

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## **Б1.О.19 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Производство фармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2021

Срок получения образования: очная форма обучения – 4 года

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.  
в академических часах: 216 ак.ч.

**Разработчики:**

Кандидат технических наук, доцент Маркова А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 922

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра процессов и аппаратов химической технологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Сорокин Владислав Валерьевич	Рассмотрено	21.06.2021, № 13
2	Методическая комиссия факультета	Председатель методической комиссии	Алексеева Галина Михайловна	Согласовано	29.06.2021, № 9
3	Кафедра промышленной технологии лекарственных препаратов	Ответственный за образовательную программу	Басевич Анна Викторовна	Согласовано	30.06.2021

**Согласование и утверждение образовательной программы**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Марченко Алексей Леонидович	Согласовано	30.06.2021, № 11

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенция(и), индикатор(ы) и результаты обучения*

ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

ОПК-4.1 Осуществляет расчет и измерения параметров ведения технологических процессов

*Знать:*

ОПК-4.1/Зн5 Знать основные параметры и контрольные точки технологических процессов

*Уметь:*

ОПК-4.1/Ум4 Уметь рассчитывать параметры технологического процесса, и определять те, которые необходимо измерять при ведении технологического процесса

*Владеть:*

ОПК-4.1/Нв3 Владеть методиками проведения требуемых расчетов на основе проведенных измерений в химической технологии

ОПК-4.2 Использует технические средства для контроля и мониторинга параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции, основываясь на знании принципов устройства применяемых электротехнических средств

*Знать:*

ОПК-4.2/Зн3 Знать точки контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса химической технологии

*Уметь:*

ОПК-4.2/Ум6 Уметь делать практические выводы на основе контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса химической технологии

*Владеть:*

ОПК-4.2/Нв3 Владеть навыками воздействия на параметры технологического процесса при необходимости их изменения

ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

ОПК-5.1 Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные

*Знать:*

ОПК-5.1/Зн2 Знать методики проведения экспериментальных исследований и испытаний

*Уметь:*

ОПК-5.1/Ум16 Уметь выполнять экспериментальные исследования по заданной методике в химической технологии

*Владеть:*

ОПК-5.1/Нв1 Владеть навыками проведения экспериментальных исследований

ОПК-5.1/Нв3 Владеть навыками контроля основных параметров процесса, методиками расчета основных параметров в химической технологии

ОПК-5.2 Проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, в том числе при работе с оборудованием и химическими веществами

*Знать:*

ОПК-5.2/Зн4 Знать правила безопасной эксплуатации оборудования при проведении технологического процесса химической технологии

*Уметь:*

ОПК-5.2/Ум9 Уметь осуществлять наблюдения и измерения параметров технологических процессов химической технологии с учетом требований техники безопасности

*Владеть:*

ОПК-5.2/Нв1 Владеть методиками контроля и мониторинга параметров технологического процесса химической технологии

ПК-1 Способен проводить работы по контролю качества фармацевтического производства

ПК-1.2 Проводит испытания образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе, и по микробиологической чистоте

*Знать:*

ПК-1.2/Зн9 Знать типы средств измерений и испытательного оборудования, используемого при контроле качества лекарственных субстанций, химических реактивов и промежуточной продукции

*Уметь:*

ПК-1.2/Ум9 Уметь эксплуатировать промышленное оборудование

ПК-2 Способен осуществлять проведение технологических процессов при производстве лекарственных средств

ПК-2.1 Проводит разработку, подготовку и эксплуатацию чистых помещений и оборудования для производства лекарственных средств, в том числе и по микробиологической чистоте

*Знать:*

ПК-2.1/Зн17 Иметь представление о достоинствах и недостатках технологического оборудования

ПК-2.1/Зн18 Знать формулы для расчета оборудования

*Уметь:*

ПК-2.1/Ум15 Уметь делать практические выводы на основе полученных результатов расчета оборудования

*Владеть:*

ПК-2.1/Нв3 Владеть навыками выбора технологического оборудования, используя результаты расчетов.

ПК-5 Способен разрабатывать технологическую документацию при промышленном производстве лекарственных средств

ПК-5.1 Разрабатывает промышленный регламент и документацию по работе с технологическим оборудованием, в том числе чертежи на оборудование, его элементы

*Знать:*

ПК-5.1/Зн1 Знать принципы разработки документации на процессы и аппараты химической технологии

*Уметь:*

ПК-5.1/Ум11 Уметь читать и создавать техническую документацию на процессы и аппараты химической технологии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.19 «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.11 Аналитическая химия;
- Б1.В.02 Инженерная графика;
- Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;
- Б1.О.17 Органическая химия;
- Б1.В.03 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;
- Б1.В.08 Основы микробиологии;
- Б1.В.07 Прикладная механика;
- Б2.О.01(У) учебная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Б1.О.05 Физика;
- Б1.О.14 Физическая химия;
- Б1.О.12 Электротехника и промышленная электроника;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.В.ДВ.07.02 Введение в фармакологию;
- Б1.О.18 Коллоидная химия;
- Б1.В.ДВ.06.01 Лекарственные препараты с модифицированным высвобождением;
- Б1.О.24 Массообменные процессы и аппараты химической технологии;
- Б1.О.33 Метрологическое обеспечение фармацевтических производств;
- Б1.О.30 Моделирование химико-технологических процессов;
- Б1.В.09 Оборудование и основы проектирования производств фармацевтических препаратов;
- Б1.О.34 Организация производства по GMP;
- Б1.О.17 Органическая химия;
- Б1.В.11 Основы промышленной асептики;
- Б1.О.32 Основы промышленной безопасности на фармацевтических производствах;
- Б1.В.ДВ.04.02 Основы расчета теплообменного оборудования;
- Б1.О.21 Основы экономики и управления фармацевтическим производством;
- Б3.О.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;
- Б1.В.ДВ.07.01 Получение и применение адсорбентов на основе отходов фармацевтических производств;
- Б1.В.ДВ.04.01 Практические решения в химической инженерии;
- Б2.В.01(П) производственная практика, научно-исследовательская работа;
- Б2.О.02(П) производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Б1.О.31 Системы управления химико-технологическими процессами;
- Б1.О.27 Технология готовых лекарственных средств;
- Б1.В.ДВ.06.02 Технология лекарственных субстанций растительного происхождения;
- Б1.В.ДВ.06.03 Технология лечебно-косметических средств;
- Б1.В.ДВ.05.02 Управление персоналом структурного подразделения;

Б1.О.23 Физико-химические методы анализа;

Б1.О.29 Химическая технология лекарственных субстанций и витаминов;

Б1.О.26 Химия и технология фитопрепаратов;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

*Очная форма обучения*

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Практические занятия (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Консультации в период сессии (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	216	6	100	30	30	32	6	2	114	Экзамен (2)
Всего	216	6	100	30	30	32	6	2	114	2

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

*Очная форма обучения*

Наименование раздела, темы	Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
<b>Раздел 1. Гидромеханические процессы</b>	<b>134</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>74</b>		<b>4</b>	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-5.1
Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики	96	14	12	14	54		2	
Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем	38	6	8	2	20		2	
<b>Раздел 2. Тепловые процессы</b>	<b>80</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-5.1
Тема 2.1. Основы теплопередачи	80	12	10	14	40	2	2	

<b>Итого</b>	<b>214</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>114</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
--------------	------------	-----------	-----------	-----------	------------	----------	----------	--

## 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

### Раздел 1. Гидромеханические процессы

#### Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики

Основное уравнение гидростатики, уравнение Паскаля. Практические применения уравнения Паскаля. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Режимы течения потоков. Закон вязкого трения Ньютона. Влияние давления и температуры на коэффициент вязкости. Неньютоновские жидкости.

Дифференциальное уравнение ламинарного движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли. Приложения уравнения Бернулли: 1) диффузор и конфузор; 2) истечение из отверстий; 3) диафрагма; 4) труба Вентури; 5) трубка Пито.

Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Формулы Гагена-Пуазейля и Дарси-Вейсбаха. Потери давления на трение и на местные сопротивления в трубопроводах. Определение расхода энергии на перемещение жидкости. Расчет диаметра трубопроводов и выбор оптимальной скорости потока. Гидравлическое сопротивление кожухотрубчатых аппаратов.

Расчет мощности насоса (вентилятора). Работа насоса (вентилятора) на сеть. Конструкции насосов и вентиляторов.

#### Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	48	80
Тест	15	25
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		40
Отчет по практической работе	18	30
Отчет по лабораторной работе	30	50

#### Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Гравитационное осаждение. Определение скорости осаждения частиц дисперсной фазы. Закон Стокса. Расчет скорости осаждения и размера частиц. Производительность осадительных камер. Расчет отстойников для разделения жидких неоднородных систем.

Фильтрация. Свойства осадков. Скорость фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение констант фильтрации.

Центрифугирование. Характеристики и основы расчета центрифуг.

Аппараты для разделения суспензий. Аппараты для разделения газозвесей.

Взвешенный слой и расчет его характеристик. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя дисперсных частиц. Основные технологические направления использования взвешенного слоя.

#### Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Тест	55	93
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		16
Отчет по практической работе	3	5
Отчет по лабораторной работе	30	50

### Раздел 2. Тепловые процессы

#### Тема 2.1. Основы теплопередачи

Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Уравнение Фурье-Кирхгофа для конвективно-кондуктивного переноса теплоты. Конвективная теплоотдача. Механизм теплоотдачи. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии теплового подобия. Частные случаи теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Влияние направленности теплового потока. Теплоотдача при конденсации пара. Конденсация пара в присутствии неконденсирующегося газа. Теплоотдача при кипении жидкостей. Основы теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Определение коэффициента теплопередачи. Средняя движущая сила теплопередачи. Принцип размещения теплообменников в производственных установках. Нестационарный теплообмен. Конструкции теплообменных аппаратов.

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	48	80
Тест	15	25
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		36
Отчет по практической работе	18	30
Отчет по лабораторной работе	24	40

### 4.3. Содержание занятий лекционного типа.

#### Очная форма обучения. Лекции (32 ч.)

#### Раздел 1. Гидромеханические процессы (20 ч.)

##### Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики (14 ч.)

1. Понятие о технологическом процессе, аппаратах, машинах. Типовые процессы и аппараты. Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия жидкостей Эйлера.
2. Гидродинамика. Закон вязкого трения Ньютона. Влияние давления и температуры на коэффициент вязкости. Неньютоновские жидкости. Уравнение неразрывности потока. Режимы течения потоков.
3. Дифференциальное уравнение ламинарного движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли. Приложения уравнения Бернулли.
4. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на местные сопротивления в трубопроводах. Расчет диаметра трубопроводов и выбор оптимальной скорости потока.
5. Гидравлическое сопротивление кожухотрубчатых аппаратов. Расчет мощности насоса (вентилятора).
6. Насосы и вентиляторы в фармацевтической промышленности. Конструкции насосов и вентиляторов. Работа насоса (вентилятора) на сеть.
7. Теория подобия. Элементы подобия. Теоремы подобия. Критерия гидродинамического подобия. Метод анализа размерностей.

##### Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (6 ч.)

1. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем. Гравитационное осаждение. Закон Стокса. Производительность осадительных камер. Расчет отстойников для разделения жидких неоднородных систем. Взвешенный слой и расчет его характеристик. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя дисперсных частиц.
2. Фильтрация. Свойства осадков. Скорость фильтрации. Основное уравнение фильтрации. Определение констант фильтрования. Основные типы фильтрационного оборудования.
3. Центрифуги. Основы расчета центрифуг. Очистка газовых выбросов. Центробежное разделение в циклонах. Мокрая очистка газов. Перемешивание и его виды. Расчет мощности мешалок. Конструкции мешалок.

#### Раздел 2. Тепловые процессы (12 ч.)



## Тема 2.1. Основы теплопередачи (12 ч.)

1. Основы теплопередачи. Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Уравнение Фурье-Кирхгофа для конвективно-кондуктивного переноса теплоты.
2. Конвективная теплоотдача. Механизм теплоотдачи. Уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Критерии теплового подобия.
3. Частные случаи теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Естественная конвекция. Влияние направленности теплового потока. Теплоотдача при конденсации пара. Конденсация пара в присутствии неконденсирующегося газа. Теплоотдача при кипении жидкостей.
4. Основы теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Определение коэффициента теплопередачи. Средняя движущая сила теплопередачи. Принцип размещения теплообменников в производственных установках.
5. Методики расчета поверхностных теплообменных аппаратов.
6. Нестационарный теплообмен.

### 4.4. Содержание занятий семинарского типа.

#### **Очная форма обучения. Лабораторные занятия (30 ч.)**

##### **Раздел 1. Гидромеханические процессы (20 ч.)**

###### Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики (12 ч.)

1. Изучение режимов течения жидкости
2. Определение потерь энергии при движении жидкости по трубам.
3. Защита и обсуждение лабораторных работ.
4. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
5. Изучение характеристик центробежного насоса. Изучение конструкций насосов, вентиляторов
6. Защита и обсуждение лабораторных работ.

###### Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (8 ч.)

1. Исследование гидродинамики псевдооживленного слоя
2. Методы разделения суспензий. Фильтрация.
3. Защита и обсуждение результатов лабораторных работ.
4. Изучение конструкций аппаратов для разделения суспензий и газовзвесей. Изучение перемешивающих устройств

##### **Раздел 2. Тепловые процессы (10 ч.)**

###### Тема 2.1. Основы теплопередачи (10 ч.)

1. Исследование процесса теплопередачи в трубчатых теплообменниках.
2. Исследование процесса теплопередачи в пластинчатом теплообменнике.
3. Защита и обсуждение лабораторных работ.
4. Исследование процесса теплообмена при нестационарном тепловом режиме.
5. Изучение конструкций теплообменников.

### 4.5. Содержание занятий семинарского типа.

#### **Очная форма обучения. Практические занятия (30 ч.)**

##### **Раздел 1. Гидромеханические процессы (16 ч.)**

###### Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики (14 ч.)

1. Физические величины в курсе процессов и аппаратов и их размерности. Основное уравнение гидростатики
2. Уравнение расхода. Эквивалентный диаметр. Режимы движения жидкости. Уравнение Бернулли. Мерная диафрагма.
3. Потери энергии (сопротивление) при движении жидкостей по трубам. Местные сопротивления.

4. Определение мощности насосов и вентиляторов.
5. Транспортирование жидкостей и газов без насосов и вентиляторов.
6. Гидравлическое сопротивление теплообменной аппаратуры
7. Контрольная работа по теме «Гидравлика».

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (2 ч.)

Разделение неоднородных систем: осаждение, фильтрование.

## **Раздел 2. Тепловые процессы (14 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (14 ч.)

1. Тепловой баланс теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи. Движущая сила теплопередачи.
2. Решение задач на уравнение теплопередачи.
3. Конвективная теплоотдача без изменения агрегатного состояния.
4. Теплоотдача, сопровождающаяся изменением агрегатного состояния.
5. Контрольная работа по теме «Теплопередача».
6. Проектный расчёт трубчатого теплообменного аппарата. Ориентировочный выбор аппарата.
7. Проектный расчёт трубчатого теплообменного аппарата. Уточненный выбор аппарата.

### **4.6. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Консультации в период сессии (2 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы**

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

#### **Раздел 2. Тепловые процессы (2 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (2 ч.)

Консультация по подготовке к промежуточной аттестации в форме экзамена.

### **4.7. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (6 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы (4 ч.)**

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики (2 ч.)

Консультации по подготовке к практическим занятиям и текущему контролю знаний (подготовка отчета к практическим работам, тестирование по материалу курса, контрольная работа).

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (2 ч.)

Консультации по подготовке к практическим занятиям и текущему контролю знаний (решение задач, подготовка отчета к практическим работам, тестирование по курсу дисциплины).

#### **Раздел 2. Тепловые процессы (2 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (2 ч.)

Консультации по подготовке к практическим занятиям и текущему контролю знаний (решение задач, подготовка отчета к практическим работам, тестирование по материалу курса, контрольная работа, подготовка портфолио).

### **4.8. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

**Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (114 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы (74 ч.)**

Тема 1.1. Основы прикладной гидравлики (54 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.

2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса. Решение задач.
4. Подготовка отчета к практическим работам.
5. Подготовка к контрольной работе.

Тема 1.2. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (20 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса.
4. Подготовка портфолио.

## **Раздел 2. Тепловые процессы (40 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (40 ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям и текущему контролю знаний.
2. Подготовка к лабораторным занятиям.
3. Подготовка к тестированию по материалу курса. Решение задач.
4. Подготовка к контрольной работе.
5. Подготовка портфолио.

## **5. Порядок проведения промежуточной аттестации**

*Промежуточная аттестация: Экзамен, Пятый семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена. Промежуточная аттестация проводится в форме последовательной оценки портфолио студента и устного собеседования по билетам с учетом балльно-рейтинговой системы.

Порядок проведения экзамена:

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.
3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.
5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Экзаменационный билет состоит из 4 теоретических вопросов. Преподаватель имеет право задавать обучающемуся дополнительные вопросы, но в пределах соответствующего раздела программы подготовки к экзамену. При этом для получения положительной оценки студенту необходимо ответить не менее чем на 1 дополнительный вопрос.

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием шкалы оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется по следующим критериям.

1. Оценка «отлично» предполагает полные и точные ответы на все теоретические вопросы экзаменационного билета. Ответы характеризуются:

- свободным владением основными терминами и понятиями дисциплины;
- последовательным и логичным изложением материала дисциплины;
- логически завершенными выводами и обобщениями по теме вопросов;
- исчерпывающими ответами на дополнительные вопросы преподавателя.

2. Оценка «хорошо» предполагает полные ответы на все теоретические вопросы экзаменационного билета, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Ответы характеризуются:

- знанием основных терминов и понятий дисциплины;
- последовательным изложением материала дисциплины;
- умением формулировать некоторые обобщения и выводы по теме вопросов;
- правильными ответами на дополнительные вопросы преподавателя, но с некоторыми неточностями.

3. Оценка «удовлетворительно» предполагает допущение погрешностей, неточностей и ошибок в ответах на теоретические вопросы, но при этом студент обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. При ответе студент:

- допускает ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины,
- применяет знания и владеет методами и средствами решения задач, но не делает обобщения и выводы по теме вопроса,
- недостаточно последовательно и полно излагает материал дисциплины.

4. Оценка «неудовлетворительно» предполагает следующие характеристики ответа студента:

- имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе дисциплины;
- допускает существенные ошибки при изложении материала, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

Согласно балльно-рейтинговой системе итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом суммы набранных баллов за семестр:

- «отлично» - 900-1000 баллов
- «хорошо» - 750-899 баллов
- «удовлетворительно» - 600-749 баллов
- «неудовлетворительно» - менее 600 баллов.

Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение итоговой промежуточной аттестации.

Если по итогам проведенной итоговой аттестации по дисциплине, результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «не удовлетворительно».

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Фролов В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97816.html>
2. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 544 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97815.html>
3. Разинов А. И., Клинов А. В., Дьяконов Г. С. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75637.html>

#### *Дополнительная литература*

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: - Издание 10-е изд., стер., дораб. - М.: Альянс, 2004. - 750 с.
2. Вобликова Т. В., Шлыков С. Н., Пермяков А. В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]: - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. - 212 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47344.html>

3. Бородулин Д. М., Иванец В. Н. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: - Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007. - 168 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14388.html>

4. Иванчина Э. Д., Чернякова Е. С., Белинская Н. С., Ивашкина Е. Н. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии [Электронный ресурс]: - Томск: Томский политехнический университет, 2017. - 115 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84033.html>

## **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций
2. <https://www.gost.ru/> - Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации
3. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
2. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва
3. <http://www.elsevierscience.ru> - Elsevier : [ издатель научно-технической, медицинской литературы] / Elsevier Science and Technology (S&T)

## **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. Mathcad Prime

### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

## **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

Специализированное оборудование:

учебные помещения

"Телевизор LG 32CS460.HD.USB. ЖК32"" - 1 шт.

"Учебная установка ""Труба в трубе"" - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению механики жидкости - 1 шт.

Лабораторная установка по испытанию теплообменных аппаратов и теплофизических св - 1 шт.

Насос вакуумный 2VP-2, Stegler - 1 шт.

Ноутбук Lenovo Idea Pad L 340 - 1 шт.

Проектор Acer X122 - 1 шт.

Учебная установка для изучения процесса теплообмена при неустановившемся теплово - 1 шт.

Учебная установка для исследования псевдооживленного слоя - 1 шт.

Фильтровальная установка - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 шт.

Системный блок НЕКС тип 3 - 10 шт.

"Телевизор LG 32CS460.HD.USB. ЖК32"" - 1 шт.

"Учебная установка ""Труба в трубе"" - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению механики жидкости - 1 шт.

Лабораторная установка по испытанию теплообменных аппаратов и теплофизических св - 1 шт.

Насос вакуумный 2VP-2, Stegler - 1 шт.

Ноутбук Lenovo Idea Pad L 340 - 1 шт.

Проектор Acer X122 - 1 шт.

Учебная установка для изучения процесса теплообмена при неустановившемся теплово - 1 шт.

Учебная установка для исследования псевдооживленного слоя - 1 шт.

Фильтровальная установка - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 шт.

Системный блок НЕКС тип 3 - 10 шт.

## 7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1503>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1503>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1503>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1503>

Учебно-методическое обеспечение:

Маркова А. В. Процессы и аппараты химической технологии\_180301\_03(о) [сайт] : электронный учебно-методический комплекс / А.В. Маркова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Мин-здрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. - URL: : <https://edu-spcpu.ru/course/view.php?id=1503>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### *Методические указания по формам работы*

#### *Консультации в период теоретического обучения*

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

#### *Лекции*

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: вебинар.

#### *Лабораторные занятия*

Текущий контроль знаний осуществляется на лабораторных занятиях и проводится в форме:

Отчет по лабораторной работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

#### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Контрольной работы

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект контрольных заданий по вариантам.

Отчет по практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию отчета.

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий