кислых промывных вод и уничтожения токсичных отходов.</p>	3	Слайд-презентация
Раздел №3	<p>Принципы организации непрерывных процессов нитрования. Значение буферных аппаратов. Основная аппаратура и дозирующие устройства. Конструкции диафрагменных дозаторов. Каскадные схемы. Температурный режим. Совмещенные нитрационные аппараты. Требования к аппаратам непрерывного нитрования. Способы разделения эмульсий и суспензий. Сепараторы статического и динамического действия. Влияние модуля на процесс нитрования.</p>	8	Слайд-презентация
Раздел №4	<p>Основные физико-химические свойства исходных продуктов и их влияние на процесс нитрования и качество конечных продуктов. Технологические схемы получения и очистки нитробензола и нитрохлорбензола. Обоснование режимов. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитросоединений в продукте мононитрования (ф.н.а. кислотной смеси, избыток азотной кислоты, неоднородность состава реакционной массы, температура реакции, объемный модуль нитрования, экстракция отработанной кислоты как реакционной среды процесса). Значение стадий экстракции отработанной кислоты и нитробензола. Конструкции камерных экстракторов и промывных аппаратов, их достоинства и недостатки.</p>	8	Слайд-презентация

№ Раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. час ы	Инновационная форма
Раздел №5	<p>Основные физико-химические свойства толуола. Влияние состава толуола на качество моонитротолуола. Основные физико-химические свойства моонитротолуола и его изомеров. Влияние параметров процесса нитрования на изомерный состав. Области применения изомеров моонитротолуола. Технологическая схема получения и промывки моонитротолуола. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитротолуола в продукте нитрования. Применение совмещенных аппаратов для получения и очистки моонитротолуола. Принципиальная схема разделения изомеров.</p>	8	Слайд-презентация
Раздел №6	<p>Изомерный состав динитротолуолов. Основные физико-химические свойства и области применения изомеров динитротолуола. Технологическая схема получения 2,4-динитротолуола и смеси 2,4- и 2,6-динитротолуолов. Обоснование технологических режимов. Факторы, обуславливающие снижение содержания тринитротолуола в продуктах нитрования. Промывка и сульфитная очистка динитротолуолов. Роль кислото- и водооборота в получении и очистке динитротолуолов. Концевые операции (сушка, чешуирование, кристаллизация).</p>	2	Слайд-презентация

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
Раздел №7	<p>Толуол. Основные физико-химические свойства. Характеристика требований ГОСТа. Влияние примесей на характер протекания процесса нитрования и качество тротила. Тротил. Основные физико-химические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения тротила и полупродуктов его синтеза. Методы получения тротила. Характеристика стадий процесса нитрования: физико-химические свойства образующихся нитросоединений, их изомерный состав, побочные продукты; параметры процесса нитрования и их обоснование; макрокинетика процессов нитрования, вклад диффузионной и кинетической составляющих в суммарную скорость реакции.</p> <p>1. Противоточный метод получения тротила. Особенности режима противотока. Технологическая схема, параметры процесса. Изменение состава органической и минеральной фаз в процессе нитрования. Обоснование необходимости противотока реагирующих компонентов. Технологическая схема, параметры процесса. Изменение ф.н.а. по аппаратам. Влияние прямотока и противотока на расход азотной кислоты, температуру, время реакции и выход продукта. Влияние типа сепарирующего устройства и модуля по аппаратам на загрузку мастерской ВВ.</p> <p>Влияние окислов азота на процесс нитрования ДНТ. «Белое вещество» и условия его образования. Сравнительная характеристика прямоточного и противоточного методов получения тротила. Промывка кислого тротила. Очистка тротила-сырца. Состав тротила-сырца и влияние примесей на качество и эксплуатационные характеристики продукта. Сравнительная характеристика физических и химических методов очистки. Влияние качества тротила-сырца на выбор метода очистки. Сульфитная очистка расплавленного тротила и закристаллизованного под слоем воды. Примеси, удаляемые в процессе очистки. Факторы, определяющие скорость взаимодействия сульфита с α-ТНТ и примесями. Содово-сульфитная очистка тротила. Технологические схемы процессов, аппаратурное оформление. Проблема утилизации сульфитных щелоков. Промывка очищенного тротила.</p>	8	Слайд-презентация Опрос

№ Раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. час ы	Инновационная форма
Раздел №8	<p>Основные физико-химические свойства фенола. Различия между каменноугольным и синтетическим фенолом. Влияние состава фенола на качество пикриновой кислоты. Физико-химические свойства и взрывчатые характеристики <i>пикриновой кислоты</i>. Области применения. Обзор методов получения и очистки. Технология производства пикриновой кислоты из фенола. Значение стадии сульфирования фенола. Технологическая схема получения пикриновой кислоты в аппаратуре периодического действия. Обоснование технологических режимов. Очистка промывных вод. Получение пикриновой кислоты из динитрохлорбензола и окислительным нитрованием бензола. Сравнительная характеристика методов. Эфиры пикриновой кислоты - тринитроанизол и тринитрофенетол. Физико-химические свойства и взрывчатые характеристики. Области применения.</p>	2	Слайд-презентация
Раздел №9	<p>Физические и химические свойства тетрила. Взрывчатые характеристики. Области применения тетрила. Сравнительная характеристика методов получения. Исходные продукты: их свойства и способы получения Технологический процесс получения тетрила нитрованием диметиланилина серно-азотными смесями. Механизм процесса, побочные продукты и их влияние на качество тетрила. Характеристика стадий процесса: получение раствора сульфата диметиланилина в серной кислоте, нитрование диметиланилина до тетрила, стабилизация тетрила и перекристаллизация его из органических растворителей. Технологические схемы, обоснование режимов</p>	2	Слайд-презентация

№ Раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. час ы	Инновационная форма
Раздел №10	<p><i>Уротропин</i>. Основные физико-химические свойства. Сырьевая база. Способы получения. Подготовка уротропина. <i>Технология получения гексогена</i>. Физические и химические свойства гексогена. Взрывчатые характеристики. Области применения.</p> <p>Получение гексогена путем нитролиза уротропина концентрированной азотной кислотой. Факторы, определяющие выход гексогена. Состав побочных продуктов. Механизм образования гексогена.</p> <p>«Окислительный» метод получения гексогена. Значение стадии подготовки уротропина. Процессы, протекающие при «окислительной» кристаллизации. Стадии фильтрации, промывки и стабилизации гексогена. Технологические схемы, аппаратное оформление, обоснование режимов.</p> <p>Получение гексогена по методам «Е», «К», «КА» и «W». Физико-химические основы методов и их характеристика. Технология получения гексогена по методу «КА». Схема процесса, технологические режимы. Сравнительная характеристика «окислительной» и уксусно-ангидридной технологий получения гексогена. Методы получения октогена.</p>	8	Слайд-презентация. Опрос
Раздел №11	<p>Физико-химические свойства пентаэритрита. Методы получения. Примеси в пентаэритрите и их влияние на процесс нитрования и качество ТЭНа. <i>ТЭН</i>. Физические и химические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения.</p> <p>Физико-химические основы этерификации спиртов. Получение ТЭНа переэтерификацией кислых сернокислых эфиров пентаэритрита (метод Вильде). Параметры процесса. Примеси, содержащиеся в ТЭНе, и их влияние на качество продукта. Назначение операции содовой варки. Характеристика метода.</p> <p>Получение ТЭНа этерификацией пентаэритрита азотной кислотой. Анализ факторов, влияющих на выход и качество продукта. Технологическая схема, основная аппаратура, обоснование режимов.</p> <p>Стабилизация ТЭНа и кристаллизация его из ацетона. Технологическая схема, основная аппаратура, обоснование режимов.</p>	2	Слайд-презентация

№ Раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. час ы	Иновационная форма
Раздел №12	Регенерация серной кислоты. Регенерация азотной кислоты. Установка по улавливаю и окислению нитрозных газов. Схема санитарной очистки воздуха	2	Слайд- презентация Опрос
	Итого:	54	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия(18 ч.).

№ Раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. ча сы	Иноваци онная форма
1	Технологические процессы получения БВВ ароматического ряда НБ,НХБ, НТ, ДНТ, ТНТ, тетрил Анализ технологических схем и аппаратурного оформления периодических процессов получения ароматических нитросоединений и ВВ в зависимости от объема	2	-
2	Технологические процессы получения БВВ алифатического и алициклического ряда тэн, гексоген, октоген. Варианты организации непрерывных процессов получения с каскадным расположением аппаратуры и с использованием совмещенных нитрационных агрегатов	2	Слайд- презентац ия
3	Общая характеристика процессов получения ИВВ Расчет взрывчатых характеристик ИВВ и экспериментальные методы их определения. Прямоток и противоток в производстве ароматических нитросоединений и ВВ. Области применения. Достоинства и недостатки. Технологические схемы, аппаратурное оформление.	2	Слайд- презентац ия
4	Отдельные классы ИВВ (фульминаты, неорганические и органические азиды, стифнаты и др). Методы разделения эмульсий и суспензий в производстве. Технологические схемы, аппаратурное оформление процессов	2	Слайд- презентац ия
5	Промывка, стабилизация и очистка продуктов. Выбор технологических схем и аппаратурного оформления в зависимости от агрегатного состояния и физико–химических свойств соединений	2	Слайд- презентац ия
6	Технология производства тротила. Анализ и сравнительная характеристика методов получения и очистки тротила	3	Слайд- презентац ия

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад.часы	Инновационная форма
7	Технология получения гексогена и октогена. Анализ и сравнительная характеристика методов получения гексогена	3	Слайд-презентация -
8	Технология получения ТЭНа. Анализ и сравнительная характеристика методов получения ТЭНа	2	Слайд-презентация
	Итого:	18	

4.3.2. Лабораторные занятия (128 ч.).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад.часы	Примечание
1	Расчет и приготовление кислотных смесей. Получение тротила в три стадии. Промывка ТНТ. Очистка тротила. Тзатв. ТНТ.	36	
2	Синтез дисульфифенола (ДСФ). Получение пикриновой кислоты из ДСФ	20	
3	Очистка пикриновой кислоты. Сдача отчета.	15	
4	Получение ТЭНа нитрованием пентаэритрита. Очистка ТЭНа перекристаллизацией из ацетона. Сдача отчета.	22	
5	Получение гексогена нитролизом уротропина с последующей «окислительной» кристаллизацией. Пропарка. Сдача отчета.	15	
6	Сульфирование диметиланилина (ДМА). Получение тетрила из соли ДМА. Пропарка. Очистка тетрила перекристаллизацией из ацетона. Сдача отчета.	12	
7	Защита лабораторных работ	8	
	Итого:	128	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся (112 ч.).

№ Раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад.часы	Форма контроля

№ Раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад.часы	Форма контроля
1	<p>Характеристика требований, предъявляемых к технологическим процессам. Влияние различных факторов на процесс нитрования (стадийность процесса, кислотооборот, порядок смешения реагентов). Характеристика отдельных стадий процесса. Принципы организации периодических процессов получения ароматических нитросоединений. Технологические схемы процесса. Температурный режим процесса.. Значение стадии разбавления реакционной массы. Основная аппаратура. Способы разделения эмульсий и суспензий. Самотек и принудительная разгрузка аппаратов. Область применения периодических процессов</p>	10	Опрос
2	<p>Принципы организации непрерывных процессов получения ароматических нитросоединений. Основная аппаратура и дозирующие устройства. Температурный режим процесса. Значение буферных реакторов. Конструкции нитрационных агрегатов.</p> <p>Виды кислот, используемых в производстве ароматических нитросоединений, и их основные физико-химические характеристики Коррозионная активность кислот и конструкционные материалы, применяемые при работе с ними</p>	10	Опрос
3	<p>Способ получения нитробензола. Основные физико-химические свойства нитробензола. Побочные продукты при производстве нитробензола. Области применения нитробензола. Технологическая схема получения нитробензола. Обоснование режимов. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитробензола в продукте нитрования. Значение стадий экстракции отработанной кислоты и нитробензола. Конструкции камерных экстракторов и промывных аппаратов.</p> <p>Способ получения моонитрохлорбензола. Изомерный состав моонитрохлорбензола. Физико-химические свойства изомеров моонитрохлорбензола. Области применения изомеров моонитрохлорбензола.</p> <p>Технологическая схема прямоточного нитрования хлорбензола с использованием аппаратов со шнековыми подъемниками. Значение стадии экстракции отработанной кислоты. Противоточная промывка моонитрохлорбензола в совмещенных аппаратах. Принципиальная схема разделения изомеров моонитрохлорбензола</p>	10	Устный опрос

№ Раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад.часы	Форма контроля
4	Получение моонитротолуола. Макрокинетика процесса. Основные физико-химические свойства моонитротолуола и его изомеров. Влияние параметров процесса нитрования на изомерный состав. Области применения изомеров моонитротолуола. Технологическая схема получения и промывки моонитротолуопа. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитротолуола в продукте нитрования. Применение совмещенных аппаратов для получения и очистки моонитротолуола	10	Устный опрос
5	Получение динитротолуола (ДНТ) Макрокинетика процесса. Основные физико-химические свойства изомеров ДНТ. Области применения изомеров ДНТ. Технологическая схема получения и промывки ДНТ. Факторы, обеспечивающие снижение содержания ДНТ в продукте нитрования. Применение совмещенных аппаратов для получения и очистки ДНТ	10	Устный опрос
6	Тротил. Физические и химические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения. Прямотно-противоточный методполучения <i>тротила</i> . Получение МНТ, ДНТ, ТНТ. Химизм процесса. Макрокинетика нитрования. Состав технического продукта. Технологическая схема. Обоснование режимов. Промывка кислого тротила. Водооборот и его значение в производстве взрывчатых веществ. Примеси, содержащиеся в тротиле-сырце и их влияние на качество продукта. Общая характеристика способов очистки тротила. Физические и химические способы очистки. Их достоинства и недостатки. Сульфитная очистка тротила в расплаве. Реакции, протекающие при сульфитной очистке. Обоснование режимов очистки. Аппаратурное оформление очистки. Утилизация сульфитных щелоков. Перекисная очистка тротила в расплаве. Примеси, удаляемые в процессе перекисной очистки. Технологическая схема. Обоснование режимов. Сравнительная характеристика методов сульфитной и перекисной очистки тротила. Сушка и чешуирование тротила. Технологическая схема. Обоснование режимов. Аппаратурное оформление.	12	Колоквиум
7	Характеристика метода получения пикриновой кислоты нитрованием фенола крепкими кислотными смесями. Технологический процесс получения пикриновой кислоты из фенола. Назначение стадий. Обоснование режимов. Примеси к пикриновой кислоте. Отходы производства	10	Опрос

№ Раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад.часы	Форма контроля
8	Тетрил. Основные физико-химические свойства. Взрывчатые свойства. Общая характеристика методов получения тетрила. Получение тетрила нитрованием азотной кислотой и серно-азотными смесями. Химизм процесса. Побочные продукты. Технологический процесс получения тетрила нитрованием диметиланилина. Назначение отдельных стадий Технологическая схема. Обоснование режимов.	10	Опрос
9	Технология получения ТЭНа. Основные физико-химические свойства. Биологические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения. Способ получения ТЭНа. Примеси в пентаэритрите и их влияние на свойства ТЭНа. Получение ТЭНа нитрованием пентаэритрита концентрированной азотной кислотой. Схема процесса. Аппаратурное оформление. Обоснование режимов.	10	Опрос
10	Технология получения гексогена и октогена. Гексоген. Основные физико-химические и взрывчатые свойства. Области применения. Факторы, влияющие на выход гексогена при нитролизе уротропина концентрированной азотной кислотой. Побочные продукты. «Окислительный» метод получения гексогена. Значение стадии подготовки уротропина. Технологическая схема процесса. «Окислительная кристаллизация. Химизм процесса. Аппаратурное оформление. Обоснование режимов. Непрерывный и периодический метод фильтрации и промывки гексогена. Водооборот при промывке. Значение операции стабилизации. Технологическая схема. Обоснование режимов. Флегматизация гексогена. Назначение стадии. Физико-химические основы процесса. Сушка гексогена.	10	Опрос
11	Регенерация кислот. Абсорбция нитрозных газов. Химизм процесса. Технологическая схема. Основная аппаратура. Характеристика основных параметров процесса. Значение узла санитарной очистки нитрозных газов в обеспечении экологической безопасности производства. Концентрирование серной кислоты в аппаратах Вентури. Очистка выхлопной парогазовой смеси. Регенерация отработанных кислот. Характеристика требований к отработанным кислотам. Денитрация отработанных кислот и концентрирование азотной кислоты. Основная аппаратура. Характеристика технологического процесса	10	Итоговый опрос
	Итого:	112	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>.

При чтении лекций используются материалы, представляемые в виде презентаций, с применением ресурса PowerPoint, включая анимационные режимы. Демонстрация - с помощью мультимедийного проектора, а также белой доски. В процессе обучения используются информационные материалы ведущих мировых производителей оборудования для производств малотоннажных химических продуктов.

В качестве учебных пособий может быть использован кафедральный стенд, моделирующий стадию нитрования ароматических субстратов серно-азотной нитрующей смесью, а также различные типы емкостных реакторов, моделей перемешивающих устройств, средства автоматического контроля. Используется оборудование ЦКП «Передовые методы диагностики в химии». Для демонстрации работы микрореактора используются ресурсы кафедры оптимизации химических и биотехнологических производств СПбГТИ(ТУ).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Современное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить пороговый уровень освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуется двумя вопросами (заданиями) (для проверки знаний, умений и навыков). При сдаче зачёта, студент получает билет, состоящий из 2-х вопросов (заданий) из перечня вопросов по дисциплине, время подготовки студента к устному ответу – до 30 минут.

Оценка «зачтено» (пороговый уровень) ставится студенту, обнаружившему понимание учебного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой практики, при наличии в содержании отчета и его оформлении небольших недочётов или недостатков, затруднениях при ответах на вопросы.

Вторая промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Обобщённая оценка по итогам экзамена определяется с учётом характера и содержания ответов:

Оценка «отлично» ставится, если содержание ответов на вопросы свидетельствует об уверенных знаниях студента и о его умении качественно решать профессиональные задачи, соответствующие данному этапу подготовки.

Оценка «хорошо» ставится, если содержание ответов свидетельствует о достаточных знаниях студента и о его умении решать профессиональные задачи, но при наличии в содержании отчета и его оформлении небольших недочётов или недостатков.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой обучения, при наличии в ответах недочётов или недостатков, затруднениях при ответах на вопросы.

Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студенту при наличии в ответах существенных недочётов или недостатков, отсутствии ответов на вопросы, неконкретного характера выводов и предложений.

Пример варианта билетов на **зачёте и экзамене**:

Пример варианта билетов на зачёте:

Вариант № 1

1. Получение тетрила нитрованием азотной кислотой и серно-азотными смесями. Химизм процесса. Побочные продукты.
2. Получение ТЭНа нитрованием пентаэритрита концентрированной азотной кислотой. Схема процесса. Аппаратурное оформление. Обоснование режимов.

Пример варианта билетов на экзамене:

Вариант № 2

1. Принципы организации непрерывных процессов получения ароматических нитросоединений. Основная аппаратура и дозирующие устройства. Температурный режим процесса. Значение буферных реакторов. Конструкции нитрационных агрегатов.
2. Получение тетрила нитрованием азотной кислотой и серно-азотными смесями. Химизм процесса. Побочные продукты.
3. Получение ТЭНа нитрованием пентаэритрита концентрированной азотной кислотой. Схема процесса. Аппаратурное оформление. Обоснование режимов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

Целинский, И.В. Теоретические основы электрофильного нитрования. Текст лекций / И.В. Целинский, С.Ф. Мельникова.-СПб.: Изд. СПбГТИ(ТУ), 2011, - 112 с. (ЭБ)

Веретенников, Е.А. Введение в химико-технологические основы производства ароматических нитросоединений. Учебное пособие / Е.А. Веретенников – СПб.: Изд.СПбГТИ(ТУ), 2014, - 63 с. (ЭБ)

а) дополнительная литература:

Илюшин, М.А. Разработка компонентов высокоэнергетических композиций: монография / М.А. Илюшин, И.В. Целинский, А.М. Судариков. – СПб: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2006. – 145 с.

Генералов, М.Б., Химические реакторы производств нитропродуктов: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. М.Б. Генералова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 392 с.: ил.

б) вспомогательная литература:

Злобин, В.А. Оборудование и технологические схемы производств энергонасыщенных материалов: Учебно-наглядное пособие / В.А. Злобин, В.Ю. Авдеев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – 34 с.: ил.

Кукушкин, И.К. Оборудование и схемы химической технологии: Учебно-наглядное пособие / И.К. Кукушкин, А.К. Тарасов, С.А. Ерзиков. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 53 с.: ил.

Буллер, М. Ф. Промышленные взрывчатые вещества : учебное пособие / М. Ф.Буллер. – Сумы: СумГУ, 2009. – 226 с.

Дементьева, Д.И. Введение в технологию энергонасыщенных материалов: учебное пособие / Д.И. Дементьева [и др.]. Бийск: Изд-во Алт.гос.тех.ун-та, 2009. – 254 с.

Орлова, Е. Ю. Химия и технология бризантных ВВ / Е. Ю. Орлова. - Л.: Химия, 1973. – 296 с.

Жуков, Б.П. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / под ред. академика Б.П. Жукова. - М.: Янус-К. 1999. – 595 с.

Генералов, М.Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ: учеб. пособие / М.Б. Генералов. – М.: Академ-книга, 2004. – 397 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы:

проводить поиск в системах: Scirus.com, SciFinder, Reaxys.

Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

Учебный план РПД и учебно-методический материал; <http://media.technolog.edu.ru>

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>. ООО «Издательство «Лань».

«Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Дисциплина обеспечена необходимой литературой и учебными пособиями. При чтении лекций используются презентации, слайды рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях и лабораториях. Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций и видеофильмов.

Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, снабженной персональными компьютерами, программным обеспечением для выполнения обработки экспериментальных данных.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным и практическим занятиям;
- работу с интернет-источниками;
- посещение научных семинаров и конференций, проводимых в Санкт-Петербурге;
- подготовку к сдаче зачётов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, пройденный на семинарских занятиях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в «Рабочей программе» дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Все виды занятий по дисциплине преподаватели должны проводить в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 016 (2015) КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

СТП СПб ГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПб ГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования. Утв. ректором 17.05.2002;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению. Утв. Ректором 11.12.2009;

Планирование времени, необходимого для изучения данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студентов должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении занятий использовать мультимедийные ресурсы, а также ресурсы сети интернет.

Устный опрос проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала.

На контрольных мероприятиях студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. Оценка проставляется в зачетную книжку.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты
- информационные справочные системы Scirus.com, SciFinder, Reaxys

Для расширения знаний по теме обучения рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как, www.yandex.ru, www.google.ru и других, и использовать материалы Интернет-ресурсов профильных организаций, рекомендованных преподавателем.

Возможна сдача электронного варианта отчетов, рефератов, литературных обзоров и др. по электронной почте, обмен информацией по социальным сетям.

10.2. Программное обеспечение.

Пакеты прикладных программ стандартного набора (MicrosoftOffice). (Microsoft Excel; Microsoft Word; Microsoft PowerPoint).
проводить поиск в системах: Scirus.com, SciFinder, Reaxys.

10.3. Информационные справочные системы.

- Электронно-библиотечные системы, предлагаемые библиотекой СПбГТИ(ТУ).
- Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»,
- «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
- «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>. ООО «Издательство «Лань».
- «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Наименование организации – ООО РУНЭБ.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники на 50 посадочных мест.

- Для проведения лабораторных занятий используется синтетический практикум, рассчитанный на 30 рабочих мест, оборудованный для проведения химических синтезов.

Кафедра оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного прохождения учебного процесса.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химическая технология БВВ и ИВВ»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-2	Способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	промежуточный
ПК-10	Способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	промежуточный
ПСК-1.1	Способностью применять знания по химии и технологии индивидуальных и смесевых взрывчатых материалов и их отдельных компонентов для управления технологическими процессом, прогнозирования и регулирования основных эксплуатационных свойств, постановки задачи по исследованию и проектированию технологии новых высокоэнергетических материалов и изделий.	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает номенклатуру БВВ. Знает требования к технологическим процессам получения БВВ.	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету и экзамену	ОПК-2
Освоение раздела №2	Владеет характеристиками отдельных стадий процессанитрования. Умеет разделять эмульсии и суспензии. Знает способы утилизации кислых промывных вод и уничтожения токсичных отходов.	Правильные ответы на вопросы № 5-6, 9-16, 23 к зачету и экзамену	ПК-10
Освоение раздела № 3	Знает принципы организации непрерывных процессов нитрования. Владеет требованиями к аппаратам непрерывного нитрования. Умеет разделять	Правильные ответы на вопросы № 5-9 к зачету и экзамену	ПСК-1.1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	эмульсии суспензии.		
Освоение раздела №4	Знает технологические схемы получения и очистки нитробензола и нитрохлорбензола.	Правильные ответы на вопросы №5,6 к зачету и экзамену	ОПК-2
Освоение раздела №5	Владеет технологической схемой получения и промывки моонитротолуола. Знает факторы, обеспечивающие снижение содержания динитротолуола в продукте нитрования.	Правильные ответы на вопросы № 7 к зачету и экзамену	ПК-10
Освоение раздела № 6	Умеет составлять технологическую схему получения 2,4-динитротолуола и смеси 2,4- и 2,6-динитротолуолов. Знает факторы, обуславливающие снижение содержания тринитротолуола в продуктах нитрования.	Правильные ответы на вопросы № 8 к зачету и экзамену	ПСК-1.1
Освоение раздела № 7	Владеет методами получения тротила. Умеет оценить влияние окислов азота на процесс нитрования ДНТ. Знает сульфитную очистку расплавленного тротила и закристиализованного под слоем воды. Владеет приемами перекисной очистки ТНТ в расплаве.	Правильные ответы на вопросы №10– 16 к зачету и экзамену	ОПК-2
Освоение раздела № 8	Знает технологию производства пикриновой кислоты из фенола.	Правильные ответы на вопросы №8к зачету и экзамену	ПК-10
Освоение раздела № 9	Умеет вести технологический процесс получения тетрила нитрованием диметиланилина серноазотными смесями.	Правильные ответы на вопросы №24 - 26 к зачету и экзамену	ПСК-1.1
Освоение раздела № 10	Умеет получать гексоген путем нитролизауротропина концентрированной азотной кислотой. Владеет технологической схемой, аппаратным оформлением и обоснованием режимов получения гексогена по методам «Е», «К», «КА» и «W». Знает методы получения октогена.	Правильные ответы на вопросы №19 - 22 к зачету и экзамену	ПК-10
Освоение раздела № 11	Умеет получать ТЭНа этерификацией пентаэритрита азотной кислотой.	Правильные ответы на вопросы	ПК-10

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Знает технологическую схему, основную аппаратуру получения ТЭНа	№17 - 18 к зачету и экзамену	
Освоение раздела № 12	Владеет приёмами регенерации серной кислоты. Знает приёмы регенерации азотной кислоты. Знает установку по улавливанию и окислению нитрозных газов. Владеет схемой санитарной очистки воздуха	Правильные ответы на вопросы № 27 - 31 к зачету и экзамену	ПСК-1.1

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта и экзамена.

1. С,N,O – нитрование. Общая характеристика. Нитрование ароматических углеводородов. Влияние заместителей в ароматическом ядре на скорость и селективность нитрования.
2. Общая характеристика технологических процессов нитрования органических соединений. Основные стадии процесса. Требования, предъявляемые к технологическим процессам получения ароматических нитросоединений.
3. Характеристика кислот, используемых в производстве ароматических нитросоединений. Способность взаимодействовать с металлами в зависимости от концентрации и температуры.
4. Периодические методы нитрования ароматических нитросоединений. Достоинства и недостатки. Прямой и обратный слив реагентов. Достоинства и недостатки.
5. Технология получения нитрохлорбензола нитрованием хлорбензола. Режим стадии нитрования. Цель экстракции отработанной кислоты. Промывка, сушка, кристаллизация нитрохлорбензола. Применение нитрохлорбензола.
6. Технология получения нитробензола из бензола. Цель экстракции отработанной кислоты. Промывка в камерных промывных аппаратах. Применение нитробензола.
7. Пикриновая кислота. Физико-химические и химические свойства пикриновой кислоты. Условия получения ПК из фенола. Применение ПК.
8. Технологический процесс получения ПК из фенола. Уничтожение отходов ПК на производстве.
9. Нитрование толуола до нитротолуола. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав нитротолуола. Технология получения нитротолуола. Побочные продукты при нитровании толуола. Оптимальные и реальные условия нитрования толуола. Промывка нитротолуола.
10. ТНТ. Изомерный состав технического ТНТ. Физико-химические и химические свойства изомеров ТНТ. Примеси в техническом ТНТ. Требования к качеству ТНТ. Применение ТНТ.
11. ТНТ. Нитрование толуола до нитротолуола. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав нитротолуола. Примеси в нитротолуоле. Технологическая схема первой фазы нитрования. Зависимость скорости процесса от конструкции нитратора.
12. ТНТ. Нитрование нитротолуола до динитротолуола. Состав технического динитротолуола. Макрокинетика нитрования. Примеси в

- динитротолуоле. Растворимость динитротолуола в серной кислоте. Прямоточная и противоточная схемы получения динитротолуола.
13. ТНТ. Нитрование ДНТ до ТНТ. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав ТНТ. Состав технического ТНТ. Примеси в ТНТ. Технологическая схема получения ТНТ из ДНТ. «Белое вещество» и необходимость прямоточной части технологической схемы.
 14. ТНТ. Кислая промывка ТНТ. Сульфитная и перекисная очистка ТНТ. Достоинства и недостатки. Окончательная промывка ТНТ.
 15. ТНТ. Сушка и чешуирование ТНТ
 16. ТНТ. Стадия грануляции ТНТ. Необходимость насыщения расплава ТНТ диоксидом углерода.
 17. ТЭН. Физико-химические и химические свойства ТЭНа. ПЭ, примеси в ПЭ и их влияние на качество получаемого ТЭНа. Получение ТЭНа нитрованием ПЭ азотной кислотой и перезтерификацией сульфозфиров.
 18. Технологический процесс нитрования ПЭ концентрированной азотной кислотой.
 19. Гексоген. Физико-химические и химические свойства гексогена. Окислительный способ получения гексогена из уротропина. Побочные продукты при нитролизе уротропина. Режим окислительной кристаллизации.
 20. Технологический процесс непрерывного метода нитролиза уротропина. Окислительная кристаллизация гексогена. Периодическая фильтрация и промывка гексогена. Стабилизация гексогена.
 21. Получение гексогена другими способами (К, КА, Е, W). Достоинства и недостатки.
 22. Октоген. Способы получения
 23. Технология получения изомеров динитротолуола. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав технического динитротолуола. Примеси в динитротолуоле. Промывка и очистка изомеров динитротолуола. Применение изомеров динитротолуола.
 24. Тетрил. Физико-химические и химические свойства тетрила. Получение тетрила нитрованием ДМА в слабой азотной кислоте и серно-азотной смеси. Побочные продукты при получении тетрила. Влияние концентрации серной кислоты и температуры реакции на выход и качество тетрила.
 25. Технологический процесс получения тетрила нитрованием ДМА с/а кислотной смесью. Обоснование оптимальных параметров технологического процесса нитрования.
 26. Промывка, пропарка, перекристаллизация и сушка тетрила. Условия проведения технологических процессов
 27. Состав отработанной кислоты. Технологическая схема и режим денитрации отработанной кислоты.
 28. Концентрирование разбавленной азотной кислоты.
 29. Технологическая схема и режим абсорбции нитрозных газов.
 30. Узел санитарной очистки нитрозных газов.
 31. Концентрирование серной кислоты в аппаратах Вентури.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.