

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

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.01** Оборудование для тонкого органического синтеза

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z150302.22-1\_22-15.plx

Кафедра:  Материаловедения и технологии машиностроения

Направление подготовки:  
 (специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Оборудование химических производств  
 (специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	6	8	126	4	Зачет
	РПД	6	8	126	4	
Итого	УП	6	8	126	4	
	РПД	6	8	126	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Евдокимов А.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой материаловедения и  
технологии машиностроения

Евдокимов А.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Евдокимов А.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области классификации и применении основного и вспомогательного оборудования, а также способности выполнять работы по расчету, конструированию и основам эксплуатации аппаратов и устройств для производства продукции тонкого органического синтеза, разрабатывать проектную и техническую документацию в соответствии с нормативными документами.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Изучение основ теории и конструкции оборудования для производства продукции тонкого органического синтеза

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Химические реакторы

Машины и аппараты химических производств

Сырьевые источники химической промышленности

Технологические процессы и аппараты в химической отрасли

Химия

Инженерная графика

Учебная практика, ознакомительная практика

Теоретическая механика

Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Общая химическая технология

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-2: Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов и во внедрении результатов исследований и разработок; участвовать в работе над инновационными проектами**

**Знать:** порядок проведения исследований и оформление отчетов по научным исследованиям в области проектирования нового и эксплуатации существующего оборудования для тонкого и основного органического синтеза

**Уметь:** анализировать полученные результаты исследований, составлять отчеты, формулировать рекомендации по внедрению оборудования

**Владеть:** методиками по составлению отчетов и внедрению рекомендаций по созданию оборудования в производство

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Производства основного и тонкого органического синтеза. Основные положения выбора и расчета оборудования производств органических веществ.	5				
Тема 1. Классификация оборудования органического синтеза по назначению и принципу действия, области применения, по роли в технологическом процессе и условиям работы.		0,5		10	
Тема 2. Технологические и конструктивные требования для производств органического синтеза. Порядок расчета оборудования (технологический, тепловой, гидравлический, энергетический и механический расчеты).			1	9	
Тема 3. Материалы для изготовления оборудования производств органического синтеза		0,5		10	ИЛ
Раздел 2. Конструкционные материалы для изготовления химического оборудования для производств органических веществ.					
Тема 4. Углеродистые стали. Чугуны. Качественные углеродистые, низко- и высоколегированные стали в производстве оборудования для технологии органических веществ. Коррозионная устойчивость материалов.			1	9	
Тема 5. Цветные металлы и сплавы в производстве оборудования для производства органических веществ.		1		9	

Тема 6. Органические полимерные материалы. Материалы на основе графита, резины и каучуков в химическом машиностроении. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Материалы из стекла, применяемые при производстве оборудования технологии тонкого органического синтеза.		1	9	ИЛ
Раздел 3. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры для органического синтеза.				
Тема 7. Требования, предъявляемые к конструированию химической аппаратуры органического синтеза. Стандартизация и унификация в химическом машиностроении.	1		9	
Тема 8. Тонкостенные сосуды и аппараты. Расчетные и рабочие температура и давление. Расчет сосудов и аппаратов. Методы расчета на прочность колонных аппаратов, работающих под действием внутреннего и наружного избыточного давления. Толстостенные сосуды и аппараты. Расчет толстостенных сосудов и аппаратов. Уплотнения и затворы сосудов высокого давления		1	9	
Тема 9. Днища и крышки, расчет толщины крышки. Конструкция фланцев. Опоры аппаратов. Расчет теплоизоляции.	1		9	ИЛ
Раздел 4. Подбор и расчет стандартного оборудования тонкого органического синтеза.				
Тема 10. Теплообменное оборудование. Теплообменники и нагревательные устройства аппаратов, классификация и области применения.		1	9	
Тема 11. Реакторы с перемешивающими устройствами. Подбор и расчет перемешивающих устройств.	0,5		10	
Тема 12. Оборудование для измельчения, фракционного разделения и гранулирования. Подбор оборудования при проектировании с учетом механико-химических свойств сырья и производительности.		1	9	

Тема 13. Оборудование для разделения жидкофазных систем (в том числе перегонные установки, ротационные испарители). Оборудование для хранения газов и жидкостей.	0,5		9	ИЛ
Раздел 5. Спецоборудование производств тонкого органического синтеза.				
Тема 14. Аппараты для проведения каталитических процессов тонкого органического синтеза. Смесители.		2	3	
Тема 15. Оборудование для сушки и разделения продуктов тонкого органического синтеза.	1		3	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	8	126	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	14,25		126	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	Имеет представление о современном состоянии исследований и научных разработок в области оборудования для органического синтеза. Анализирует результаты исследований с целью модернизации существующего и создания нового химического оборудования для технологии тонкого органического синтеза. Демонстрирует владение методами составления технической документации по созданию и внедрению оборудования тонкого органического синтеза.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов трибологии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь законов трения и износа и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	

Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы процессов трения и износа; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	
------------	---	--

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 5	
1	Классификация производств тонкого органического синтеза
2	Классификация химического оборудования для производств органического синтеза
3	Требования к технологическому оборудованию производств тонкого органического синтеза
4	Металлические конструкционные материалы, используемые при производстве оборудования для тонкого органического синтеза
5	Неметаллические конструкционные материалы, используемые при производстве оборудования для тонкого органического синтеза
6	Огнеупорные, теплоизоляционные и прокладочные материалы, используемые при производстве оборудования для органического синтеза
7	Способы защиты аппаратов от коррозии. Защитные материалы оборудования тонкого органического синтеза
8	Основные типы расчетов химического оборудования
9	Реакторы. Основные структурные элементы реактора
10	Классификация реакторов
11	Реакторы полного перемешивания. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
12	Реакторы полного вытеснения. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
13	Стеклянные реакторы для производств тонкого органического синтеза
14	Смесители. Основные показатели процесса перемешивания
15	Смесители. Гидродинамика процесса перемешивания
16	Выбор смесителей и мешалок, их типы и области применения
17	Колонные и башенные аппараты. Области применения, классификация
18	Тарельчатые колонны. Устройство, типы, схемы, назначение
19	Насадки. Способы расположения насадки в аппарате. Виды насадок. Требования к насадкам
20	Устройства для орошения. Струйчатые и разбрызгивающие устройства. Устройство, типы, схемы, назначение
21	Контактные аппараты с неподвижным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение
22	Контактные аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение, достоинства, недостатки
23	Оборудование для сушки продуктов органического синтеза
24	Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура
25	Устройства и способы перемешивания жидкостей и газов
26	Установка и приводы мешалок
27	Быстроходные мешалки
28	Тихоходные мешалки
29	Типы теплоносителей
30	Змеевиковые, оросительные теплообменники и теплообменники типа «труба в трубе»
31	Кожухотрубчатые теплообменники
32	Фильтрация и классификация фильтровального оборудования
33	Расчет необходимой поверхности фильтровального оборудования
34	Автоматические камерные и рамные фильтр-прессы
35	Намывные патронные фильтры и фильтры с плоской фильтрующей перегородкой
36	Осадительное оборудование

37	Классификация центрифуг
38	Основные типы центрифуг периодического действия
39	Оборудование для сушки продуктов органического синтеза. Классификация сушилок
40	Полочные сушилки и вакуумные шкафы
41	Сушилки барабанные и сушилки с псевдооживленным слоем
42	Нормативно-правовые документы при проектировании производств тонкого органического синтеза

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Найти объем реактора, близкого по конструкции к РИВ, необходимый для достижения степени превращения  $X_{A,1} = 0,85$  для реакции  $A \rightarrow R$  с константой скорости  $k = 0,45$  мин<sup>-1</sup>. Объемный расход потока на входе  $W_0 = 32$  л/мин при  $C_{A,0} = 1$  моль/л.

2. Найти объем реактора, близкого по конструкции к РИС-Н, необходимый для достижения степени превращения  $X_{A,1} = 0,85$  для реакции  $A \rightarrow R$  с константой скорости  $k = 0,45$  мин<sup>-1</sup>. Объемный расход потока на входе  $W_0 = 32$  л/мин при  $C_{A,0} = 1$  моль/л.

3. Найти объем двухступенчатого каскада реакторов К-РИВ, необходимый для достижения в первой ступени  $X_{A,1} = 0,55$  и во второй  $X_{A,2} = 0,85$ , для реакции  $A \rightarrow R$  с константами скоростей  $k_1 = k_2 = 0,45$  мин<sup>-1</sup>. Объемный расход потока на входе  $W_0 = 32$  л/мин при  $C_{A,0} = 1$  моль/л.

4. В аппарате идеального перемешивания непрерывного действия происходит растворение бензоата натрия с расходом 2400 кг/ч. Плотность раствора – 1200 кг/м<sup>3</sup>, время пребывания раствора в аппарате – 20 мин. Определить объем, диаметр и высоту аппарата, если отношение его высоты к диаметру составляет 1,2.

5. Определить конечные температуры теплоносителей для теплообменника с параметрами: площадь теплообмена – 63 м<sup>2</sup>; диаметр кожуха – 600 мм; трубы 20×2 мм; число труб – 334; число ходов в трубном пространстве – 4; длина трубного пучка – 3 м; минимальное сечение межтрубного пространства – 0,041 м<sup>2</sup>; сечение трубного пространства – 0,016 м<sup>2</sup>; коэффициент теплопередачи – 480 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Горячий теплоноситель – толуол с начальной температурой 127 °С при давлении 0,15 МПа. Холодный теплоноситель – вода с начальной температурой 12°С и конечной – 45°С. Расход горячего теплоносителя – 8 кг/с. Теплоемкости теплоносителей: горячего – 1880 Дж/(кг·К), холодного – 4180 Дж/(кг·К). Найти расход холодного теплоносителя.

6. Определить параметры стандартного испарителя для испарения бензола при абсолютном давлении 0,2 МПа с расходом 4 кг/с. Горячий теплоноситель – насыщенный водяной пар при абсолютном давлении 0,62 МПа.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

В течение семестра выполняется контрольная работа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Фролов, В. Ф.	Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/97816.html">http://www.iprbooks.hop.ru/97816.html</a>



Леонтьева, А. И.	Оборудование химических производств. Часть 2	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/64133.html">http://www.iprbooks.hop.ru/64133.html</a>
Леонтьева, А. И.	Оборудование химических производств. Часть 1	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/64134.html">http://www.iprbooks.hop.ru/64134.html</a>
Гужель, Ю. А.	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.2. Тепловые процессы и аппараты	Благовещенск: Амурский государственный университет	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/103907.html">http://www.iprbooks.hop.ru/103907.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Бикбулатов, А. Ш., Бронская, В. В., Еникеева, Н. И., Минибаева, Л. Р., Сосновская, Н. Б.	Процессы и аппараты химической технологии	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2014	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/62571.html">https://www.iprbooks.hop.ru/62571.html</a>
Филиппов, В. В., Измайлов, В. Д.	Процессы и аппараты химической технологии	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/111713.html">https://www.iprbooks.hop.ru/111713.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
А-303	Интерактивный компьютерный-видео-мультимедиа комплекс для микроанализа металлов и сплавов; установка определения критических точек сплавов; установка определения радиального биения зубчатых колес; твердомер Роквелла.