

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 27.10.2023 13:51:51
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ

Врио проректора по учебной
и методической работе

_____ Б.В.Пекаревский

« 26 » апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата

Химическая технология тонкого органического синтеза

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химической технологии органических красителей и фототропных соединений**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Доцент | | Зиминов А.В. |

Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза» обсуждена на заседании кафедры химической технологии органических красителей и фототропных соединений
протокол от «01» апреля 2021 № 4
Заведующий кафедрой

С.М. Рамш

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «20» апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутго

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|---|--|------------------|
| Руководитель направления подготовки «Химическая технология» | | М.В. Рутго |
| Директор библиотеки | | Т.Н. Старостенко |
| Начальник методического отдела учебно-методического управления | | Т.И. Богданова |
| Начальник учебно-методического управления | | С.Н. Денисенко |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 5 |
| 3. Объем дисциплины..... | 5 |
| 4. Содержание дисциплины..... | 6 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 6 |
| 4.2. Занятия лекционного типа..... | 7 |
| 4.3. Занятия семинарского типа..... | 12 |
| 4.3.1. Семинары, практические занятия..... | 12 |
| 4.3.2. Лабораторные работы..... | 16 |
| 4.4. Самостоятельная работа обучающихся..... | 17 |
| 4.4.1 Темы контрольной работы..... | 18 |
| 4.4.2 Тестовые вопросы по дисциплине, используемые при контроле знаний студентов..... | 19 |
| 4.4.3 Курсовой проект..... | 19 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 21 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 21 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины..... | 22 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины..... | 23 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 23 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 24 |
| 10.1. Информационные технологии..... | 24 |
| 10.2. Программное обеспечение..... | 24 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы..... | 24 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы..... | 24 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья..... | 26 |
| Приложение № 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 27 |

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

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

| Код и наименование компетенции ¹ | Код и наименование индикатора достижения компетенции ² | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³ |
|---|--|--|
| <p>ПК-4 Способность понимать физические и химические процессы, протекающие при получении продуктов тонкого органического синтеза, их обработке и эксплуатации.</p> | <p>ПК-4.1 Знание технологии производства основных химических веществ и аппаратов в химическом производстве органических веществ. Выполнение проверочных технологических, материальных и тепловых расчетов оборудования производств органических веществ</p> | <p>Знать: Конструкционные материалы. Принципы работы реакторов. Основы классификации химической аппаратуры. Основные принципы организации и строительства предприятий производств тонкого органического синтеза. Методы инженерных расчетов оборудования, методы расчета физико-химических и теплофизических свойства исходных, промежуточных и конечных продуктов производства. Принципы и методы расчета материальных балансов и тепловых расчетов производств органического синтеза (ЗН-1);</p> <p>Уметь: давать оценку экологическим проблемам, связанным с производством органических веществ. Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ (У-1);</p> <p>Владеть: Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования. Методами поиска на патентную чистоту и создания патентного формуляра. Навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности. Методами выбора химических реакторов (Н-1).</p> |

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.06) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теория химико-технологических процессов тонкого органического синтеза», «Химия и технология тонкого органического синтеза», «Общая химическая технология» и «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Применение продуктов тонкого органического синтеза», при прохождении преддипломной 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) | 7/ 252 |
| Контактная работа с преподавателем: | 134 |
| занятия лекционного типа | 72 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 36 |
| семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)* | 36 (9) |
| лабораторные работы (в том числе практическая подготовка) | - |
| курсовое проектирование (КР или КП) | 18 |
| КСР | 8 |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 91 |
| Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | Кр |
| Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен) | КП, Экзамен/27 |

* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

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 | Основные конструкционные материалы и оборудование для производств тонкого органического синтеза | 10 | 4 | - | 10 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 2 | Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса | 10 | 4 | - | 15 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 3 | Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел | 10 | 4 | - | 15 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 4 | Подготовка данных и основы проектирования производств | 4 | 2 | - | 10 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 5 | Технологическая схема и материальный баланс производств | 14 | 8 | - | 15 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 6 | Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производств | 14 | 10 | - | 15 | ПК-4 | ПК-4.1 |
| 7 | Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности и генеральный план производства | 10 | 4 | - | 11 | ПК-4 | ПК-4.1 |

4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| 1 | <p><u>Основные конструкционные материалы и оборудование для производства тонкого органического синтеза</u></p> <p>Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Металлические материалы. Стандартные стали, чугуны, легированные стали и сплавы. Цветные металлы. Редкие металлы. Биметаллы. Синтетические материалы. Защитные покрытия. Лакокрасочные покрытия. Фильтрующие перегородки. Резервуары (вертикальные, горизонтальные, шаровые). Аппаратура для хранения и отмеривания жидкости в цехах (мерники, сборники, напорные баки, флорентийские сосуды), расчет объема сборников. Критерии классификации реакционной аппаратуры. Классификация химических реакторов по принципу организации процесса. Реакторы периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Классификация химических реакторов по гидродинамическому режиму. Реакторы идеального перемешивания и вытеснения. Реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом. Классификация химических реакторов по тепловому режиму. Изотермические, адиабатические и политропические реакторы. Требования, предъявляемые к химическому реактору. Классификация химических реакторов по конструкции. Реакторы типа реакционной камеры; реакторы типа колонны; реакторы типа теплообменника; реакторы типа печи. Факторы, определяющие устройство химического реактора: агрегатное состояние исходных веществ и продуктов реакции, их химические свойства; температура и давление, при которых протекает процесс; тепловой эффект процесса и скорость теплообмена; интенсивность перемешивания реагентов; непрерывность или периодичность процесса; удобство монтажа и ремонта аппарата, простота его изготовления; доступность конструкционных материалов. Принцип фазового состояния перерабатываемых веществ - один из способов классификации химических реакторов. Типы реакторов. Реакторы-котлы. Газожидкостные реакторы. Принципы действия различных типов реакторов. Реакторы периодического действия. Реакторы непрерывного действия. Конструкционные особенности химических реакторов. Конструирование химических реакторов. Принципы подбора химических реакторов. Номинальный объем реактора. Расчет времени цикла работы реактора.</p> | 10 | лекция- визуализация |

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------------|--|-------------------------|----------------------------|
| 2 | <p><u>Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса</u></p> <p>Способы перемешивания веществ в химических реакторах. Устройства для смешения газов - сопло, инжектор, лабиринтный и каскадный смесители. Устройства для перемешивания жидкостей, а также жидкостей с твердыми телами. Механический способ перемешивания. Пневматическое перемешивание. Перемешивание газов и жидкостей, газов и твердых тел. Барботаж; кипящий слой. Классификация мешалок и их конструктивные особенности (пропеллерные, турбинные, якорные, рамные и т.д.; шнеки). Преимущества, недостатки и области применения мешалок. Крепление мешалок на валу. Подпятники. Приводы мешалок. Уплотнения валов мешалок. Стандартные сальники, торцовые уплотнения.</p> <p>Стандартные котлы и чаны. Лапы и опоры аппаратов. Крышки и днища аппаратов. Фланцевые соединения и их уплотнения. Штуцеры, сливные патрубки, нижние спуски. Люки и лазы аппаратов. Трубы наполнения и перекачивания. Гильзы для термометров и термопар. Теплообменные элементы: рубашки, змеевики, трубчатки, охлаждающие пальцы.</p> <p>Принципы охлаждения и нагрева в химических реакторах. Прямой и косвенный обмен теплом. Варианты прямого теплообмена. Организация теплообмена при косвенном охлаждении или нагреве. Рекуперативный и теплообмен и теплообмен смешения.</p> <p>Типы теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Спиральные теплообменники, пластинчатые теплообменники. Аппараты воздушного охлаждения. Конструкционные особенности и принцип действия теплообменных аппаратов. Принципы выбора теплообменной аппаратуры. Основные теплоносители и их выбор.</p> <p>Типы сушильных аппаратов. Сушилки периодического и непрерывного действия. Камерные, вакуумные шкафы, вакуумные барабанные сушилки (вакуум-гребковые, с вращающимся корпусом, вращающаяся с паровой рубашкой), сушилки с псевдооживленным слоем, пневматические сушилки, аэрофонтанные сушилки, циклонные, сушилки с вихревым слоем, сушилки с виброкипящим слоем, распылительные, комбинированного типа. Пневмотранспортные сушильные аппараты - устройство, границы применения. Конструирование сушильных аппаратов. Принципы выбора сушильных аппаратов.</p> | 10 | лекция – пресс-конференция |

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------|---|-------------------|----------------------------|
| 3 | <p><u>Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел</u></p> <p>Центрифуги. Классификация центрифуг по принципу разделения. Центрифуги осадительные, фильтрующие, комбинированные и разделяющие сепараторы. Классификация центрифуг по конструктивному признаку - горизонтальные, вертикальные, подвесные с верхним приводом, маятниковые; по способу выгрузки осадка - ручная через борт, ручная через днище, саморазгружающаяся-гравитационная, ножевая, шнековая, вибрационная. Методы выбора центрифуг.</p> <p>Фильтры для разделения суспензий. Принципы действия, конструктивные особенности. Режимы работы фильтра. Фильтры периодического действия. Фильтры непрерывного действия. Типы фильтров - емкостные, фильтр-прессы рамные, автоматические камерные фильтр-прессы, патронные, барабанные, ленточные дисковые. Методы выбора фильтров.</p> | 10 | лекция – пресс-конференция |
| 4 | <p><u>Подготовка данных и основы проектирования производств</u></p> <p>Особенности проектирования предприятий органического синтеза. Задание на проектирование, его содержание. Назначение и характеристика целевого продукта. Аналитический обзор существующих методов производства. Выбор технологии производства, оценка ее эффективности. Краткий литературный обзор выбранной технологии. Характеристика имеющихся опытных и полужаводских установок. Техничко-экономические показатели производства. Возможные пути дальнейшего улучшения технико-экономических показателей. Возможные направления использования попутных продуктов и реализуемых отходов производства.</p> <p>Условия упаковки исходного сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции. Особые требования к технологической воде, сжатому воздуху, азоту, газам входящим в непосредственный контакт с продуктами производства. Рекомендуемые параметры теплоносителей и хладоагентов. Физико-химические константы и теплофизические свойства исходных, промежуточных, побочных, конечных продуктов, реакционных масс, смесей и отходов производства в рабочих диапазонах температур и давлений.</p> | 4 | лекция – пресс-конференция |

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------|--|-------------------|----------------------------|
| 5 | <p><u>Технологическая схема и материальный баланс производства</u></p> <p>Химические уравнения основных и побочных процессов. Эндо- и экзотермические эффекты реакций. Степень конверсии и выхода по стадиям процесса. Сведения о необходимости специальных методов разделения продуктов. Рабочие технологические параметры и их допустимый диапазон колебаний по каждому узлу. Принципиальная технологическая схема производства с описанием процесса по стадиям, описание всех процессов, в том числе узлов приготовления и регенерации катализаторов, вспомогательных материалов, очистки загрязненных вод, обезвреживания газовых выбросов и переработки отходов. Методика составления материального баланса. Материальный баланс периодического производства, баланс отдельных стадий и суточный баланс. Материальный баланс на единицу неочищенного или готового продукта. Материальный баланс непрерывного производства, часовой материальный баланс. Составление операционных схем. Расчет режима работы оборудования. График гармонизации работы оборудования. Определение лимитирующей стадии производства. Таблицы материального баланса производства с указаниями составов промежуточных и конечных продуктов, а также потерь по всем стадиям процесса.</p> | 14 | лекция – пресс-конференция |
| 6 | <p><u>Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производства</u></p> <p>Расчет общего теплового баланса. Операционный тепловой баланс. Методика расчета тепловых балансов для различных типов процессов. Расчет тепловых балансов химических реакций. Расчет теплоты образования органического соединения. Расчет тепловых процессов физических превращений. Формула Караша-Свентославского. Расчет тепловых потерь в окружающую среду и на нагрев (охлаждение) реакционной аппаратуры. Тепловой баланс процессов с отгонкой реакционной массы. Расчет необходимой поверхности теплообмена в реакторе с рубашкой при различных режимах нагревания или охлаждения реакционной массы.</p> <p>Выбор конструкционных материалов для основного и вспомогательного технологического оборудования.</p> <p>Конструирование основного технологического оборудования. Реакторы периодического и непрерывного действия, их отличия и особенности. Методы расчета промышленных реакторов. Общие математические модели реакторов. Расчет емкости химического реактора и вспомогательного оборудования (мерники, хранилища). Расчет и выбор фильтровального и сушильного оборудования.</p> | 14 | лекция-визуализация |

| № раздела дисциплин | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|---------------------------|---|-------------------------|----------------------------|
| 7 | <p><u>Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности и генеральный план производства</u></p> <p>Принципиальные решения по автоматизации отдельных узлов и аппаратов. Рекомендуемые параметры контроля и схемы автоматического регулирования. Допустимые погрешности контроля и регулирования и рекомендуемые технические средства. Перечень точек и параметров, контролируемых с применением автоматических анализаторов на потоке с указанием технических средств для выполнения анализов. Количество и состав химически и механически загрязненных сточных вод по отдельным стадиям и узлам производства. Утилизация осадков и рекомендации по их использованию. Количество и состав газовых выбросов в атмосферу. Технология обезвреживания выбросов. Методика очистки и дегазации аппаратуры, трубопроводов, строительных конструкций. Способы нейтрализации токсичных, взрыво-пожароопасных продуктов в случаях аварий и разливов.</p> <p>Пожаро-, взрывоопасные и пирофорные свойства веществ, применяемых в производстве. Категории и группы применяемых взрывоопасных веществ. Методы разработки компоновки оборудования — графический и метод макетирования. Конфигурация и этажность зданий. Подходы к решению вопросов компоновки оборудования - принцип общности технологических процессов. Размещение оборудования на монтажных площадках, этажерках; монтажные проемы, ворота. Устройства для монтажа и демонтажа оборудования. Размещение оборудования на открытых площадках, экономические и технические преимущества. Макетное (объемное) проектирование. Преимущества макетного проектирования. Определение понятия генплан. Схема цехов предприятия. Классификация заводских сооружений по их назначению. Плотность застройки, внутриводской транспорт. Озеленение, противопожарные сооружения и ограждения и т.д. Обоснование места строительства предприятия производства тонкого органического синтеза. Экономические показатели. Роза ветров.</p> | 10 | лекция – пресс-конференция |

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* | |
| 1 | <p><u>Основные конструкционные материалы и оборудование для производств тонкого органического синтеза</u></p> <p>Выбор материалов для основного и вспомогательного оборудования. Защитные покрытия в химической аппаратуре. Трубопроводы и запорная арматура. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Транспортировка, хранение и дозировка сырья. Критерии классификации реакционной аппаратуры. Факторы, определяющие устройства химического реактора. Емкостные реакторы. Нитраторы, сульфураторы, диазотаторы, редуكتورы, ациляторы, хлораторы. Обвязка реактора. Байпасные линии, создание вакуума, избыточного давления, инертной атмосферы, подача реагентов, эвакуация реакционной массы.</p> | 4 | | КрСт, Ф, МШ |
| 2 | <p><u>Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса</u></p> <p>Способы перемешивания веществ в химических реакторах. Классификация мешалок. Выбор устройств для перемешивания. Теплообменное оборудование. Теплоносители. Теплообменные элементы химических аппаратов. Организация теплообменной химической аппаратуры. Сушильные аппараты.</p> | 4 | | КрСт, Ф, МШ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------------|---|----------------------|--|------------------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку* | |
| 3 | <p><u>Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел</u></p> <p>Аппаратура для гравитационного осаждения. Принцип подбора аппаратов для пылеулавливания. Циклоны, электрофильтры, тканевые фильтры. Принципы подбора аппаратов для пылеулавливания. Фильтры непрерывного действия. Фильтры периодического действия. Центрифуги периодического действия. Измельчение твердых тел. Классификация машин для измельчения твердых тел. Принципы действия и подбора дробилок.</p> | 4 | | КрСт, Ф, МШ |
| 4 | <p><u>Подготовка данных и основы проектирования производств</u></p> <p>Обзор и обобщение патентов в Российской Федерации и зарубежных патентов по выбранной технологии производства. Подготовка патентного формуляра по установленной форме. Поисковые системы и базы данных. Перспективный прогноз в потреблении товарной продукции. Прогноз обеспеченности производства сырьем и материалами требуемого качества. Наличие действующих производств или разработанной технологии на их выработку.</p> <p>Наименование ГОСТов, ОСТов, ТУ и других нормативных документов, регламентирующих качество исходного сырья и товарной продукции.</p> | 2 | | КрСт, Ф, МШ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------------|--|----------------------|--|------------------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку* | |
| 5 | <p><u>Технологическая схема и материальный баланс производств</u></p> <p>Рассмотрение ситуаций, которое могут создаваться при отклонениях от рекомендуемых оптимальных параметров процесса по каждой стадии, каждому узлу, где такая ситуация возможна. Принципы регулирования параметров.</p> <p>Рекомендации о порядке пуска производства, нормальной и аварийной остановках. Описание и характеристика узлов механизации погрузочно-разгрузочных работ, узлов дозирования реагентов и катализаторов. Особенности расчетов материальных балансов реакций сульфирования, нитрования, восстановления (каталитическое, солями металлов, серосодержащими соединениями), диазотирования, азосочетания, нуклеофильного замещения, ацилирования, аминирования.</p> | 8 | 5 | КрСт, Ф, МШ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------------|--|----------------------|--|------------------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку* | |
| 6 | <p><u>Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производств</u></p> <p>Тепловые эффекты реакций нитрования, сульфирования, хлорирования, нитрозирования и диазотирования, алкилирования, ацилирования. Тепловой баланс процесса отгонки растворителя. Способы изменения необходимой поверхности теплообмена. Расчет необходимого количества теплоносителя.</p> <p>Рекомендации по выбору конструкционных материалов для трубопроводов, арматуры и прокладок по всей технологической схеме. Выбор уплотнителей, фланцевых соединений, материалов для сальниковых набивок, уплотняющих жидкостей. Серийное оборудование, Унифицированное и стандартное оборудование. Конструирование нестандартного оборудования. Типы мешалок, методы расчета. Насосы, классификация насосов. Электродвигатели. Расчет мощности электродвигателей. Типы взрывозащитного электрооборудования.</p> | 10 | 4 | КрСт, Ф, МШ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------------|---|----------------------|--|------------------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку* | |
| 7 | <p><u><i>Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности и генеральный план производства.</i></u></p> <p>Рекомендации и обоснование по применению автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Оригинальные методы анализа и их описание. Пробоотборные устройства.</p> <p>Мероприятия по предупреждению образования взрывоопасных смесей при всех режимах работы, пусках и остановках оборудования. Устройство блокировок и допустимое время их срабатывания. Огнегасящие средства, рекомендации по пожаротушению. Рекомендаций по применению известных взрывоподавляющих устройств. Перечень и наименование чертежей.</p> <p>Генплан, технологическая схема. Монтажные чертежи. Выкопировка отдельных узлов и стадий технологического процесса. Чертеж отдельных оригинальных аппаратов. Условные обозначения схем, аппаратов, движения потоков и т.д.</p> | 4 | | |

4.3.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| 1 | Синтетические материалы, применяемые в химическом машиностроении. Реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом. Реакторы типа теплообменника. Особенности строения реакторов – сульфураторов, нитраторов, редукторов, хлораторов, ациляторов, диазотаторов. Защитные покрытия для реакторов, используемых в процессах тонкого органического синтеза. | 10 | Контрольная работа |
| 2 | Способы перемешивания. Классификация мешалок и их конструктивные особенности. Штуцеры, сливные патрубки, нижние спуски. Пробоотборные устройства. Крепление мешалок. Приводы – типы и особенности. Принцип охлаждения и нагрева в химических реакторах. Принципы подбора теплообменной аппаратуры. Особенности теплообмена в реакторах для различных химических процессов. Конструирование и выбор сушильных аппаратов. | 15 | Устный опрос |
| 3 | Классификация машин для измельчения твердых тел. Циклоны. Устройства. Применение. Разделение суспензий. Классификация центрифуг по принципу разделения. Фильтровальное оборудование. Кристаллизаторы. Аппараты для фасовки готовых продуктов. Особенности подготовки и фасовки готовых продуктов тонкого органического синтеза – красителей, активных субстанций лекарственных средств, вспомогательных материалов. | 15 | Устный опрос |
| 4 | Задание на проектирование. Выбор технологии производства. Патентный поиск. Техничко-экономическое обоснование рекомендуемого метода производства. Нормативно-техническая документация. Химизм и физико-химические основы производства. Физико-химические константы исходных, промежуточных побочных и конечных продуктов. | 10 | Устный опрос |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| 5 | Степень конверсии и выходы по стадиям процесса. Рабочие технологические параметры производства и принципы их регулирования. Материальные балансы стадий фильтрования, центрифугирования и сушки. Материальные балансы различных химических реакций, применяемых в производстве тонкого органического синтеза. | 15 | Контрольная работа |
| 6 | Тепловой баланс стадии сушки. Конструирование оборудования. Тепловые балансы различных химических реакций, применяемых в производстве тонкого органического синтеза. Различные методы выбора основного и вспомогательного оборудования на основании тепловых и материальных балансов, временных рамках протекания процесса. Способы оптимизации основного оборудования производств тонкого органического синтеза. | 15 | Контрольная работа |
| 7 | Автоматизация производства. Аналитический контроль производства. Очистка сточных вод. Техника безопасности. Профилактика отклонений от технологического режима. Методы разработки компоновки оборудования. | 11 | Устный опрос |

4.4.1 Темы контрольной работы.

Контрольная работа включает в себя 1 теоретический вопрос и 1 задачу на расчет материального или теплового баланса одной химической стадии в производстве органических соединений.

1. Критерии выбора и классификация реакционной аппаратуры.
2. Укажите преимущества и недостатки реакторов периодического, полунепрерывного и непрерывного действия.
3. Особенности строения реакторов используемых для производств тонкого органического синтеза.
4. Особенности расчета материальных балансов производств тонкого органического синтеза
5. Что такое тепловой баланс? Основные слагаемые.
6. Как уменьшить необходимую поверхность теплообмена реактора, не изменяя его конструкцию и габариты?
7. Как рассчитывается теплота образования органического соединения?
8. Задача на составление материального баланса стадии нитрования нафталина до мононитронафталина.

9. Задача на составление материального баланса стадии нитрования моонитронафталина до динитронафталина.
10. Задача на составление материального баланса стадии сульфирования толуола.
11. Задача на составление материального баланса стадии diaзотирования 3-нитро-4-аминотолуола в процессе получения Пигмента алого.
12. Задача на составление материального баланса стадии азосочетания 3-нитро-4-дiazотолуола с нафтолятом натрия.
13. Задача на составление материального баланса отдельной стадии восстановления м-нитробензойной кислоты чугунной стружкой в производстве лекарственного препарата «Билигноста».
14. Задача на определение теплоты образования органического соединения.

4.4.2 Тестовые вопросы по дисциплине, используемые при контроле знаний студентов

В качестве тестовых материалов приведены основные вопросы, которые предлагаются студентам.

1. Описание типов центрифуг. Применение центрифуг для разделения суспензий.
2. Типы фильтров. Область применения фильтров различной конструкции
3. Конструктивные модификации центрифуг. Принципы выбора центрифуг.
4. Кожухотрубчатые теплообменники, конструктивные особенности.
5. Условия работы теплообменных аппаратов.
6. Сушильные аппараты. Конструктивные особенности.
7. Сушильные барабанные аппараты.
8. Определение номинального объема реактора.
9. Расчет мощности двигателя мешалки.
10. Приводы мешалок.
11. Критерии выбора технологии производств тонкого органического синтеза.
12. Патентный поиск – основные источники информации, первичные, вторичные и третичные источники, временной период патентного поиска.
13. Технологическая схема – правила построения.
14. Оформление пояснительной записки – нормативные документы.
15. Оформление химической схемы производства тонкого органического синтеза.
16. Блок-схема производства – оформление в соответствии с ОСТ.
17. Нормативные документы необходимые для проектирования производств тонкого органического синтеза: ГОСТ, ОСТ, ISO, GMP.
18. Определение номинального объема реактора.
19. Расчет мощности двигателя мешалки.
20. Контроль реакций нитрования, восстановления и сульфирования.
21. Контроль качества исходных веществ и конечных продуктов.
22. Генеральный план и выбор места строительства.
23. Компоновка оборудования.
24. Графическая часть проекта производства органических веществ.
25. Исходные данные для проектирования по сырью и конечным продуктам.
26. Химизм, физико-химические основы и технологическая схема производства.
27. Рабочие технологические параметры производства.

4.4.3 Курсовой проект

Выполнение курсового проекта начинается с выдачи индивидуального задания на основании задания на производственную практику. В нем указывается тема и уточняется объем работ по основным разделам проекта. Курсовой проект включает в себя расчет отделения или участка цеха (отдельной технологической стадии) либо, при весьма простой технологической схеме, цех целиком. Курсовой проект включает в себя

пояснительную записку и графическую часть (4-6 слайдов). Расчет курсового проекта следует начинать с определения мощности производства и операционной мощности. При курсовом проектировании необходимо произвести расчеты материальных балансов, выбор основного и вспомогательного оборудования. При расчетах рекомендуется использование специальной литературы, приведенной в пункте «учебно-методические материалы по дисциплине», методические разработки кафедры. Выполнение и оформление курсового проекта следует проводить в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ (ТУ) 044-2012. Защита курсового проекта проходит в форме студенческой конференции. Каждый студент готовит презентацию и в течение 5-10 минут докладывает свои результаты проектирования. На обсуждение работы дается не более 10 минут. Оценка выставляется по совокупности качества доклада и выполнения пояснительной записки.

Примерная тематика курсовых проектов

- 1) Производство п-толуолсульфамида из п-толуолсульфохлорида
- 2) Производство о-толуолсульфамида из о-толуолсульфохлорида
- 3) Производство 1,3-фенилендиамин-4-сульфоуксидота (натриевая соль)
- 4) Производство сульфаниловой кислоты из анилина
- 5) Производство Пигмента алого
- 6) Производство Прямого бирюзового светопрочного
- 7) Производство дифениламина
- 8) Производство Диазоля алого К
- 9) Производство Прямого черного «23»
- 10) Производство Пигмента красного Ж
- 11) Производство Голубого спирторастворимого
- 12) Производство Прямого бирюзового светопрочного
- 13) Производство 2,5-дихлоранилина
- 14) Производство метилового эфира γ -(п-нитрофенил)масляной кислоты
- 15) Производство Лака бирюзового
- 16) Производство о-толуидина из толуола
- 17) Производство 4-аминотолуола
- 18) Производство ацетанилида из анилина для производства п-нитроанилина
- 19) Производство о- и п-толуолсульфохлоридов
- 20) Производство о-хлоранилина
- 21) Производство α -нафтиламина
- 22) Производство красителя Диазоля алого 2Ж
- 23) Производство сахараина из о-толуолсульфохлорида
- 24) Производство п-нитроанилина
- 25) Производство 1-нитро-2-метилантрахинона
- 26) Производство 2-аминофенол-4-сульфоуксидота
- 27) Производство 1-амино-4-пара-толиламиноантрахинона
- 28) Производство Азотола А.
- 29) Производство Дибазола
- 30) Производство ДИНА-кислоты.
- 31) Производство Унитиола
- 32) Производство Карведилола.
- 33) Производство Триметина
- 34) Производство Хлоракона.
- 35) Производство Пирроксана.
- 36) Производство Метилурацила
- 37) Производство Нафтизина.
- 38) Производство Левофлоксацина.

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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

| |
|--|
| Экзаменационный билет № 1 |
| 1. Органические и неорганические материалы в химическом машиностроении |
| 2. Расчет теплот химических превращений. |
| 3. Задача на составление материального баланса |

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»⁴. Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

⁴ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1) Основы курсового и дипломного проектирования : Учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология органических веществ" / Г. П. Шапошников, В. П. Перевалов, В. Е. Майзлиш, А. В. Борисов ; Минобрнауки России, Ивановский государственный химико-технологический университет. - Иваново : ИГХТУ, 2010. - 199 с. - ISBN 978-5-9616-0361-3

2) Масленников, И. Г. Основы проектирования производств органического синтеза : учебное пособие / И. Г. Масленников, В. И. Крутиков, К. И. Еремин ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. - 132 с.

3) Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учебное пособие для химико-технологических спец. вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп., Репринт. изд. - Москва : Альянс, 2013. - 576 с. - ISBN 978-5-91872-031-8

б) электронные учебные издания⁵:

1) Зиминов, А. В. Методика расчета материального баланса химического процесса : методические указания / А. В. Зиминов, С. М. Рамш ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии органических красителей и фототропных соединений. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. - 24 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

2) Зиминов, А. В. Расчет тепловых балансов производств тонкого органического синтеза : методические указания / А. В. Зиминов, С. М. Рамш ; ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии органических красителей и фототропных соединений. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. - 57 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 23.03.2021). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

3) Смирнов, Н. Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) : учебное пособие / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов ; под общей редакцией Н. Н. Смирнова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-8114-4122-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 31.03.2021). — Режим доступа: по подписке.

⁵ В т.ч. и методические пособия

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

Электронно-библиотечные системы:

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

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

Сайт фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ):

<http://bibl.lti-gti.ru>

Специализированные системы и сайты для поиска научной информации по химии и химической технологии тонкого органического синтеза:

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.scopus.com/home.url>

<https://www.reaxys.com/reaxys/secured/start.do>

<http://www.webofknowledge.com/>

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

<http://rushim.ru/books/books.htm>

<https://yandex.ru/patents>

<https://scholar.google.ru/>

https://filter-press.ru/production/filters_for_industry

<https://tefos.ru/bez-rubriki/catalogue/>

https://oil-filters.ru/cartridge_filters/

<https://www.studmed.ru/science/chidnustry/apparatus/cre/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химия и технология тонкого органического синтеза» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТО:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

СТО СПбГТИ (ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

СТО СПбГТИ (ТУ) 044-2012. Стандарт организации. Комплексная система управления качеством деятельности вуза. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ (ТУ) 006-2009. Стандарт предприятия. Комплексная система управления качеством деятельности вуза. Подготовка и оформление авторских текстовых оригиналов для издания.

Планирование времени, необходимого на изучение 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 студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

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.

10.2. Программное обеспечение⁶.

Стандартные программные продукты «Microsoft Office».

Компьютерная молекулярная графика: бесплатно распространяемые (no fee, free, trial versions) на соответствующих сайтах (см. ниже) пакеты программ «ACD/Labs» («ACD/ChemSketch»), «MDL/ISIS» / «Symyx» / «Accelrys» / «BIOVIA» / Dassault Systèmes («ISIS Draw» и более поздние версии этого продукта – «Symyx Draw», «Accelrys Draw», «BIOVIA Draw»), «ChemOffice» («ChemDraw») и т. п. – от разработчиков программных продуктов по химии.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс» <http://www.consultant.ru/>

База данных REAXYS. <https://www.reaxys.com>

База данных международных индексов научного цитирования Scopus. <https://www.scopus.com/home.uri>

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁷.

Для проведения лекционных и практических занятий имеется необходимая материально-техническая база: лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; специализированный компьютерный класс, с подключенными периферийными устройствами и оборудованием, выходом в Интернет и локальную сеть СПбГТИ (ТУ); компьютерное (*hardware*) и программное (*software*) обеспечение для проведения семинарских и практических занятий, а также для самостоятельной работы по дисциплине; Фундаментальная библиотека с читальными залами, оснащенными компьютерами, с выходом в Интернет и локальную сеть СПбГТИ (ТУ).

Перечень учебных помещений и их оборудования

| Адрес | Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий | Оснащенность оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий |
|--|---|---|
| 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | Кафедра ХТОКиФС, аудитория (помещение №6) | Специализированная мебель (56 посадочных мест), доска меловая/маркерная, мультимедийный проектор с экраном, ноутбук |
| 190013, г. Санкт- | Кафедра ХТОКиФС, | Специализированная мебель |

⁶ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

⁷ В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

| | | |
|--|--|---|
| Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | компьютерный класс (помещение №5) | (компьютерные столы, 15 рабочих мест), персональные компьютеры, 15 шт., с кабельным подключением к сети Интернет |
| 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | Кафедра ХТОКиФС, учебная лаборатория (помещение № 29) | Специализированная мебель (лабораторные столы, вытяжные шкафы, 14 рабочих мест), насосы вакуумные мембранные, насосы вакуумные водоструйные, дистиллятор, шкафы сушильные (вакуумные), электронные весы, мешалки магнитные, устройства перемешивающие электромеханические, лабораторная химическая посуда, термометры, установка для перегонки с водяным паром, электрообогревающие устройства, оборудование для тонкослойной хроматографии, хроматоскоп, рН-метр |
| 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | Кафедра ХТОКиФС, лаборатория спектральных методов исследований (помещения №№3, 4) | УФ-Вид спектрофотометры, ИК спектрофотометр |
| 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | Кафедра ХТОКиФС, помещение для самостоятельной работы студентов (помещение №1) | Специализированная мебель (12 посадочных мест), доска меловая, демонстрационный экран |
| 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б | Кафедра ХТОКиФС, помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (помещение №20) | Специализированная мебель, оборудование для профилактического обслуживания учебного оборудования |

Перечень компьютерной техники и сетевого оборудования

| Наименование и марка оборудования | Назначение и краткая характеристика оборудования | Год ввода в эксплуатацию |
|---|--|--------------------------|
| Проектор Acer X113PH_800×600 | Презентация иллюстративных материалов | 2016 |
| Компьютерный класс кафедры, компьютеры PC, 15 шт. | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2017 |

| | | |
|---|--|------|
| Ноутбук MSI GP72 6QF-273RU Ci7-6700HQ 2.6/17.3"FHD/GTX960/W10/8G/1000/DVDRW/WF/BT/Cam_Blac | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2016 |
| Ноутбук Asus X756UV Ci3-6100U 2.3/17.3"/GT920MX/W10/4G/1000/DVDRW/WF/BT/Cam_brown_ | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2016 |
| Ноутбук Asus X756UV Ci3-6100U 2.3/17.3"/GT920MX/W10/4G/1000/DVDRW/WF/BT/Cam_brown_ | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2016 |
| Ноутбук Asus X751MA PQC N3530 | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2014 |
| Ноутбук Asus X751MA PQC N3530 | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2014 |
| Компьютер KEY HM Pro H-505-4G1000_Ci5-4570 | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2014 |
| Компьютер KEY HM Pro H-505-4G1000_Ci5-4570 | Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п. | 2014 |
| Общеинститутские серверы | Кабельное сетевое соединение. Широкополосное проводное подключение к локальной сети, выход в Интернет. Кабельная технология Ethernet, скорость 100 Мбит в сек. | |
| Общеинститутские серверы | Беспроводное сетевое соединение. Беспроводное подключение к локальной сети, выход в Интернет. Беспроводная технология WiFi, скорость 50 Мбит в сек. | |

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.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Основы проектирования и оборудование предприятий органического
синтеза»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс компетенции | Содержание ⁸ | Этап формирования ⁹ |
|--------------------|--|--------------------------------|
| ПК-4 | Способность понимать физические и химические процессы, протекающие при получении продуктов тонкого органического синтеза, их обработке и эксплуатации. | промежуточный |

⁸ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁹ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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 Знание технологии производства основных химических веществ и аппаратов в химическом производстве органических веществ. Выполнение проверочных технологических, материальных и тепловых расчетов оборудования производств органических веществ | Знает Конструкционные материалы. Принципы работы реакторов. Основы классификации химической аппаратуры. Основные принципы организации и строительства предприятий производств тонкого органического синтеза. Методы инженерных расчетов оборудования, методы расчета физико-химических и теплофизических свойства исходных, промежуточных и конечных продуктов производства. Принципы и методы расчета материальных балансов и тепловых расчетов производств органического синтеза (ЗН-1); | Правильные ответы на вопросы №1-34 к экзамену, решение комплексной задачи | Знает, но отвечает с ошибками об основных конструкционных материалах химической аппаратуры, её классификации. Знает основные принципы, но допускает ошибки при расчетах материальных и тепловых балансов производств и выборе необходимого оборудования. | Знает конструкционные и защитные материалы в химическом машиностроении, классификацию основных аппаратов производств органического синтеза. Допускает незначительные ошибки при расчете материальных и тепловых балансов, а также выборе основного оборудования. | Правильно, без ошибок, рассказывает о конструкционных и защитных материалах, знает принципы расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования производств органического синтеза, без ошибок проводит расчеты тепловых и материальных балансов производств, отвечает на дополнительные вопросы |
| | Умеет давать оценку экологическим проблемам, связанным с производством органических веществ. Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ (У-1); | Правильные ответы на вопросы №35-38 к экзамену, выполнение курсового проекта | Имеет слабое представление об экологических вопросах при выборе технологии производства органических веществ. Отвечает с ошибками на вопросы о технике безопасности на | Имеет представление об экологических вопросах при выборе технологии производства органических веществ. Отвечает с незначительными ошибками на вопросы о технике безопасности на | Имеет полное представление об экологических вопросах при выборе технологии производства органических веществ. Отвечает без ошибок на вопросы о технике безопасности на |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Показатели сформированности (дескрипторы) | Критерий оценивания | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов) | | |
|--|--|--|---|---|--|
| | | | «удовлетворительно» (пороговый) | «хорошо» (средний) | «отлично» (высокий) |
| | | | производстве, способах обезвреживания твердых, жидких и газообразных отходов. | производстве, способах обезвреживания твердых, жидких и газообразных отходов. | производстве, способах обезвреживания твердых, жидких и газообразных отходов. Предлагает рациональные пути утилизации и регенерации отходов. |
| | Выполняет Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования. Методами поиска на патентную чистоту и создания патентного формуляра. Навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности. Методами выбора химических реакторов (Н-1). | Правильные ответы на вопросы №39-53 к экзамену, выполнение курсового проекта | Имеет слабые навыки в расчете и проектировании аппаратов химической промышленности, затрудняется при патентном поиске и выборе оборудования и аналитическом контроле производства | Имеет навыки в расчете и проектировании аппаратов химической промышленности, проводит патентный поиск и подбирает оборудование для аналитического контроля производства с незначительными ошибками. | Демонстрирует уверенные навыки в проектировании аппаратов химической промышленности, проводит тщательный патентный поиск и правильно подбирает оборудование для аналитического контроля производства |

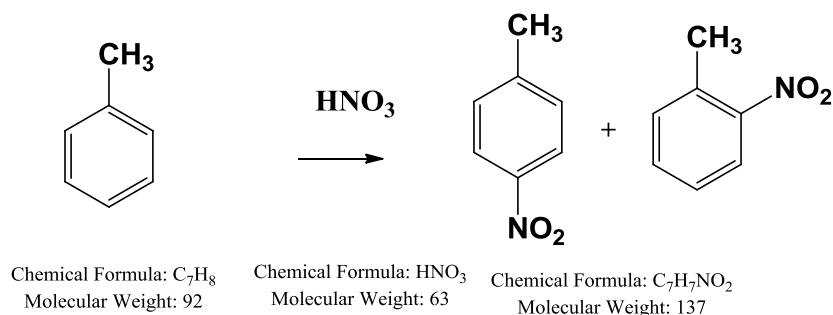
3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

- 1) Органические и неорганические материалы в химическом машиностроении.
- 2) Металлические материалы и защитные покрытия в химическом машиностроении.
- 3) Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура.
- 4) Классификация химической аппаратуры по принципу организации технологического процесса.
- 5) Классификация химической аппаратуры по гидродинамическому режиму.
- 6) Классификация химической аппаратуры по температурному режиму.
- 7) Конструктивные типы реакторов.
- 8) Устройства и способы перемешивания жидкостей и газов.
- 9) Установка и приводы мешалок.
- 10) Быстроходные мешалки.
- 11) Тихоходные мешалки.
- 12) Типы теплоносителей.
- 13) Организация и выбор теплообменной аппаратуры.
- 14) Классификация теплообменного оборудования.
- 15) Теплообменники с плоской поверхностью теплообмена.
- 16) Змеевиковые, оросительные теплообменники и теплообменники типа «труба в трубе».
- 17) Кожухотрубчатые теплообменники.
- 18) Фильтрация и классификация фильтровального оборудования.
- 19) Автоматические камерные и рамные фильтр-прессы.
- 20) Намывные патронные фильтры и фильтры с плоской фильтрующей перегородкой.
- 21) Осадительное оборудование.
- 22) Классификация центрифуг.
- 23) Основные типы центрифуг периодического действия.
- 24) Классификация сушилок. Полочные сушилки и вакуумные шкафы.
- 25) Сушилки барабанные и сушилки с псевдоожиженным слоем.
- 26) Общий расчет материальных балансов.
- 27) Особенности расчета материальных балансов реакций нитрования, сульфирования и ацилирования.
- 28) Выбор лимитирующей стадии и расчет общего выхода технологического процесса.
- 29) Общий расчет тепловых балансов.
- 30) Расчет теплот химических превращений.
- 31) Определение теплот сгорания органических соединений по методу Караша-Свентославского.
- 32) Расчет номинальной поверхности теплообмена химического реактора.
- 33) Расчет номинального объема реактора и вспомогательного оборудования.
- 34) Расчет необходимой поверхности фильтровального оборудования.
- 35) Техника безопасности и промышленная санитария.
- 36) Очистка сточных вод
- 37) Обезвреживание газовых выбросов.
- 38) Ликвидация вредных отходов.
- 39) Поиск на патентную чистоту и патентный формуляр.
- 40) Выбор технологии производства.
- 41) Технико-экономическое обоснование метода производства.
- 42) Исходные данные для проектирования по сырью и конечным продуктам.
- 43) Химизм, физико-химические основы и принципиальная технологическая схема производства.

- 44) Рабочие технологические параметры производства.
- 45) Выбор и конструирование аппаратов и оборудования.
- 46) Нормативно-правовые документы при проектировании производств тонкого органического синтеза.
- 47) Средства автоматизации и контроля производств тонкого органического синтеза
- 48) Генеральный план и выбор места строительства.
- 49) компоновка оборудования.
- 50) Графическая часть пояснительной записки к проекту – состав, правила оформления, компоновка аппаратов.
- 51) Аналитический контроль производства.
- 52) Контроль реакций нитрования, восстановления и сульфирования.
- 53) Контроль качества исходных веществ и конечных продуктов.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. В качестве третьего вопроса предлагается решение комплексной задачи на составление материального или теплового балансов. Типовые задачи приведены ниже.

Задача на составление материального баланса:

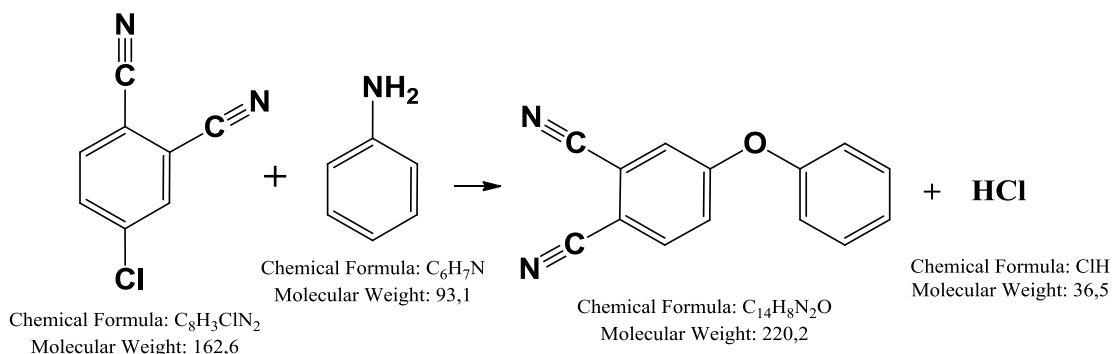


В реактор загружают 23 л чистого толуола. Нитрующую смесь (48 кг нитрующей смеси — 28 % HNO₃, 52 % H₂SO₄, 20 % воды) приливают к толуолу при энергичном перемешивании, с такой скоростью, чтобы температура реакционной массы не превышала 30 °С в течении 1 часа. Затем реакционную массу нагревают до 40 — 45 °С, выдерживают 2 ч, охлаждают (1 час) и переносят в делительную воронку. Нижний, кислотный, слой отделяют, а верхний, нитротолуольный, промывают 100 л воды (порциями по 25 л), затем 50 л 10%-ного раствора NaOH и опять водой (≈ 150 л). Нитротолуольный слой перегоняют при остаточном давлении 20 кПа. Вначале собирают фракцию, кипящую до 160 °С, затем — кипящую при 160 — 180 °С (орто-нитротолуольная, т.заст, 9,2 — 8,9°С) и, наконец, выше 180°С (пара-нитротолуольная, т.заст. ≈ 40 °С). Чтобы получить чистый 4-нитротолуол, фракцию, кипящую выше 180 °С, передавливают в кристаллизатор и охлаждают до 10-15 °С, при этом 4-изомер кристаллизуется. Его быстро отфильтровывают на нутч-филт্রে или отделяют центрифугированием, и высушивают. Выход 4-нитротолуола 18 кг (53 %), Бесцветные кристаллы; с т. пл. 50—52°С; т. кип. 238 °С при атмосферном давлении, 104,5°С при 1,2 кПа; Плотность толуола 0,867 г/см³, дымящей азотной кислоты 1,513, а моногидрата 1,837. Определить номинальный объем и оптимальное количество емкостей-хранилищ для нитрующей смеси, если известно, что коэффициент запаса мощности для емкостей – 10 %, коэффициент заполнения 0,85, в емкости должна храниться нитрующая смесь на 4 операции. На предприятии доступны следующие стандартизованные аппараты:

| | | | | | |
|--|-----|------|------|-----|------|
| Номинальный объем реактора, м ³ : | 0,1 | 0,16 | 0,25 | 0,4 | 0,63 |
| | 1 | 1,25 | 1,6 | 2,5 | 4 |

Задача на составление тепловой баланс

Определить тепловой эффект химической реакции получения 100 кг продукта:




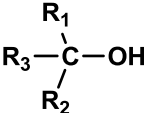
Теплоты образования стандартных соединений

| Соединение | $q_{обр}$, кДж/моль |
|--------------|----------------------|
| Хлороводород | 91,8 |
| Вода | 286,0 |
| Анилин | -31,1 |
| Фенол | 164,8 |

Теплоты сгорания элементов

| Элемент | q_a , кДж/г-атом |
|---------|--------------------|
| C | 395,2 |
| H | 143,2 |
| F | 173,3 |
| Cl | 0 (22,1) |
| Br | 0 (23,7) |
| I | 0 |
| O | 0 |
| N | 0 (65,4) |
| S | 290,2 (582,4) |

Тепловые поправки в уравнении Караша-Свентославского

| Характер групп, заместителей и связей | Поправка Δ , кДж/моль |
|--|------------------------------|
| Связь между алифатическими и ароматическими радикалами Ar-Alk | -14,7 |
| Связь между ароматическими радикалами Ar-Ar' | -27,2 |
| Этиленовая группа C=C | +69,1 |
| Ацетиленовая группа -C≡CH | +193,0 |
| Двойная связь в цикле  | +27,2 |
| Alk-OH | +54,4 |
|  | +14,7 |
| Ar-OH | +14,7 |

| | |
|--|--------|
| $R-O-R'$ и $Ar-O-Ar'$ | +81,7 |
| $R-CH=O$ $Ar-CH=O$ | +54,4 |
| $\begin{array}{c} R_1 \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ R_2 \end{array}, \quad \begin{array}{c} Ar_1 \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ Ar_2 \end{array}$ | +27,2 |
| $R-C(O)O-R'$ | +69,1 |
| Первичные алифатические амины $Alk-NH_2$ | +54,4 |
| Вторичные алифатические амины $Alk-NH-Alk'$ | +81,7 |
| Третичные алифатические амины $\begin{array}{c} Alk \\ \diagdown \\ N-Alk' \\ \diagup \\ Alk'' \end{array}$ | +108,9 |
| $Ar-NH_2$ | +27,2 |
| $Ar-NH-Ar'$ | +54,4 |
| $Ar-NH-Alk$ | +54,4 |
| $\begin{array}{c} Ar \\ \diagdown \\ N-Ar' \\ \diagup \\ Ar'' \end{array}$ | +81,7 |
| Связь между ароматическим радикалом и азотом в аминах | -14,7 |
| Связь между углеродом и нитрильной группой $-C\equiv N$ в алифатических и ароматических соединениях | +69,1 |
| Ароматические нитрилы $Ar-C\equiv N$ | -27,2 |
| Алифатические изонитрилы $R-N=C$ | +138,6 |
| Нитрогруппа $-NO_2$ в ароматических и алифатических соединениях | +54,4 |
| Сульфогруппа SO_3H в ароматических соединениях | -98,0 |
| Хлор в алифатических соединениях | -32,2 |
| Хлор в ароматических соединениях | -27,2 |
| Бром в алифатических соединениях | +69,1 |
| Бром в ароматических соединениях | -14,6 |
| Йод в алифатических и ароматических соединениях | +176 |

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 60 мин.

4. Темы курсовых проектов:

- 1) Производство п-толуолсульфамида из п-толуолсульфохлорида
- 2) Производство о-толуолсульфамида из о-толуолсульфохлорида
- 3) Производство 1,3-фенилендиамин-4-сульфоуксусной кислоты (натриевая соль)
- 4) Производство сульфаниловой кислоты из анилина
- 5) Производство Пигмента алого
- 6) Производство Прямого бирюзового светопрочного
- 7) Производство дифениламина
- 8) Производство Диазоля алого К
- 9) Производство Прямого черного «23»

- 10) Производство Пигмента красного Ж
- 11) Производство Голубого спирторастворимого
- 12) Производство Прямого бирюзового светопрочного
- 13) Производство 2,5-дихлоранилина
- 14) Производство метилового эфира γ -(*p*-нитрофенил)масляной кислоты
- 15) Производство Лака бирюзового
- 16) Производство *o*-толуидина из толуола
- 17) Производство 4-аминотолуола
- 18) Производство ацетанилида из анилина для производства *p*-нитроанилина
- 19) Производство *o*- и *p*-толуолсульфохлоридов
- 20) Производство *o*-хлоранилина
- 21) Производство α -нафтиламина
- 22) Производство красителя Диазоля алого 2Ж
- 23) Производство сахарина из *o*-толуолсульфохлорида
- 24) Производство *p*-нитроанилина
- 25) Производство 1-нитро-2-метилантрахинона
- 26) Производство 2-аминофенол-4-сульфоуксусной кислоты
- 27) Производство 1-амино-4-пара-толиламиноантрахинона
- 28) Производство Азотола А.
- 29) Производство Дибазола
- 30) Производство ДИНА-кислоты.
- 31) Производство Унитиола
- 32) Производство Карведилола.
- 33) Производство Триметина
- 34) Производство Хлоракона.
- 35) Производство Пирроксана.
- 36) Производство Метилурацила
- 37) Производство Нафтизина.
- 38) Производство Левофлоксацина.

5. 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 организации и проведения зачетов и экзаменов.

СТО СПбГТИ (ТУ) 044-2012. Стандарт организации. Комплексная система управления качеством деятельности вуза. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

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