

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 В ПРОИЗВОДСТВЕ ГОТОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ**

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Производство готовых лекарственных средств

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 10 з.е.  
в академических часах: 360 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии, кандидат фармацевтических наук Рубцова Л. Н.

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, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н; "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по валидации (квалификации) фармацевтического производства", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 434н; "Специалист по промышленной фармации в области обеспечения качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 429н.

**Согласование и утверждение**

| № | Подразделение или коллегиальный орган                    | Ответственное лицо   | ФИО           | Виза        | Дата, протокол (при наличии) |
|---|--|--|---------------|-------------|------------------------------|
| 1 | Методическая комиссия УГСН 18.00.00                      | Председатель методической комиссии/совета                        | Басевич А. В. | Согласовано | 04.05.2023                   |
| 2 | Кафедра промышленной технологии лекарственных препаратов | Ответственный за образовательную программу                       | Басевич А. В. | Согласовано | 04.05.2023                   |
| 3 | Кафедра процессов и аппаратов химической технологии      | Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП | Сорокин В. В. | Рассмотрено | 24.05.2023, № 11             |

**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 | Куваева Е. В. | Согласовано | 04.05.2023                   |

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

### *Компетенции, индикаторы 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/Зн1 Знать параметры технологического процесса, характеризующие его эффективность в производстве готовых лекарственных средств

*Уметь:*

ОПК-4.1/Ум1 Уметь рассчитывать параметры технологического процесса, и определять те, которые необходимо измерять при ведении технологического процесса в производстве готовых лекарственных средств

*Владеть:*

ОПК-4.1/Нв1 Владеть методиками проведения требуемых расчетов на основе проведенных измерений в производстве готовых лекарственных средств

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/Зн4 Знать точки контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса в производстве готовых лекарственных средств

*Уметь:*

ОПК-4.2/Ум4 Уметь делать практические выводы на основе контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса в производстве готовых лекарственных средств

*Владеть:*

ОПК-4.2/Нв2 Владеть методиками организации контроля и управления параметрами технологических сред

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/Зн4 Знать методики проведения экспериментальных исследований и испытаний в производстве готовых лекарственных средств

*Уметь:*

ОПК-5.1/Ум14 Уметь выполнять экспериментальные исследования по заданной методике в производстве готовых лекарственных средств

*Владеть:*

ОПК-5.1/Нв3 Владеть навыками проведения экспериментальных исследований, контроля основных параметров процесса, методиками расчета основных параметров.

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/Зн11 Знать принципы расчета и выбора промышленных процессов и аппаратов для производства лекарственных средств

*Уметь:*

ПК-2.1/Ум4 Уметь эксплуатировать промышленное оборудование для промышленных процессов и аппаратов для производства лекарственных средств

*Владеть:*

ПК-2.1/Нв3 Владеть навыками расчета и методами выбора аппаратов для производства готовых лекарственных средств

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 в производстве готовых лекарственных средств

*Уметь:*

ПК-5.1/Ум3 Уметь читать и создавать техническую документацию на процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств

*Владеть:*

ПК-5.1/Нв2 Владеть навыками выбора и обоснования применения технологического оборудования для организации процесса

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.19 «Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4, 5.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.ДВ.02.03 3Д графика-Компас;

Б1.О.14 Аналитическая химия;

Б1.В.03 Инженерная графика;

Б1.О.03 Общая и неорганическая химия;

Б1.О.07 Органическая химия;

Б1.В.07 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;

Б1.В.08 Прикладная механика;

Б1.О.06 Физика;

Б1.О.13 Физическая химия;

- Б1.О.12 Электротехника и промышленная электроника;  
 Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:  
 Б1.О.26 Автоматизация процессов производства готовых лекарственных средств;  
 Б1.В.ДВ.06.03 Введение в фармакологию;  
 Б1.О.20 Коллоидная химия;  
 Б1.О.29 Метрологическое обеспечение фармацевтических производств;  
 Б1.В.10 Оборудование и помещения в производстве готовых лекарственных средств;  
 Б1.О.28 Организация производства по GMP и обеспечение качества готовых лекарственных средств;  
 Б1.В.13 Основы промышленной асептики;  
 Б1.О.31 Основы промышленной безопасности на фармацевтических производствах;  
 Б1.В.ДВ.04.02 Основы расчета теплообменного оборудования;  
 Б1.В.11 Основы технического обслуживания технологического оборудования;  
 Б1.О.27 Основы экономики и управления фармацевтическим производством;  
 Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;  
 Б1.В.ДВ.05.02 Подготовка чистых помещений;  
 Б1.В.ДВ.04.01 Практические решения в химической инженерии;  
 Б1.В.08 Прикладная механика;  
 Б2.О.03(П) производственная практика (научно-исследовательская работа);  
 Б2.В.02(П) производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика, технологическая практика);  
 Б2.В.03(П) производственная практика (эксплуатационная практика);  
 Б1.О.30 Технология жидких (парентеральных) лекарственных форм;  
 Б1.В.ДВ.06.01 Технология лекарственных субстанций растительного происхождения;  
 Б1.В.ДВ.08.02 Технология лечебно-косметических средств;  
 Б1.О.21 Технология мягких и аппликационных лекарственных форм;  
 Б1.О.24 Технология твердых лекарственных форм;  
 Б1.В.ДВ.08.01 Технология фитобиопрепаратов;  
 Б1.О.25 Технология фитопрепаратов;  
 Б1.В.ДВ.07.02 Управление персоналом структурного подразделения;  
 Б2.О.02(У) учебная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика);  
 Б1.О.23 Физико-химические методы анализа;

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

| Период | доемкость<br>сы) | доемкость<br>ЭТ) | ая работа<br>всего) | ии в период<br>(часы) | ии в период<br>обучения (часы) | ые часы<br>иод обучения (часы) | ые занятия<br>сы) | т (часы) | сие занятия<br>сы) | ьная работа<br>а (часы) | ияя аттестация<br>сы) |
|--------|------------------|------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
|        |                  |                  |                     |                       |                                |                                |                   |          |                    |                         |                       |

| обучения          | Общая гру<br>(ча<br>(31 | Общая гру<br>(31 | Контактн<br>(часы, | Консультац<br>сессии | Консультац<br>теоретического | Контакты<br>на аттестацию в пер | Лабораторн<br>(ча | Лекции | Практическ<br>(ча | Самостоятел.<br>студент | Промежуточн<br>(ча                 |
|-------------------|-------------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Четвертый семестр | 216                     | 6                | 102                |                      | 10                           | 2                               | 30                | 30     | 30                | 114                     | Зачет                              |
| Пятый семестр     | 144                     | 4                | 70                 | 2                    | 4                            | 4                               | 24                | 12     | 24                | 40                      | Курсовой проект<br>Экзамен<br>(34) |
| Всего             | 360                     | 10               | 172                | 2                    | 14                           | 6                               | 54                | 42     | 54                | 154                     | 34                                 |

#### 4. Содержание дисциплины

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

| Наименование раздела, темы   | Всего      | Консультации в период<br>сессии | Консультации в период<br>теоретического обучения | Контактные часы<br>на аттестацию в период обучения | Лабораторные занятия | Лекции    | Практические занятия | Самостоятельная работа<br>студента | Планируемые результаты<br>обучения, соответствующие с<br>результатами освоения<br>программы |
|--|------------|---------------------------------|--|--|----------------------|-----------|----------------------|------------------------------------|---|
| <b>Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС</b>         | <b>118</b> |                                 | <b>2</b>   |  | <b>18</b>            | <b>20</b> | <b>22</b>            | <b>56</b>                          | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2  |
| Тема 1.1. Гидростатика   | 11         |                                 |  |  |                      | 2         | 4                    | 5                                  | ОПК-5.1   |
| Тема 1.2. Гидродинамические процессы                                   | 62         |                                 | 2  |  | 12                   | 8         | 12                   | 28                                 | ПК-2.1<br>ПК-5.1  |
| Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем      | 29         |                                 |  |  | 2                    | 8         | 4                    | 15                                 |   |
| Тема 1.4. Взвешенный слой<br>.Перемешивание                            | 16         |                                 |  |  | 4                    | 2         | 2                    | 8                                  |   |
| <b>Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС</b>                      | <b>54</b>  |                                 | <b>2</b>   |  | <b>4</b>             | <b>10</b> | <b>8</b>             | <b>30</b>                          | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2  |
| Тема 2.1. Основы теплопередачи   | 54         |                                 | 2  |  | 4                    | 10        | 8                    | 30                                 | ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1   |
| <b>Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов</b> | <b>44</b>  |                                 | <b>6</b>   | <b>2</b>   | <b>8</b>             |           |                      | <b>28</b>                          | ПК-2.1<br>ПК-5.1  |
| Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС                              | 44         |                                 | 6  | 2  | 8                    |           |                      | 28                                 |   |
| <b>Раздел 4. Выпаривание</b>   | <b>20</b>  |                                 |  |  | <b>8</b>             | <b>2</b>  | <b>4</b>             | <b>6</b>                           | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-5.1   |

|  |            |          |           |          |           |           |           |            |   |
|--|------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|---|
| Тема 4.1. Процессы выпаривания   | 20         |          |           |          | 8         | 2         | 4         | 6          | ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1                       |
| <b>Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС</b>  | <b>26</b>  |          | <b>2</b>  |          | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>10</b> | <b>6</b>   | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1 |
| Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ  | 26         |          | 2         |          | 4         | 4         | 10        | 6          | ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1                       |
| <b>Раздел 6. Основы массопередачи</b>  | <b>6</b>   |          |           |          |           | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>   | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2                                |
| Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.                  | 6          |          |           |          |           | 2         | 2         | 2          | ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1                       |
| <b>Раздел 7. Процессы дистилляции.</b>   | <b>16</b>  |          |           |          | <b>6</b>  | <b>2</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>   | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1 |
| Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация.   | 16         |          |           |          | 6         | 2         | 4         | 4          | ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1                       |
| <b>Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности</b>                       | <b>10</b>  |          | <b>2</b>  |          |           | <b>2</b>  | <b>4</b>  | <b>2</b>   | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-5.1<br>ПК-2.1<br>ПК-5.1 |
| Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость. | 10         |          | 2         |          |           | 2         | 4         | 2          | ПК-5.1  |
| <b>Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена.</b>            | <b>32</b>  | <b>2</b> |           | <b>4</b> | <b>6</b>  |           |           | <b>20</b>  | ПК-2.1<br>ПК-5.1                                  |
| Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки       | 4          |          |           |          | 2         |           |           | 2          |   |
| Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции                         | 4          |          |           |          | 2         |           |           | 2          |   |
| Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции            | 24         | 2        |           | 4        | 2         |           |           | 16         |   |
| <b>Итого</b>   | <b>326</b> | <b>2</b> | <b>14</b> | <b>6</b> | <b>54</b> | <b>42</b> | <b>54</b> | <b>154</b> |   |

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

##### *Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС*

###### *Тема 1.1. Гидростатика*

Основное уравнение гидростатики, уравнение Паскаля. Практические применения уравнения Паскаля

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Отчет по практической работе              | 6                         | 10                |

### Тема 1.2. Гидродинамические процессы

Гидродинамика. Режимы движения жидкости. Уравнение ламинарного движения вязкой жидкости. Уравнение Бернулли. Потери давления на местные сопротивления в трубопроводах. Гидравлическое сопротивление теплообменной аппаратуры и аппаратов с насадкой. Перемещение жидкостей и газов. Насосы и вентиляторы в фармацевтической промышленности. Мощность насоса. Теория подобия.

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Контрольная работа                        | 120                       | 200               |
| Тест                                      | 12                        | 20                |
| Защита отчёта по лабораторной работе      | 12                        | 20                |
| Индивидуальные задания                    | 100                       | 180               |
| Защита отчёта по практической работе      | 15                        | 25                |

### Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

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

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

Центрифугирование. Характеристики и основы расчета центрифуг.

Аппараты для разделения суспензий. Аппараты для разделения газовзвесей.

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 36                        | 60                |
| Защита отчёта по лабораторной работе      | 3                         | 5                 |
| Защита отчёта по практической работе      | 6                         | 10                |

### Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание

Взвешенный слой и расчет его характеристик. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя дисперсных частиц. Основные технологические направления использования взвешенного слоя. Перемешивание и его виды. Расчет мощности мешалок. Конструкции мешалок.

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 12                        | 20                |
| Защита отчёта по лабораторной работе      | 3                         | 5                 |
| Защита отчёта по практической работе      | 3                         | 5                 |

## Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС



## Тема 2.1. Основы теплопередачи

Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теп-лопроводностью. 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. Нестационарный теплообмен.

### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 12                        | 20                |
| Защита отчёта по лабораторной работе      | 9                         | 15                |
| Индивидуальные задания                    | 80                        | 140               |
| Отчет по практической работе              | 12                        | 20                |

## Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов

### Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС

Изучение конструкций аппаратов: насосы, вентиляторы; аппараты для разделения суспензий; аппараты для разделения газовзвесей; теплообменников и перемешивающих устройств.

### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 15                        | 25                |
| Отчет по лабораторной работе              | 12                        | 15                |

## Раздел 4. Выпаривание

### Тема 4.1. Процессы выпаривания

Работа выпарных установок под вакуумом, атмосферным и избыточным давлением. Однокорпусная выпарная установка. Полная и полезная разность температур. Температурные потери. Многокорпусные выпарные установки: прямоточная, противоточная, с параллельным питанием. Получение воды для инъекций. Конструкции выпарных аппаратов.

### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 24                        | 40                |
| Отчет по практической работе              | 18                        | 30                |
| Отчет по лабораторной работе              | 6                         | 10                |

## Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС

### Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ

Основные свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха. Изображение процессов на термодинамической диаграмме состояния влажного воздуха. Классификация материалов, как объектов сушки. Статика и кинетика сушки. Потенциал сушки. Схема конвективной сушильной установки. Варианты сушки. Сушка с замкнутым контуром теплоносителя. Схема сублимационной сушки.

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Контрольная работа                        | 90                        | 150               |
| Тест                                      | 24                        | 40                |
| Индивидуальные задания                    | 80                        | 140               |
| Отчет по практической работе              | 12                        | 20                |
| Отчет по лабораторной работе              | 12                        | 20                |

## Раздел 6. Основы массопередачи

### Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.

Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Статика и кинетика адсорбции, материальный баланс. Ионообменные процессы. Иониты. Сорбция в фармацевтической технологии

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Контроль самостоятельной работы           |                           |                   |
| Отчет по практической работе              | 3                         | 5                 |

## Раздел 7. Процессы дистилляции.

### Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация.

Простая перегонка. Уравнение простой перегонки. Перегонка с водяным паром. Ректификация. Схема установки непрерывного действия. Уравнение рабочей линии ректификации. Тепловой баланс ректификационных колонн. Молекулярная дистилляция. Периодическая ректификация.

#### Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 12                        | 20                |
| Отчет по практической работе              | 6                         | 10                |
| Отчет по лабораторной работе              | 12                        | 20                |

## Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость.

Экстракция в системе жидкость-твердое тело. Методы экстракции. Периодические и непрерывные, прямоточные и противоточные процессы. Жидкостная экстракция.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Отчет по практической работе              | 6                         | 10                |

### **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена.**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Конструкции аппаратов для выпаривания, кристаллизации и сушки

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 9                         | 15                |
| Отчет по лабораторной работе              | 18                        | 30                |

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции

Аппараты для проведения процессов ректификации и абсорбции

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 6                         | 10                |
| Отчет по лабораторной работе              | 12                        | 20                |

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции

Конструкции аппаратов для проведения процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции.

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля, оценочные материалы | Минимальный успешный балл | Максимальный балл |
|---|---------------------------|-------------------|
| Тест                                      | 6                         | 10                |
| Отчет по лабораторной работе              | 12                        | 20                |

### **4.3. Содержание занятий семинарского типа.**

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

**Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС**

Тема 1.1. Гидростатика

Тема 1.2. Гидродинамические процессы

Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Тема 1.4. Взвешенный слой .Перемешивание

## **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС**

Тема 2.1. Основы теплопередачи

## **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов**

Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС

## **Раздел 4. Выпаривание**

Тема 4.1. Процессы выпаривания

## **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС**

Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ

## **Раздел 6. Основы массопередачи**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.

## **Раздел 7. Процессы дистилляции.**

Тема 7.1. Простая перегонка.Ректификация.

## **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость.

## **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена. (2 ч.)**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции (2 ч.)

Консультирование по порядку прохождения и подготовки к промежуточной аттестации.

### **4.4. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (14 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС (2 ч.)**

Тема 1.1. Гидростатика

Тема 1.2. Гидродинамические процессы (2 ч.)

Консультации по выполнению домашней работы на тему "Гидродинамика"

Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Тема 1.4. Взвешенный слой .Перемешивание

## **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС (2 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (2 ч.)

Консультации по выполнению домашней работы на тему "Теплопередача"

## **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов (6 ч.)**

Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС (6 ч.)

1. Консультации по выполнению самостоятельной работы: изучение работы оборудования в производстве готовых лекарственных средств.

2. Консультации по порядку прохождения и подготовки к промежуточной аттестации в форме зачета.

## **Раздел 4. Выпаривание**

Тема 4.1. Процессы выпаривания

## **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС (2 ч.)**

Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ (2 ч.)

Консультации по решению типовых задач по теме контрольной работы.

Консультации по выбору темы и выполнения курсового проекта.

## **Раздел 6. Основы массопередачи**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.

## **Раздел 7. Процессы дистилляции.**

Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация.

## **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности (2 ч.)**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость. (2 ч.)

## **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена.**

Тема 9.1. Изучение аппаратурного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции

### **4.5. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Контактные часы на аттестацию в период обучения (6 ч.)**

## **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС**

Тема 1.1. Гидростатика

Тема 1.2. Гидродинамические процессы

Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем

Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание

## **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС**

Тема 2.1. Основы теплопередачи

### **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов (2 ч.)**

Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС (2 ч.)

### **Раздел 4. Выпаривание**

Тема 4.1. Процессы выпаривания

### **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС**

Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ

### **Раздел 6. Основы массопередачи**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.

### **Раздел 7. Процессы дистилляции.**

Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация.

### **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость.

### **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена. (4 ч.)**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Тема 9.2. Аппаратное оформление процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции (4 ч.)

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

### **Очная форма обучения. Лабораторные занятия (54 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС (18 ч.)**

Тема 1.1. Гидростатика

Тема 1.2. Гидродинамические процессы (12 ч.)

1. Изучение режима течения жидкости
2. Определение потерь энергии при движении жидкости по трубам
3. Защита и обсуждение лабораторных работ N1,2
4. Определение коэффициентов местных сопротивлений при движении жидкости по трубам.
5. Определение напорно-расходной характеристики центробежного насоса.
6. Защита и обсуждение лабораторных работ N3,4

Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (2 ч.)

7. Разделения суспензий фильтрованием

Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание (4 ч.)

7. Исследование гидродинамики псевдооживленного слоя

8. Защита и обсуждение лабораторной работы N5

#### **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС (4 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (4 ч.)

10. Исследование процесса теплообмена при нестационарном тепловом режиме
11. Защита и обсуждение лабораторных работ

### **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов (8 ч.)**

Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС (8 ч.)

12. Изучение конструкций аппаратов: насосы, вентиляторы
13. Изучение конструкций аппаратов: аппараты для разделения суспензий
14. Изучение конструкций аппаратов: аппараты для разделения газо-взвесей
15. Изучение конструкций теплообменников и перемешивающих устройств.

### **Раздел 4. Выпаривание (8 ч.)**

Тема 4.1. Процессы выпаривания (8 ч.)

1. Исследование процесса теплопередачи в пластинчатом теплообменнике.
2. Исследование процесса теплопередачи в трубчатом теплообменнике.
3. Защита и обсуждение лабораторных работ N1,2
4. Изучение процесса концентрирования растворов в вакуум-выпарной установке.

### **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС (4 ч.)**

Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ (4 ч.)

5. Изучение работы сушильной установки.
6. Защита и обсуждение лабораторных работ N3,4

### **Раздел 6. Основы массопередачи**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен.

### **Раздел 7. Процессы дистилляции. (6 ч.)**

Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация. (6 ч.)

7. Изучение процесса простой перегонки.
8. Изучение работы ректификационной колонны
9. Защита и обсуждение лабораторных работ.

### **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость.

### **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена. (6 ч.)**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки (2 ч.)

10. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки.

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции (2 ч.)

11. Изучение аппаратного оформления процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции (2 ч.)

12. Изучение аппаратного оформления процесса адсорбции, ионного обмена, экстракции

## **4.7. Содержание занятий лекционного типа.**

### **Очная форма обучения. Лекции (42 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС (20 ч.)**

Тема 1.1. Гидростатика (2 ч.)

1. Введение. Понятие о технологическом процессе, аппаратах, машинах. Типовые процессы и аппараты. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики, уравнение Паскаля. Практические применения уравнения Паскаля.

### Тема 1.2. Гидродинамические процессы (8 ч.)

2. Гидродинамика. Закон вязкого трения Ньютона. Режимы движения жидкости.
3. Уравнение ламинарного движения вязкой жидкости (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли.
4. Потери давления на местные сопротивления в трубопроводах. Гидравлическое сопротивление теплообменной аппаратуры и аппаратов с насадкой. Перемещение жидкостей и газов.
5. Насосы и вентиляторы в фармацевтической промышленности. Работа насоса на сеть. Мощность насоса.

### Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (8 ч.)

6. Разделение неоднородных систем. Осаждение. Закон Стокса. Расчет отстойников.
7. Очистка газов. Аппараты для разделения газозвесей.
8. Фильтрация. Свойства осадков. Основное уравнение фильтрации. Классификация фильтров.
9. Центрифугирование. Конструкции центрифуг. Тонкослойное разделение в тарельчатых сепараторах.

### Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание (2 ч.)

10. Взвешенный слой. Гидравлическое сопротивление неподвижного и взвешенного слоя. Перемешивание. Расчет мощности мешалок.

## **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС (10 ч.)**

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

11. Основы теплопередачи. Механизмы переноса теплоты. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье.
12. Тепловое подобие. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя.
13. Теплоотдача при конденсации пара. Теплоотдача при кипении жидкостей.
14. Теплопередача. Определение коэффициента теплопередачи. Средняя разность температур. Расчет толщины теплоизоляции.
15. Конструкции теплообменников. Нагревание, охлаждение, конденсация

## **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов**

### Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС

## **Раздел 4. Выпаривание (2 ч.)**

### Тема 4.1. Процессы выпаривания (2 ч.)

1. Работа выпарных аппаратов под вакуумом, атмосферным и избыточным давлением. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. Полная и полезная разность температур. Температурные потери. Многокорпусные выпарные установки: прямоточная, противоточная, с параллельным питанием. Общие принципы расчета многокорпусных выпарных установок. Выпарка с термокомпрессией вторичного пара. Получение воды для инъекций.

## **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС (4 ч.)**

### Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ (4 ч.)

1. Основные свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха. Изображение процессов на термодинамической диаграмме состояния влажного воздуха. Классификация материалов, как объектов сушки. Статика и кинетика сушки. Потенциал сушки.
2. Схема конвективной сушильной установки. Материальный и тепловой баланс сушки. Варианты сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Сушка с замкнутым контуром теплоносителя. Схема сублимационной сушки.

## **Раздел 6. Основы массопередачи (2 ч.)**

- Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен. (2 ч.)



Основы массопередачи. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Статика и кинетика адсорбции, материальный баланс. Ионообменные процессы. Иониты. Сорбция в фармацевтической технологии

### **Раздел 7. Процессы дистилляции. (2 ч.)**

Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация. (2 ч.)

Простая перегонка. Перегонка с дефлегмацией. Перегонка с водяным паром. Ректификация. Схема установки непрерывного действия. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии ректификации. Определение величины флегмы. Тепловой баланс ректификационных колонн. Молекулярная дистилляция. Периодическая ректификация.

### **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности (2 ч.)**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость. (2 ч.)

Экстракция в системе жидкость-твердое тело. Методы экстракции. Периодические и непрерывные, прямоточные и противоточные процессы. Жидкостная экстракция. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Выбор экстрагента. Материальный баланс. Кинетика жидкостной экстракции. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая экстракция. Кристаллизация

### **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена.**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции

## **4.8. Содержание занятий семинарского типа.**

### **Очная форма обучения. Практические занятия (54 ч.)**

#### **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС (22 ч.)**

Тема 1.1. Гидростатика (4 ч.)

1. Физические величины в курсе процессов и аппаратов, и их размерности. Эквивалентный диаметр. Режимы движения жидкости. Уравнение Бернулли.
2. Основное уравнение гидростатики. Определение высоты гидравлического затвора. Уравнение расхода.

Тема 1.2. Гидродинамические процессы (12 ч.)

3. Режимы движения жидкости в кольцевом пространстве теплообменника «труба в трубе», в трубном и межтрубном пространстве одноходового кожухотрубчатого теплообменника. Эквивалентный диаметр.
4. Определение потерь давления на трение в прямой трубе и змеевике.
5. Потери энергии при движении жидкостей по трубам. Мощность насоса.
6. Транспортирование жидкостей без насосов. Самостоятельная задача на дом. Гидравлическое сопротивление кожухотрубчатых теплообменников.
7. Контрольная работа «Гидравлика».
8. Гидравлические сопротивления аппаратов с насадками, с псевдоожиженным слоем. Полное гидравлическое сопротивление сети.

Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (4 ч.)

9. Отстаивание. Формула Стокса. Фильтрация. Определение площади фильтра.
10. Разделение неоднородных систем под действием центробежных сил.

Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание (2 ч.)

11. Седиментация. Взвешенный слой. Расчет скорости уноса.

### **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС (8 ч.)**

Тема 2.1. Основы теплопередачи (8 ч.)

12. Теплоотдача при вынужденном движении. Теплоотдача при конденсации пара.

13. Коэффициент теплопередачи. Движущая сила процесса теплопередачи.

14. Уточненный расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата.

15. Уточненный расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата.

### **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов**

Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС

### **Раздел 4. Выпаривание (4 ч.)**

Тема 4.1. Процессы выпаривания (4 ч.)

1. Распределение температур и давлений в однокорпусной выпарной установке, работающей под вакуумом

2. Расчет однокорпусного выпарного аппарата непрерывного действия

### **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС (10 ч.)**

Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ (10 ч.)

3. Физические свойства парогазовых смесей. Диаграмма I-x для влажного воздуха

4. Движущая сила процесса сушки. Тепловой КПД сушилки. Расчет теоретической сушилки.

5. Варианты процесса сушки.

6. Расчет конвективной и контактной сушилок. Самостоятельная задача на дом по теме «Сушка»

7. Контрольная работа по темам «Выпаривание», «Сушка»

### **Раздел 6. Основы массопередачи (2 ч.)**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен. (2 ч.)

Двухфазные системы. Определение характеристик двухфазных систем

### **Раздел 7. Процессы дистилляции. (4 ч.)**

Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация. (4 ч.)

9. Перегонка с водяным паром. Определения высоты тарельчатой ректификационной колонны.

10. Тепловой расчет ректификационной колонны непрерывного действия.

### **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности (4 ч.)**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость. (4 ч.)

11. Расчет процесса экстрагирования в системе жидкость-жидкость. Одноступенчатая экстракция.

12. Многоступенчатая экстракция при перекрестном токе. Многоступенчатая экстракция при противотоке

### **Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена.**

Тема 9.1. Изучение аппаратного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции

## **4.9. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

## **Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (154 ч.)**

### **Раздел 1. Гидромеханические процессы в производстве ГЛС (56 ч.)**

#### Тема 1.1. Гидростатика (5 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине.

#### Тема 1.2. Гидродинамические процессы (28 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний по дисциплине к практическим и лабораторным занятиям.

2. Выполнение индивидуальной задачи по теме "Гидродинамика".

#### Тема 1.3. Гидромеханические методы разделения неоднородных систем (15 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний по дисциплине к практическим и лабораторным занятиям.

2. Прочтение текста лекции и конспекта, изучение рекомендованной литературы, внесение дополнений и исправлений в конспект, осмысление материала, формулировка выводов и заключений

#### Тема 1.4. Взвешенный слой. Перемешивание (8 ч.)

1. Прочтение текста лекции и конспекта, изучение рекомендованной литературы, осмысление материала, формулировка выводов и заключений

2. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **Раздел 2. Теплопередача в производстве ГЛС (30 ч.)**

#### Тема 2.1. Основы теплопередачи (30 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний по дисциплине к практическим и лабораторным занятиям.

2. Прочтение текста лекции и конспекта, изучение рекомендованной литературы, внесение дополнений и исправлений в конспект, осмысление материала, формулировка выводов и заключений.

3. Выполнение индивидуальной задачи по теме "Теплопередача".

### **Раздел 3. Оборудование для проведения технологических процессов (28 ч.)**

#### Тема 3.1. Оборудование в производстве ГЛС (28 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **Раздел 4. Выпаривание (6 ч.)**

#### Тема 4.1. Процессы выпаривания (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний по дисциплине к практическим и лабораторным занятиям.

### **Раздел 5. Сушка в производстве ГЛС (6 ч.)**

#### Тема 5.1. Сушка лекарственных веществ (6 ч.)

### **Раздел 6. Основы массопередачи (2 ч.)**

Тема 6.1. Виды процессов массопередачи. Абсорбция. Адсорбция. Ионный обмен. (2 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

### **Раздел 7. Процессы дистилляции. (4 ч.)**

#### Тема 7.1. Простая перегонка. Ректификация. (4 ч.)

Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям.

### **Раздел 8. Процессы экстракции в фармацевтической промышленности (2 ч.)**

Тема 8.1. Процессы экстракции в системе жидкость-жидкость и в системе твердое тело-жидкость. (2 ч.)

Подготовка к лекциям и практическим занятиям

**Раздел 9. Оборудование для проведения процессов выпаривания и массообмена. (20 ч.)**

Тема 9.1. Изучение аппаратурного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки (2 ч.)

Изучение аппаратурного оформления процесса выпаривания, кристаллизации и сушки.

Тема 9.2. Аппаратурное оформление процессов ректификации и абсорбции (2 ч.)

Изучение аппаратурного оформления процессов ректификации и абсорбции

Тема 9.3. Аппаратурное оформление процессов адсорбции, ионного обмена, экстракции (16 ч.)

## 5. Порядок проведения промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация: Зачет, Четвертый семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме оценки портфолио студента и устного собеседования по билету.

Порядок проведения зачета:

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Портфолио в форме отчетов по заданиям по итогам освоения дисциплины должно быть представлено в электронной информационно-образовательной среде.

В рамках собеседования студент отвечает на 2 теоретических вопроса из различных тем программы. Преподаватель имеет право задавать обучающемуся дополнительные вопросы.

Общее количество баллов в процессе обучения – 800 баллов. Для допуска к промежуточной аттестации студент должен набрать не менее 480 баллов (60% от максимального количества баллов).

Критерии оценки:

- «не зачтено» (ниже 600 баллов);
- «зачтено» (600 и более баллов)

Оценка «зачтено» означает успешное освоение дисциплины. Если по итогам проведённой промежуточной аттестации компетенции не сформирована на уровне требований к дисциплине (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

*Промежуточная аттестация: Курсовой проект, Пятый семестр.*

Промежуточная аттестация проводится в виде защиты курсового проекта.

В рамках выставления оценки за курсовой проект преподаватель последовательно оценивает следующие элементы:

1. Текста курсового проекта с чертежами на тему индивидуального задания в категориях «зачтено», «не зачтено».

2. Защиту курсового проекта в форме оценки доклада с презентацией студента по теме курсового проекта на тему индивидуального задания.

После оценивания текста курсового проекта с чертежами и в случае получения положительной оценки, студент допускается к защите.

Порядок проведения защиты курсового проекта:

1. Защита курсовой работы проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение защиты курсовой работы на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает защиту только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

3. Результат защиты объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для защиты курсового проекта, в случае наличия проверенного курсового проекта, в ведомости вместо оценки делается запись «не явился», если студент не явился на защиту курсового проекта и не предоставил полный текст курсового проекта на проверку, в ведомости проставляется оценка «не удовлетворительно»

Курсовой проект студента оценивается в категориях "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" - "не удовлетворительно".

Оценивание осуществляется следующим образом:

"Отлично" - курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Проект не содержит ошибок в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил все разделы курсового проекта, аргументированно ответил на все вопросы преподавателя.

"Хорошо" - курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Проект содержит незначительные ошибки в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил все разделы курсового проекта, ответил на все вопросы преподавателя с незначительными ошибками или дал недостаточно полный ответ.

"Удовлетворительно" - курсовой проект выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. Проект содержит ошибки в расчетах и чертежах. На защиту представлена презентация, выполненная с нарушениями требований. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе отразил не все разделы курсового проекта, ответил не на все вопросы преподавателя, делал грубые ошибки или дал недостаточно полный ответ.

"Не удовлетворительно" - курсовой проект не выполнен в срок в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению. На защиту не представлена презентация, выполненная в соответствии с требованиями. В процессе защиты курсового проекта студент в своем докладе не отразил все разделы курсового проекта и не ответил на вопросы преподавателя

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» выставляется при соблюдении студентом требований к содержанию курсового проекта и его объему, и требований к его защите.

Оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означает успешное прохождение промежуточной аттестации. Если по итогам проведенной промежуточной аттестации, результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенций, обучающемуся выставляется оценка «не удовлетворительно».

*Промежуточная аттестация: Экзамен, Пятый семестр.*

Промежуточная аттестация в пятом семестре проводится в виде экзамена. Промежуточная аттестация проводится в форме оценки портфолио студента и устного собеседования по билетам (3 вопроса в билете). В рамках проведения экзамена преподаватель поэтапно оценивает портфолио студента и результат ответа студента на билет. Портфолио должно быть представлено в форме отчета по итогам освоения дисциплины в электронной информационно-образовательной среде. 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.

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».

Общее количество баллов в процессе обучения – 600 баллов. Для допуска к промежуточной аттестации студент должен набрать не менее 360 баллов (60% от максимального количества баллов).

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 полное и точное выполнение комплексной задачи в экзаменационном билете. 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 полное и точное выполнение комплексной задачи в экзаменационном билете, 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 комплексную задачу, 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.

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».

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.

## **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>

### *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.

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

### *Профессиональные базы данных*

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций
2. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

### *Ресурсы «Интернет»*

1. [youtube.com](http://youtube.com) - YouTube видеохостинг
2. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа», гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
3. <https://cyberleninka.ru> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»
4. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва

## **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. Autocad 2019;
2. COCO;
3. DWSim;
4. ChemSep;
5. Mathcad Prime;

6. Minitab (бесплатная демо версия);

*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.

Вакуум-выпарная установка - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению механики жидкости - 1 шт.

Лабораторная установка по изучению работы сушильного шкафа с инфракрасным и конвекционным эффектом - 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.

Сушильный шкаф - 1 шт.

Учебная установка для изучения для изучения ректификационной колонны - 1 шт.

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

Учебная установка для исследования процесса простой перегонки - 1 шт.

Учебная установка для исследования псевдооживленного слоя - 1 шт.

Фильтровальная установка - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 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=2076>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2076>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2076>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2076>

Учебно-методическое обеспечение:

Рубцова Л.Н. Процессы и аппараты в производстве готовых лекарственных средств : электронный учебно-методический комплекс / Л.Н. Рубцова; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2018. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=2076>. — Режим доступа: для авторизованных 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. В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

##### *Собеседование*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины

#### *Лекции*

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

#### *Лабораторные занятия*

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

##### *Задач и заданий реконструктивного уровня*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

##### *Защита отчета о лабораторной работе*

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной лабораторной работе, позволяющее установить

самостоятельность выполнения лабораторной работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме лабораторной работы

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.

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

### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Защита отчета о практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной практической работе, позволяющее установить самостоятельность выполнения работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме практической работы.

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