

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ**  
**ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

**Направление подготовки**  
**18.03.01 Химическая технология**

**Направленность программы бакалавриата**  
**Химическая технология органических веществ**

**Профессиональный модуль**  
**Химическая технология тонкого органического синтеза**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза» обсуждена на заседании кафедр химической технологии органических красителей и фототропных соединений  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ № \_\_

Заведующий кафедрой

С.М. Рамш

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ № \_\_

Председатель

М.В. Рутто

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления		Профессор В.И. Крутиков
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 .....
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....
3	Объем дисциплины .....
4	Содержание дисциплины
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий.....
4.2	Занятия лекционного типа.....
4.3	Занятия семинарского типа.....
4.3.1	Семинары, практические занятия .....
4.4	Самостоятельная работа.....
4.4.1	Темы контрольной работы .....
4.4.2	Тестовые вопросы по дисциплине, используемые при контроле знаний студентов .....
4.4.3	Курсовой проект.....
4.4.4	Контрольные вопросы к экзамену.....
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
10.1	Информационные технологии.....
10.2	Программное обеспечение.....
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....
Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-5</b>	способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	<p><b>Знать:</b> Методы выбора рабочих технологических параметров производства. Нормативно-техническую документацию на сырье, вспомогательные материалы и готовую продукцию.</p> <p><b>Уметь:</b> Давать оценку экологическим проблемам, связанным с производством органических веществ.</p> <p><b>Владеть:</b> Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Методами анализа исходного сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции.</p>
<b>ПК-21</b>	готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	<p><b>Знать:</b> Конструкционные материалы, применяемые для изготовления химической аппаратуры. Принципы работы периодических, полунепрерывных и реакторов непрерывного действия. Основы классификации химических реакторов по конструкции. Способы перемешивания веществ в химических реакторах. Способы измельчения твердых тел. Устройства фильтров для разделения суспензий. Типы теплообменных аппаратов. Типы сушильных аппаратов. Типы перемешивающих устройств. 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</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>органического синтеза.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять полученные знания при выполнении курсового и дипломного проекта. Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ.</p> <p><b>Владеть:</b> 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.</p>
ПК-23	способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	<p><b>Знать:</b> Современные методы описания технологических процессов. Принципы компоновки оборудования и построения генплана.</p> <p><b>Уметь:</b> Работать с учебной, научной и справочной литературой по проектированию предприятий по производству органических веществ, а также в процессе дальнейшей профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> методами анализа эффективности работы химических производств. Определения технологических показателей процесса. Методами контроля технологическими процессами</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.01.01.06) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химия и технология тонкого органического синтеза», «Теория химико-технологических процессов тонкого органического синтеза».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра, необходимы для изучения последующих дисциплин направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	<b>54</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>18</b>
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	КП
КСР, из них курсовой проект	<b>18</b> 16
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>90</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	КП, Экзамен ( <b>36 ч</b> )

### 4 Содержание дисциплины.

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основные конструкционные материалы и оборудование для производств тонкого органического синтеза	10	2	-	10	ПК-21
2	Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса	10	2	-	15	ПК-21
3	Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел	6	2	-	15	ПК-21
4	Подготовка данных и основы проектирования производств	4	2	-	10	ПК-5
5	Технологическая схема и материальный баланс производств	10	4	-	15	ПК-21
6	Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производств	10	4	-	15	ПК-21
7	Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности	4	2	-	10	ПК-5 ПК-23

	и генеральный план производства					
--	---------------------------------	--	--	--	--	--

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
----------------------------	---	-------------------------	-----------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b><u>Основные конструкционные материалы и оборудование для производств тонкого органического синтеза</u></b></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.</p> <p>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.</p> <p>Требования, предъявляемые к химическому реактору. Классификация химических реакторов по конструкции. Реакторы типа реакционной камеры; реакторы типа колонны; реакторы типа теплообменника; реакторы типа печи.</p> <p>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	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b><u>Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса</u></b></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 передавливания. 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 псевдоожиженным 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	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><b><u>Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел</u></b></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>	6	
4	<p><b><u>Подготовка данных и основы проектирования производств</u></b></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	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><b><u>Технологическая схема и материальный баланс производств</u></b></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>	10	
6	<p><b><u>Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производств</u></b></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>	10	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<p><b><u>Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности и генеральный план производства</u></b></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 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, внутризаводской транспорт. Озеленение, противопожарные сооружения и ограждения и т.д. Обоснование места строительства предприятия производства тонкого органического синтеза. Экономические показатели. Роза ветров.</p>	4	

### 4.3 Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1 Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b><u>Основные конструкционные материалы и оборудование для производств тонкого органического синтеза</u></b></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, редукторы, ациляторы, хлораторы. Обвязка реактора. Байпасные линии, создание вакуума, избыточного давления, инертной атмосферы, подача реагентов, эвакуация реакционной массы.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
2	<p><b><u>Оборудование и устройства для тепло- и массопереноса</u></b></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>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<p><b><u>Оборудование для разделения фаз и измельчения твердых тел</u></b></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>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><b><u>Подготовка данных и основы проектирования производств</u></b></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	Слайд-презентация.
5	<p><b><u>Технологическая схема и материальный баланс производств</u></b></p> <p>Рассмотрение ситуаций, которые 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.</p> <p>Особенности расчетов материальных балансов реакций сульфирования, нитрования, восстановления (каталитическое, солями металлов, серосодержащими соединениями), диазотирования, азосочетания, нуклеофильного замещения, ацилирования, аминирования.</p>	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<p><b><u>Расчет тепловых балансов и выбор оборудования производства</u></b></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.</p> <p>Серийное оборудование, Унифицированное и стандартное оборудование. Конструирование нестандартного оборудования. Типы мешалок, методы расчета. Насосы, классификация насосов. Электродвигатели. Расчет мощности электродвигателей. Типы взрывозащитного электрооборудования.</p>	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
7	<p><b><u>Аналитический контроль, автоматизация, промышленная экология, техника безопасности и генеральный план производства.</u></b></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.</p> <p>Перечень и наименование чертежей. 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>	2	Групповая дискуссия

#### 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, diaзотаторов. 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	<p>Степень конверсии и выходы по стадиям процесса.</p> <p>Рабочие технологические параметры производства и принципы их регулирования.</p> <p>Материальные балансы стадий фильтрования, центрифугирования и сушки.</p> <p>Материальные балансы различных химических реакций, применяемых в производстве тонкого органического синтеза.</p>	15	Контрольная работа
6	<p>Тепловой баланс стадии сушки.</p> <p>Конструирование оборудования.</p> <p>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.</p>	15	Контрольная работа
7	<p>Автоматизация производства.</p> <p>Аналитический контроль производства.</p> <p>Очистка сточных вод.</p> <p>Техника безопасности.</p> <p>Профилактика отклонений от технологического режима.</p> <p>Методы разработки компоновки оборудования.</p>	10	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 моонитронафталина.
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**

Основными целями выполнения курсового проекта является:

- Закрепление и углубление теоретических знаний при решении ряда практических вопросов, возникающих при разработке проекта;

- Приобретение навыка критически анализировать собранные на практике и из научной литературы материалы, связанные с темой проекта;
- Ознакомление с основными элементами промышленного проектирования, подготовка к выполнению дипломного проекта.

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 плакатов). Расчет курсового проекта следует начинать с определения мощности производства и операционной мощности. При курсовом проектировании необходимо произвести расчеты тепловых и 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. Стандарт организации. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования. 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-сульфокислота (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» сочетанием «дiazодисазосоединения» с м-фенилендиамином
- 10) Производство Пигмента красного Ж
- 11) Производство Голубого спирторастворимого
- 12) Производство 2,5-дихлоранилина
- 13) Производство метилового эфира  $\gamma$ -(п-нитрофенил)масляной кислоты из  $\gamma$ -(п-нитрофенил)масляной кислоты
- 14) Производство Лака бирюзового
- 15) Производство о-толуидина из толуола
- 16) Производство 4-аминотолуола
- 17) Производство ацетанилида из анилина для производства п-нитроанилина
- 18) Производство о- и п-толуолсульфохлоридов
- 19) Производство о-хлоранилина
- 20) Производство  $\alpha$ -нафтиламина
- 21) Производство красителя Диазоля алого 2Ж
- 22) Производство сахарина из о-толуолсульфохлорида
- 23) Производство п-нитроанилина
- 24) Производство Дибазола
- 25) Производство активных компонентов лекарственных препаратов.

#### 4.4.4 Контрольные вопросы к экзамену

В каждом экзаменационном билете содержится 2 вопроса по различным разделам дисциплины, третьим вопросом идет задача на составление краткого материального баланса либо определение теплоты образования органического соединения.

- 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) Поиск на патентную чистоту и патентный формуляр.
- 36) Выбор технологии производства.
- 37) Технико-экономическое обоснование метода производства.
- 38) Исходные данные для проектирования по сырью и конечным продуктам.
- 39) Химизм, физико-химические основы и принципиальная технологическая схема производства.
- 40) Рабочие технологические параметры производства.
- 41) Выбор и конструирование аппаратов и оборудования.
- 42) Нормативно-правовые документы при проектировании производств тонкого органического синтеза.
- 43) Техника безопасности и промышленная санитария.
- 44) Очистка сточных вод

- 45) Обезвреживание газовых выбросов.
- 46) Ликвидация вредных отходов.
- 47) Аналитический контроль производства.
- 48) Контроль реакций нитрования, восстановления и сульфирования.
- 49) Контроль качества исходных веществ и конечных продуктов.
- 50) Средства автоматизации и контроля производств тонкого органического синтеза
- 51) Генеральный план и выбор места строительства.
- 52) Компоновка оборудования.
- 53) Графическая часть пояснительной записки к проекту – состав, правила оформления, компоновка аппаратов.

## **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>

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта и сдачи экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, время подготовки студента к устному ответу - до 60 мин.

Пример варианта экзаменационного билета:

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

**Направление подготовки бакалавра 18.03.01 Химическая технология**  
**Направленность образовательной программы «Химическая технология органических веществ»**  
Факультет химической и биотехнологии  
Кафедра химической технологии органических красителей и фототропных соединений  
Курс 4  
Семестр 7

**Дисциплина «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА»**

Экзаменационный билет № 1

- 1 Органические и неорганические материалы в химическом машиностроении
- 2 Расчет теплот химических превращений.
- 3 Задача на составление материального баланса

Заведующий кафедрой,  
д-р хим. наук, профессор \_\_\_\_\_ С. М. Рамш  
(подпись, дата)

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

### а) основная литература:

1. Зиминов, А.В. Расчет тепловых балансов производств тонкого органического синтеза : методические указания / А.В. Зиминов, С.М. Рамш ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии орган. красителей и фототроп. соединений. - СПб.: [б. и.], 2013. - 57 с. (ЭБ)
2. Смирнов, Н.Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) : Учебное пособие / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов; под общ. ред. Н. Н. Смирнова. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 84 с.
3. Масленников, И.Г. Основы проектирования производств органического синтеза : учебное пособие / И. Г. Масленников, В. И. Крутиков, К. И. Еремин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии синтез. биол. актив. веществ. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 132 с.
4. Павлов, К.Ф. Примеры задач 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. - М. : Альянс, 2013. - 576 с.

### б) дополнительная литература:

1. Основы проектирования производственных зданий и сооружений : учебное пособие / Т. Б. Васильева [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. инж. проектирования. - СПб. : [б. и.], 2016. - 60 с. (ЭБ)
2. Зиминов, А.В. Методика расчета материального баланса химического процесса : методические указания / А. В. Зиминов, С. М. Рамш ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. техн. орг. красителей и фототроп. соед. – СПб. : [б. и.], 2010. - 25 с. (ЭБ)
3. Основы курсового и дипломного проектирования : Учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология органических веществ" / Г. П. Шапошников, В. П. Перевалов, В. Е. Майзлищ, А. В. Борисов ; Иванов. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново : [б. и.], 2010. - 199 с. : ил. - Библиогр.: с. 192-199.
4. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования : справочник : в 3 т. / А. С. Тимонин. –Калуга. :Ноосфера, 2015. – Т. 2.
5. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и спец. "Химическая технология" / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. - 3-е изд., испр. - СПб. : Химиздат, 2010. - 543 с..

### в) вспомогательная литература:

1. Процессы и аппараты химической технологии. Основы инженерной химии / М. И. Курочкина [и др.] ; под ред. Н. Н. Смирнова. – СПб. : Химия, 1996. - 408 с.
2. Перевалов, В.П. Основы проектирования и оборудование производств тонкого органического синтеза / В. П. Перевалов, Г. И. Колдобский. – М. : Химия, 1997. - 288 с
3. Смирнов, Н.Н. Химические реакторы в примерах и задачах / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский, В. А. Плесовских. – СПб. : Химия, 1994. -158 с.

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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:*

<http://www.nature.com>

[www.chemweb.com](http://www.chemweb.com)

<http://www.sciencedirect.com/science>

<http://www.scirus.com/srsapp/>

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

<http://www.iupac.org/>

<http://www.doaj.org/> (Directory of open access journals)

<http://www.chemport.ru/> (сайт для химиков)

<http://www.sooslic.com/?id=310382> (сайт для химиков)

<http://www.chem.isu.ru/leos/index.php> (СИС «Химический ускоритель»)

### *Базы данных по химии:*

<http://www.cas.org/expertise/cascontent/> (Базы данных ChemicalAbstracts, поиск с помощью поисковой машины SciFinder)

<https://www.reaxys.com/reaxys/secured/start.do> (Базы данных Beilstein&Gmelin, поиск с помощью поисковой машины Reaxys)

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

<http://www.crct.polymtl.ca/FACT/index.php>

[http://www.google.ru/Top/Science/Chemistry/Chemical\\_Databases/](http://www.google.ru/Top/Science/Chemistry/Chemical_Databases/)

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/search.cgi>

<http://www2.viniti.ru/> (База данных ВИНИТИ)

### *Химические библиотеки:*

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html>

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/licenced.html>

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

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

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

<http://www.chemport.ru/index.php?cid=29>

### *Издательства научно-технической литературы:*

<http://elsevierscience.ru/>

<http://onlinelibrary.wiley.com/?CRETRY=1&SRETRY=0>

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

<http://www.rsc.org/>

## 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза» проводятся в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

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) 044-2012. Стандарт организации. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования

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

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 багаж знаний и вопросов 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 электронной почты.

### **10.2 Программное обеспечение.**

Стандартные программные продукты «MICROSOFTOFFICE».

Компьютерная молекулярная графика: пакеты «ACD/Labs», «MDL/ISIS» и более поздние версии этого продукта.

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

<b>Наименование и марка оборудования</b>	<b>Назначение и краткая характеристика оборудования</b>
Проектор BENQMP 620 P	Презентация иллюстративных материалов
Ноутбук RB Explorer E 410 L	Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п.
Ноутбук Packard Bell DT85CT015RU/34	
Ноутбук AsusF3TL52/102 4/120	
Компьютеры PC, 15 шт.	

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

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



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

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-5	способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	промежуточный
ПК-21	готовностью разрабатывать проекты в составе авторского коллектива	промежуточный
ПК-23	способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<p><b>Знает:</b> Конструкционные материалы, применяемые для изготовления химической аппаратуры. Принципы работы периодических, полунепрерывных и реакторов непрерывного действия. Основы классификации химических реакторов по конструкции.</p> <p><b>Умеет:</b> Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ.</p> <p><b>Владет:</b> Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p>	Правильные ответы на вопросы №1-7 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-21

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 2	<p><b>Знает:</b> Способы перемешивания веществ в химических реакторах; Типы перемешивающих устройств. Типы теплообменных аппаратов; Классификацию теплообменных аппаратов; Основные теплоносители и области их применения.</p> <p><b>Умеет:</b> Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ.</p> <p><b>Владеет:</b> Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>	Правильные ответы на вопросы №8-17 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-21
Освоение раздела № 3	<p><b>Знает:</b> Способы измельчения твердых тел; Устройства фильтров для разделения суспензий; Типы сушильных аппаратов; Методы расчета фильтровального и сушильного оборудования.</p> <p><b>Умеет:</b> Применять полученные знания при выборе технологии получения органических веществ.</p> <p><b>Владеет:</b> Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>	Правильные ответы на вопросы №18-25 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-21
Освоение раздела № 4	<p><b>Знает:</b> Основные принципы организации и строительства предприятий производств тонкого органического синтеза. Методы выбора рабочих технологических параметров производства. Нормативно-техническую документацию на сырье, вспомогательные материалы и готовую продукцию.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить патентный поиск и составлять патентный формуляр. Давать оценку экологическим проблемам, связанным с производством органических веществ.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками использования российских и международных стандартов при проектировании производств.</p>	Правильные ответы на вопросы №35-42 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-5

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 5	<p><b>Знает:</b> Принципы и методы расчета материальных балансов производств тонкого органического синтеза.</p> <p><b>Умеет:</b> Применять полученные знания при разработке технологической схемы производства.</p> <p><b>Владеет:</b> Методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования; Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p>	Правильные ответы на вопросы №26-28 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-21
Освоение раздела № 6	<p><b>Знает:</b> Принципы расчета тепловых балансов производств органического синтеза. Методы выбора основного и вспомогательного оборудования.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать оптимальный теплоноситель и рассчитывать его расход</p> <p><b>Владеет:</b> Навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности. Методами выбора химических реакторов.</p>	Правильные ответы на вопросы №29-34 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-21
Освоение раздела № 7	<p><b>Знает:</b> Методы выбора рабочих технологических параметров производства. Нормативно-техническую документацию на сырье, вспомогательные материалы и готовую продукцию.</p> <p><b>Умеет:</b> Давать оценку экологическим проблемам, связанным с производством органических веществ.</p> <p><b>Владеет:</b> Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Методами анализа исходного сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции.</p>	Правильные ответы на вопросы №43-49 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-5
	<p><b>Знает:</b> Современные методы описания технологических процессов. Принципы компоновки оборудования и построения генплана.</p> <p><b>Умеет:</b> Работать с учебной, научной и справочной литературой по проектированию предприятий по производству органических веществ, а также в процессе дальнейшей профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> методами анализа эффективности работы химических производств. Определения технологических показателей процесса.</p>	Правильные ответы на вопросы №50-53 к экзамену, защита курсового проекта.	ПК-23

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов:

промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена, результатами защиты и сдачи экзамена является оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в 7 семестре и состоит из двух теоретических вопросов и практической задачи на составление краткого материального баланса производства органических веществ или расчет теплового эффекта химической реакции.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-21:**

- 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.

#### **б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:**

- 35) Поиск на патентную чистоту и патентный формуляр.
- 36) Выбор технологии производства.

- 37) Техничко-экономическое обоснование метода производства.
- 38) Исходные данные для проектирования по сырью и конечным продуктам.
- 39) Химизм, физико-химические основы и принципиальная технологическая схема производства.
- 40) Рабочие технологические параметры производства.
- 41) Выбор и конструирование аппаратов и оборудования.
- 42) Нормативно-правовые документы при проектировании производств тонкого органического синтеза.
- 43) Техника безопасности и промышленная санитария.
- 44) Очистка сточных вод
- 45) Обезвреживание газовых выбросов.
- 46) Ликвидация вредных отходов.
- 47) Аналитический контроль производства.
- 48) Контроль реакций нитрования, восстановления и сульфирования.
- 49) Контроль качества исходных веществ и конечных продуктов.

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-23:**

- 50) Средства автоматизации и контроля производств тонкого органического синтеза
- 51) Генеральный план и выбор места строительства.
- 52) Компоновка оборудования.
- 53) Графическая часть пояснительной записки к проекту – состав, правила оформления, компоновка аппаратов.

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

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