

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 10.11.2023 17:44:11
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
« 28 » июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БВВ И ИВВ
Направление подготовки

18.05.01– Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Направленность программы специалитета

№1 Химическая технология органических соединений азота

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химии и технологии органических соединений азота**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Учёное звание, Фамилия, инициалы
Профессор		Профессор Илюшин М.А.
Старший преподаватель		Павлюкова Ю.Н.

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология БВВ и ИВВ» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии органических соединений азота протокол от «31» мая 2021 №3
Заведующий кафедрой

А.А.Кирюшкин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета протокол от «24 » июня 2021 № 9
Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направления подготовки «химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»		Т.В.Украинцева
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	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	7
4.3. Занятия семинарского типа	
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	11
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	16
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	17
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	18
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	19
10.2. Программное обеспечение.....	20
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	20
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	20
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	21

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-4 Способен разрабатывать технологические процессы получения энергонасыщенных веществ</p>	<p>ПК-4.1 Выбор оптимальных параметров проведения технологического процесса получения энергонасыщенных соединений.</p>	<p>Знать: Основные методы органического синтеза энергонасыщенных веществ (3.4.1.1); Уметь: Анализировать принадлежность химической реакции с участием органических энергонасыщенных соединений к тому или иному типу, а также представлять ее механизм.(У.4.1.1); Владеть: Навыками обработки и анализа результатов, полученных при выборе оптимальных параметров проведения технологического процесса (В.4.1.1).</p>
	<p>ПК-4.8 Использование нормативно-технической документации для ведения технологического процесса</p>	<p>Знать: Основные источники научно-технической информации о состоянии отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования(3.4.8.1); Уметь: Работать с научной, патентной и нормативной документацией для ведения технологического процесса (У.4.8.1); Формулировать выводы по выбору основного и вспомогательного технологического оборудования (У.4.8.2); Владеть: Методами самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации. (В.4.8.1).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока Б1, «Дисциплины специализации №1» (Б1.В.10.01) и изучается на 4 курсе в 7и 8 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Введение в специальность» и «Основы химии энергонасыщенных соединений». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химическая технология БВВ и ИВВ» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Проектирование производств энергонасыщенных соединений», «Новое поколение энергонасыщенных соединений», а также при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	10/360
Контактная работа с преподавателем:	212
занятия лекционного типа	54
занятия семинарского типа, в т.ч.	146
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18(8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	128(8)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	12
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	58
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (90)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение	1				ПК - 4	ПК-4.1
2.	Периодические процессы нитрования	1		8	2	ПК - 4	ПК-4.1
3.	Непрерывные процессы нитрования	1			3	ПК - 4	ПК-4.1
4.	Технологические процессы получения НБ и НХБ	2	1		5	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
5.	Технология получения МНТ	1	1		2	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
6.	Технология производства 2,4 - ДНТ	1	2		3	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
7.	Технология производства тротила	8	2	40	10	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
8.	Технология получения 2,4,6-тринитрофенола	2	1		2	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
9.	Технология получения тетрила	3	1	16	3	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
10.	Технология получения гексогена	4	2	16	3	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
11.	Технология получения ТЭНа	2	1	8	2	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
12.	Регенерация кислот	2	1		2	ПК - 4	ПК-4.1
13.	Общая характеристика ИВВ	4				ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
14.	Гремучая кислота и ее соли	6	2	8	3	ПК - 4	ПК-4.1
15.	Неорганические и органические азиды	6	2		5	ПК - 4	ПК-4.1 ПК-4.8
16.	Стифниновая кислота и стифнаты	4		32	5	ПК - 4	ПК-4.1
17.	Другие классы ИВВ	3			3	ПК - 4	ПК-4.1
18.	Новые экологичные ИВВ	2			2	ПК - 4	ПК-4.1
19.	Расчет плотности и взрывчатых характеристик ИВВ	1	2		3	ПК - 4	ПК-4.8

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Краткий исторический очерк производств бризантных взрывчатых веществ (БВВ). Номенклатура БВВ. Требования к технологическим процессам получения БВВ. 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
2	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.	1	Слайд-презентация
3	Принципы организации непрерывных процессов нитрования. Значение буферных аппаратов. Основная аппаратура и дозирующие устройства. Конструкции диафрагменных дозеров. 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.	1	Слайд-презентация
4	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.	2	Слайд-презентация
5	Основные физико-химические свойства толуола. Влияние состава толуола на качество	1	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>мононитротолуола. Основные физико-химические свойства мононитротолуола и его изомеров. Влияние параметров процесса нитрования на изомерный состав. Области применения изомеров мононитротолуола. Технологическая схема получения и промывки мононитротолуола. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитротолуола в продукте нитрования. Применение совмещенных аппаратов для получения и очистки мононитротолуола. Принципиальная схема разделения изомеров.</p>		
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>	1	Слайд-презентация
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.</p> <p>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>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>	8	Слайд-презентация Опрос

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Влияние окислов азота на процесс нитрования ДНТ. «Белое вещество» и условия его образования. Сравнительная характеристика прямого и противоточного методов получения тротила. Промывка кислого тротила.</p> <p>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.</p> <p>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, аппаратное оформление. Проблема утилизации сульфитных щелоков. Промывка очищенного тротила.</p> <p>Перекисная очистка в расплаве. Состав ТНТ после очистки и его стабилизация. Технологическая схема, режимы процесса. Сравнение твердых и газообразных отходов после сжигания щелоков перекисной и сульфитной очистки.</p> <p>Сушка, чешуирование и гранулирование тротила. Технологические схемы, параметры процессов.</p>		
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 пикриновой кислоты. Области применения.</p> <p>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.</p> <p>Получение пикриновой кислоты из динитрохлорбензола и окислительным нитрованием бензола. Сравнительная характеристика методов.</p> <p>Эфиры пикриновой кислоты - тринитроанизол и тринитрофенетол. Физико-химические свойства и взрывчатые характеристики. Области применения.</p>	2	Слайд-презентация
9	<p>Физические и химические свойства тетрила. Взрывчатые характеристики. Области применения тетрила. Сравнительная характеристика методов</p>	3	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>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>		
10	<p>Уротропин. Основные физико-химические свойства. Сырьевая база. Способы получения. Подготовка уротропина. Технология получения гексогена. 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>	4	Слайд-презентация. Опрос
11	<p>ТЭН. Физические и химические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения. Получение ТЭНа перэтерификацией кислых серно-кислых 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
12	Регенерация серной кислоты. Регенерация азотной	2	Слайд-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	кислоты. Установка по улавливанию и окислению нитрозных газов. Схема санитарной очистки воздуха		презентация Опрос
13	Общая характеристика ИВВ. Важнейшие представители ИВВ. Зависимость инициирующей способности ИВВ от различных факторов. Основные и дополнительные требования, предъявляемые к ИВВ.	4	Слайд-презентация
14	Соли гремучей кислоты. Гремучая кислота. Свойства гремучей ртути. Производство гремучей ртути в стеклянной аппаратуре. Получение гремучей ртути в металлической аппаратуре.	6	Слайд-презентация
15	Неорганические и органические азиды. Классы азидов. Производства азиды натрия из амида натрия или гидразина. Свойства азиды свинца. Производство азиды свинца. Другие неорганические азиды. Органические азиды.	6	Слайд-презентация
16	Стифниновая кислота и стифнаты. Получение и свойства стифниновой кислоты. Технология получения стифниновой кислоты. Свойства тринитрорезорцината свинца. Технология получения ТНРСа, ТНРБ, ОСК.	4	Слайд-презентация
17	Другие классы ИВВ. Принципы «зеленой химии» при синтезе экологичных ИВВ. Тетразен. Соли диазония. Оксидазосоединения. Технология получения ДАДФ. Соли производных тетразола. Органические пероксиды. Ацетилениды. Соли динитробензфуросана. Технология получения КДНБФ.	3	Слайд-презентация
18	Перспективные новые ИВВ, не наносящие вред окружающей среде. НКТ, ВНСР, DBX-1, Калиевые соли энергонасыщенных органических кислот.	2	Слайд-презентация
19	Расчет взрывчатых характеристик ИВВ. Метод расчета плотности органических ИВВ по вкладам фрагментов молекул. Метод расчета скорости детонации комплексных ИВВ с катионом металла и анионом-окислителем.	1	Слайд-презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
4-5	Производство НБ, НХБ, МНТ как	2		-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	товарных продуктов. Влияние факторов на качество целевых продуктов			
6	Особенности производства 2,4-ДНТ	2	1	Слайд-презентация
7	Особенности производства тротила противоточным методом	2	1	Слайд-презентация
8-9	Влияние заместителей в ароматическом ядре на технологию производства ПК и тетрила	2	1	Слайд-презентация
10	Альтернативные способы получения гексогена. Преимущества и недостатки	2	1	Слайд-презентация
11-12	Методы получения Тэна и их недостатки. Принципы регенерации ОК.	2	1	Слайд-презентация
14	Недостатки схемы Виланда синтеза гремучей ртути	2	1	Слайд-презентация
15	Преимущества и недостатки технологий получения различных марок технического азида свинца	2	1	Слайд-презентация
19	Практические расчеты характеристик энергонасыщенных комплексных солей	2	1	-

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Расчет и приготовление кислотных смесей.	8	1	
7	Получение тротила в три стадии. Промывка ТНТ. Очистка тротила. Тзатв. ТНТ.	40	2	
9	Сульфирование диметиланилина (ДМА). Получение тетрила из соли ДМА. Пропарка. Очистка тетрила перекристаллизацией из ацетона. Сдача отчета.	16	1	
10	Получение динитрата уротропина. Получение гексогена нитрованием ДНУ. Пропарка продукта-сырца острым паром. Сушка и сдача отчета	16	-	
11	Получение ТЭНа нитрованием	8	2	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	пентаэритрита. Очистка ТЭНа перекристаллизацией из ацетона. Сдача отчета.			
14	Демонстрация преподавателем получения гремучей ртути из азотнокислого раствора нитрата ртути и этилового спирта без выделения ее из суспензии. Уничтожение преподавателем полученной гремучей ртути раствором соляной кислоты	8	-	
16	Синтез дисульфурезорцина (ДСР). Получение стифниновой кислоты из ДСР. Очистка стифниновой кислоты. Сдача отчета	24	2	
	Защита лабораторных работ	8	-	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Тема самостоятельной работы	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<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> <p>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 моонитротолуола. Факторы, обеспечивающие снижение содержания динитротолуола в продукте нитрования. Применение совмещенных аппаратов для получения и очистки моонитротолуола</p> <p>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.</p>	2	Устный опрос

3	Принципы организации непрерывных процессов получения ароматических нитросоединений. Основная аппаратура и дозирующие устройства. Температурный режим процесса. Значение буферных реакторов. Конструкции нитрационных агрегатов. Виды кислот, используемых в производстве ароматических нитросоединений, и их основные физико-химические характеристики. Коррозионная активность кислот и конструкционные материалы, применяемые при работе с ними	3	Устный опрос
4-6	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.	10	Устный опрос
7	Тротил. Физические и химические свойства. Взрывчатые характеристики. Области применения. Прямоточно-противоточный метод получения тротила. 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.	10	Коллоквиум
8	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	2	Устный опрос

9	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.	3	Устный опрос
10	Технология получения гексогена. 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.	3	Устный опрос
11	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.	2	Устный опрос
12	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	2	Итоговый опрос
14	Соли гремучей кислоты. Гремучая кислота. Свойства гремучей ртути. Производство гремучей ртути в стеклянной аппаратуре. Получение гремучей ртути в металлической аппаратуре.	3	Устный опрос
15	Неорганические и органические азиды. Классы азидов. Производства азиды натрия из амида натрия или гидразина. Свойства азиды свинца. Производство азиды свинца. Другие неорганические азиды. Органические азиды.	5	Устный опрос

16	Стифниновая кислота и стифнаты. Получение и свойства стифниновой кислоты. Технология получения стифниновой кислоты. Свойства тринитрорезорцината свинца. Технология получения ТНРСа, ТНРБ, ОСК.	5	Устный опрос
17	Другие классы ИВВ. Принципы «зеленой химии» при синтезе экологичных ИВВ. Тетразен. Соли диазония. Оксидиазосоединения. Технология получения ДАДНФ. Соли производных тетразола. Органические пероксиды. Ацетилениды. Соли динитробензфуроксана. Технология получения КДНБФ.	3	Устный опрос
18	Перспективные новые ИВВ, не наносящие вред окружающей среде. НКТ, ВНСР, ВВХ-1, Калиевые соли энергонасыщенных органических кислот.	2	Устный опрос
19	Расчет взрывчатых характеристик ИВВ. Метод расчета плотности органических ИВВ по вкладам фрагментов молекул. Метод расчета скорости детонации комплексных ИВВ с катионом металла и анионом-окислителем.	3	Устный опрос

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 для демонстрации условий применения аналитических методов на производстве 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. 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 экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуется двумя вопросами (заданиями) для проверки знаний, умений и навыков. При сдаче экзамена, студент получает билет, состоящий из 3-х вопросов из перечня вопросов по дисциплине, время подготовки студента к устному ответу – до 40 минут.

Оценка «отлично» ставится студенту, обнаружившему понимание учебного материала в полном объеме, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой без затруднений; оценка «хорошо» ставится студенту, обнаружившему понимание учебного материала в полном объеме, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, с небольшими затруднениями; оценка «удовлетворительно» (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.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

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

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

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

а) печатные издания:

1. Целинский, И.В. Теоретические основы электрофильного нитрования. Текст лекций / И.В. Целинский, С.Ф. Мельникова.-СПб.: Изд. СПбГТИ(ТУ), 2011, - 112 с. (ЭБ)
2. Веретенников, Е.А. Введение в химико-технологические основы производства ароматических нитросоединений. Учебное пособие / Е.А. Веретенников – СПб.: Изд.СПбГТИ(ТУ), 2014, - 63 с. (ЭБ)
3. 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.
4. Генералов, М.Б., Химические реакторы производств нитропродуктов: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. М.Б. Генералова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 392 с.: ил.Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Ч. 3: Молекулярная спектроскопия / М.А. Ельяшевич. – 5-е изд. – М.: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ», 2009. - 527 с.
5. 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.
6. 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.
7. Буллер, М. Ф. Промышленные взрывчатые вещества: учебное пособие / М. Ф.Буллер. – Сумы: СумГУ, 2009. – 226 с.

8. 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.
9. Орлова, Е. Ю. Химия и технология бризантных ВВ / Е. Ю. Орлова. - Л.: Химия, 1973. – 296 с.
10. Жуков, Б.П. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / под ред. академика Б.П. Жукова. - М.: Янус-К. 1999. – 595 с.
11. Генералов, М.Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ: учеб. пособие / М.Б. Генералов. – М.: Академ-книга, 2004. – 397 с.
12. Илюшин М.А., Савенков Г.Г., Мазур А.С. Промышленные взрывчатые вещества/ Учебное пособие. 3 изд. СПб.: Издательство «Лань», 2021, 200 с.

б) электронные учебные издания

1. Гуменюк, Г.Я. Основы технологического проектирования производств энергонасыщенных материалов: учебное пособие / Г.Я. Гуменюк, Е. А. Веретенников; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - СПб.: [б. и.], 2012. - 74 с. (ЭБ).

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 видеofilьмов.

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 приходить, 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 3 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 ЭИОС
- 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. Базы данных и 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.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-4	Способен разрабатывать технологические процессы получения энергонасыщенных веществ	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.1. Выбор оптимальных параметров проведения технологического процесса получения энергонасыщенных соединений.	Называет Основные методы органического синтеза энергонасыщенных веществ (3.4.1.1);	Правильные ответы на вопросы №1,2,5,6, 13,14,22,26, 31,39,к экзамену	Перечисляет основные методы органического синтеза энергонасыщенных веществ с ошибками	Перечисляет основные методы органического синтеза энергонасыщенных веществ без существенных ошибок	Перечисляет основные методы органического синтеза энергонасыщенных веществ правильно, регламентом в условиях дефицита времени.
	Анализирует принадлежность химической реакции с участием органических энергонасыщенных соединений к тому или иному типу, а также представляет ее механизм. (У.4.1.1)	Правильные ответы на вопросы №9,10,12,17-19,24,30,32 к экзамену	Анализирует принадлежность химической реакции с участием органических энергонасыщенных соединений к тому или иному типу, а также представляет ее механизм с ошибками	Анализирует принадлежность химической реакции с участием органических энергонасыщенных соединений к тому или иному типу, а также представляет ее механизм с помощью наводящих вопросов	Самостоятельно анализирует принадлежность химической реакции с участием органических энергонасыщенных соединений к тому или иному типу, а также представляет ее механизм
	Выполняет алгоритм обработки и анализа результатов, полученных при выборе оптимальных параметров проведения технологического процесса (В.4.1.1).	Правильные ответы на вопросы №7, 16, 23, 27-29, 33, 37,к экзамену	С ошибками выполняет алгоритм обработки и анализа результатов, полученных при выборе оптимальных параметров проведения технологического процесса	Выполняет алгоритм обработки и анализа результатов, полученных при выборе оптимальных параметров проведения технологического процесса с подсказками преподавателя.	Способен самостоятельно делать выводы по обработке и анализу результатов, полученных при выборе оптимальных параметров проведения технологического процесса
ПК-4.8. Использование нормативно-технической документации для	Перечисляет основные источники научной технической информации о состоянии отечественного и зарубежного опыта по тематике	Правильные ответы на вопросы №3,4, 20,33,35,59-62к экзамену	Путается в перечислении основных источников научной технической информации о состоянии	Перечисляет принципы основных источников научной технической информации о состоянии отечественного и зарубежного опыта по	Правильно перечисляет основные источники научной технической информации о состоянии отечественного и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ведения технологического процесса	исследования (3.4.8.1)		отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	тематике исследования с подсказками преподавателя.	зарубежного опыта по тематике исследования
	Анализирует данные, полученные при работе с научной, патентной и нормативной документацией для ведения технологического процесса (У.4.8.1);	Правильные ответы на вопросы № 8, 15,21,36,38,39,41-46,48-53 к экзамену	Анализирует данные, полученные при работе с научной, патентной и нормативной документацией для ведения технологического процесса неточно и с ошибками.	Анализирует данные, полученные при работе с научной, патентной и нормативной документацией для ведения технологического процесса с подсказками преподавателя.	Самостоятельно и верно анализирует данные, полученные при работе с научной, патентной и нормативной документацией для ведения технологического процесса
	Формулирует закономерности по выбору основного и вспомогательного технологического оборудования (У.4.8.2);	Правильные ответы на вопросы №2,4-6,8,9-13,18,20, 25,29,40,47,54 к экзамену	Формулирует закономерности по выбору основного и вспомогательного технологического оборудования с ошибками.	С подсказками преподавателя формулирует закономерности по выбору основного и вспомогательного технологического оборудования	Формулирует закономерности по выбору основного и вспомогательного технологического оборудования самостоятельно и верно
	Демонстрирует навыки самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации. (В.4.8.1).	Правильные ответы на вопросы № 11, 25,34,40,47, 55-58,62 к экзамену	С ошибками демонстрирует навыки самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации.	Путается в демонстрации навыков самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации.	Демонстрирует хорошие навыки самостоятельного решения поставленных задач по поиску информации с учетом данных, получаемых из новейших источников научно-технической информации.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-4:

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. TNT. Изомерный состав технического TNT. Физико-химические и химические свойства изомеров TNT. Примеси в техническом TNT. Требования к качеству TNT. Применение TNT.
11. TNT. Нитрование толуола до нитротолуола. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав нитротолуола. Примеси в нитротолуоле. Технологическая схема первой фазы нитрования. Зависимость скорости процесса от конструкции нитратора.
12. TNT. Нитрование нитротолуола до динитротолуола. Состав технического динитротолуола. Макрокинетика нитрования. Примеси в динитротолуоле. Растворимость динитротолуола в серной кислоте. Прямоточная и противоточная схемы получения динитротолуола.
13. TNT. Нитрование ДНТ до TNT. Макрокинетика нитрования. Изомерный состав TNT. Состав технического TNT. Примеси в TNT. Технологическая схема получения TNT из ДНТ. «Белое вещество» и необходимость прямоточной части технологической схемы.
14. TNT. Кислая промывка TNT. Сульфитная и перекисная очистка TNT. Достоинства и недостатки. Окончательная промывка TNT.
15. TNT. Сушка и чешуирование TNT
16. TNT. Стадия грануляции TNT. Необходимость насыщения расплава TNT 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 переэтерификацией 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.
 32. Классификация ИВВ. Области применения ИВВ.
 33. Зависимость иницирующей способности от природы ИВВ.
 34. Техника безопасности при обращении с ИВВ.
 35. Требования, предъявляемые к ИВВ.
 36. Химические свойства гремучей кислоты
 37. Химизм образования гремучей кислоты и ее ртутной и серебряной солей из спирта.
 38. Свойства гремучей ртути. Физические, химические и взрывчатые.
 39. Производство гремучей ртути в стеклянной аппаратуре. Уничтожение отходов гремучей ртути.
 40. Производство гремучей ртути в металлической аппаратуре. Регенерация спирта.
 41. Азотистоводородная кислота. Способы получения.
 42. Свойства и строение азотистоводородной кислоты
 43. Получение закиси азота
 44. Производство азиды натрия из амида натрия и семиоксида азота.
 45. Получение азиды натрия из гидразина.
 46. Азид свинца. Физические и химические свойства азиды свинца. Взрывчатые свойства.
 47. Производство декстринового азиды свинца.
 48. Характеристика других видов азиды свинца - поливинилспиртового, КМЦ(RD-1333), кристаллического, английского служебного.
 49. Уничтожение отходов азиды свинца.
 50. Свойства азиды серебра. Области применения.
 51. Органические азиды. Способы получения. Свойства.
 52. Циануртриазид и тринитротриазидобензол.
 53. Стифниновая кислота и ее свойства.
 54. Производство стифниновой кислоты
 55. ТНРС – его свойства. Производство ТНРС.
 56. Диазодинитрофенол – свойства, получение, области применения
 57. Свойства тетразена. Производство тетразена из солей амингуанидина.
 58. Одноосновная калиевая соль стифниновой кислоты. Производство ОСК.
 59. Медная соль 5-нитротетразола как экологичное ИВВ
 60. Перхлораты диазония как малотоксичные ИВВ

61. Диниробензфуроксан и его соли как «зеленые» ИВВ.
62. Калиевая соль динитрооксибензофуроксана – новое перспективное нетоксичное ИВВ

4.Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).