

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 20.06.2025 10:11:17  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

|          |                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| Институт | химических технологий и промышленной экологии                             |
| Кафедра  | энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности |

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основные процессы и техника защиты окружающей среды

|                                                                 |                                           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Уровень образования                                             | бакалавриат                               |
| Направление подготовки                                          | 05.03.06 Экология и природопользование    |
| Направленность (профиль)                                        | Экологическое проектирование и экспертиза |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 г. 11 м.                                |
| Форма(-ы) обучения                                              | заочная                                   |

Рабочая программа учебной дисциплины «Основные процессы и техника защиты окружающей среды» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №11 от 28.03.2025.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

1. Старший преподаватель М.З. Цинцадзе
2. Старший преподаватель Т.А. Новикова

Заведующий кафедрой: О.И. Седяров

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Основные процессы и техника защиты окружающей среды» изучается в пятом и шестом семестрах.

Курсовая работа – предусмотрен в 6 семестре.

### 1.1. Форма промежуточной аттестации:

|                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| пятый семестр  | - зачет                       |
| шестой семестр | - экзамен,<br>курсовая работа |

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Основные процессы и техника защиты окружающей среды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Физика;
- Теплофизика;
- Химия неорганическая;
- Экология.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Основы моделирования экологических процессов и систем;
- Переработка твердых отходов промышленности и потребления.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

## 2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Основные процессы и техника защиты окружающей среды» являются:

- формирование профессиональных компетенций в области теории основных процессов, принципов устройства и методов расчета аппаратов и установок защиты окружающей среды;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции(й) и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

### 2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|--------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                             | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1<br>Способен проводить научные исследования по отдельным темам (разделам тем) в области профессиональной деятельности                                                  | ИД-ПК-1.2<br>Планирование проведения экспериментальных исследований                                                                                                                          | - способен планировать научные исследования в области экологии и природопользования на основе актуальных теоретических знаний и методологий.<br>- умеет обрабатывать и анализировать полученные в ходе экспериментов данные.<br>- способен оформлять результаты исследования. |
|                                                                                                                                                                            | ИД-ПК-1.3<br>Обработка результатов эксперимента                                                                                                                                              | - способен критически оценивать результаты исследований, выявлять закономерности и выводы, применимые в практике природопользования.                                                                                                                                          |
| ПК-2<br>Способен осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия | ИД-ПК-2.1<br>Проектирование и эксплуатация производственных комплексов и систем защиты окружающей среды, в том числе по производству новой продукции с улучшенными экологическими свойствами | - Знает методы, способы и технические устройства очистки от загрязняющих веществ;<br>- знает технические параметры аппаратов защиты, влияющие на их эффективную работу;<br>- владеет методами расчета и конструирования аппаратов защиты от загрязнений;                      |
|                                                                                                                                                                            | ИД-ПК-2.2<br>Изучение технологических процессов по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов                                                                            | - знает методы снижения негативного воздействия производственной деятельности человека на различные природные среды.                                                                                                                                                          |

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|                             |   |      |     |      |
|-----------------------------|---|------|-----|------|
| по заочной форме обучения – | 6 | з.е. | 192 | час. |
|-----------------------------|---|------|-----|------|

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (заочная форма обучения)

| Структура и объем дисциплины  |                                |            |                                   |                           |                           |                              |                                          |                                          |                               |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| Объем дисциплины по семестрам | форма промежуточной аттестации | всего, час | Контактная аудиторная работа, час |                           |                           |                              | Самостоятельная работа обучающегося, час |                                          |                               |
|                               |                                |            | лекции, час                       | практические занятия, час | лабораторные занятия, час | практическая подготовка, час | Курсовая работа                          | самостоятельная работа обучающегося, час | промежуточная аттестация, час |
| 5 семестр                     | Зачет                          | 64         | 6                                 | 10                        | 8                         |                              |                                          | 36                                       | 4                             |

|           |                                          |     |    |    |    |  |    |     |    |
|-----------|------------------------------------------|-----|----|----|----|--|----|-----|----|
| 6 семестр | Экзамен<br>Курсовая<br>работа            | 128 | 6  | 8  | 10 |  | 18 | 78  | 8  |
| Всего:    | Зачет,<br>экзамен,<br>курсовая<br>работа | 192 | 12 | 18 | 18 |  | 18 | 114 | 12 |

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (заочная форма обучения)

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код(ы)<br>формируемой(ых)<br>компетенции(й) и<br>индикаторов<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем;<br>форма(ы) промежуточной аттестации                                                           | Виды учебной работы |                              |                             |                                 | Самостоятельная<br>работа, час | Виды и формы контрольных<br>мероприятий, обеспечивающие по<br>совокупности текущий контроль<br>успеваемости;<br>формы промежуточного контроля<br>успеваемости |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         |                                                                                                                            | Контактная работа   |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         |                                                                                                                            | Лекции, час         | Практические<br>занятия, час | Лабораторные<br>работы, час | Практическая<br>подготовка, час |                                |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Пятый семестр                                                                                                              |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-1                                                                                                                                                    | Раздел I. Механические и гидромеханические процессы                                                                        | х                   | х                            | х                           | х                               | 12                             | Формы текущего контроля:<br>Контрольная работа<br>Устный опрос для защиты<br>лабораторных работ                                                               |
| ИД-ПК-1.2                                                                                                                                               | Тема 1.1                                                                                                                   | 2                   |                              |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.3                                                                                                                                               | Осаждение, центрифугирование и фильтрование                                                                                |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-2                                                                                                                                                    | Практическое занятие № 1.1                                                                                                 |                     | 2                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.1                                                                                                                                               | Расчет механических и гидромеханических процессов                                                                          |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.2                                                                                                                                               | Лабораторная работа № 1.1<br>Изучение устройства и принципа работы аппаратов для<br>очистки газовых выбросов и сточных вод |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ПК-1                                                                                                                                                    | Раздел II. Массообменные процессы                                                                                          | х                   | х                            | х                           | х                               | 12                             |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.2                                                                                                                                               | Тема 2.1                                                                                                                   | 2                   |                              |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.3                                                                                                                                               | Законы массообменных процессов. Перегонка.                                                                                 |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-2                                                                                                                                                    | Ректификация. Сорбция.                                                                                                     |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.1                                                                                                                                               | Практическое занятие № 2.1                                                                                                 |                     | 2                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.2                                                                                                                                               | Расчет ректификационной колонны                                                                                            |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Практическое занятие № 2.2<br>Построение изотермы сорбции                                                                  |                     | 2                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 2.1<br>Изучение работы ректификационной установки                                                    |                     |                              | 1                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 2.2<br>Изучение устройства и принципа работы адсорберов и<br>абсорберов                              |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ПК-1                                                                                                                                                    | Раздел III. Тепломассообменные процессы                                                                                    | х                   | х                            | х                           | х                               | 12                             |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.2                                                                                                                                               | Тема 3.1                                                                                                                   | 2                   |                              |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.3                                                                                                                                               | Сушка, выпаривание                                                                                                         |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-2                                                                                                                                                    | Практическое занятие № 3.1                                                                                                 |                     | 2                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.1                                                                                                                                               | Расчет процесса сушки                                                                                                      |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код(ы)<br>формируемой(ых)<br>компетенции(й) и<br>индикаторов<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем;<br>форма(ы) промежуточной аттестации                                                 | Виды учебной работы |                              |                             |                                 | Самостоятельная<br>работа, час | Виды и формы контрольных<br>мероприятий, обеспечивающие по<br>совокупности текущий контроль<br>успеваемости;<br>формы промежуточного контроля<br>успеваемости |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         |                                                                                                                  | Контактная работа   |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         |                                                                                                                  | Лекции, час         | Практические<br>занятия, час | Лабораторные<br>работы, час | Практическая<br>подготовка, час |                                |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.2                                                                                                                                               | Практическое занятие № 3.2<br>Расчет выпарной установки                                                          |                     | 2                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 3.1<br>Изучение процессов сушки материалов легкой<br>промышленности в конвективной сушилке |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 3.2<br>Изучение устройства и принципа работы аппаратов для<br>выпаривания                  |                     |                              | 1                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Зачет                                                                                                            | х                   | х                            | х                           | х                               | 4                              | Зачет в виде устного опроса                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                         | ИТОГО за пятый семестр                                                                                           | 6                   | 10                           | 8                           |                                 | 36                             |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Шестой семестр                                                                                                   |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-1                                                                                                                                                    | Раздел IV. Очистка сточных вод                                                                                   | х                   | х                            | х                           | х                               | 39                             | Формы текущего контроля:<br>Контрольная работа<br>Устный опрос для защиты<br>лабораторных работ                                                               |
| ИД-ПК-1.2                                                                                                                                               | Тема 4.1                                                                                                         | 3                   |                              |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.3                                                                                                                                               | Способы очистки сточных вод                                                                                      |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-2                                                                                                                                                    | Практическое занятие № 4.1                                                                                       |                     | 4                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.1                                                                                                                                               | Расчет аппаратов для очистки сточных вод                                                                         |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-2.2                                                                                                                                               | Лабораторная работа № 4.1<br>Нейтрализация сточной воды                                                          |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 4.2<br>Очистка суспензий с использованием фильтрующей<br>перегородки                       |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 4.3<br>Снижение концентрации хлорида хрома коагуляцией                                     |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ПК-1                                                                                                                                                    | Раздел V. Очистка газовых выбросов                                                                               | х                   | х                            | х                           | х                               | 39                             |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.2                                                                                                                                               | Тема 5.1                                                                                                         | 3                   |                              |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
| ИД-ПК-1.3                                                                                                                                               | Способы очистки газовых выбросов                                                                                 |                     |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |

| Планируемые<br>(контролируемые)<br>результаты<br>освоения:<br>код(ы)<br>формируемой(ых)<br>компетенции(й) и<br>индикаторов<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов, тем;<br>форма(ы) промежуточной аттестации                           | Виды учебной работы |                              |                             |                                 | Самостоятельная<br>работа, час | Виды и формы контрольных<br>мероприятий, обеспечивающие по<br>совокупности текущий контроль<br>успеваемости;<br>формы промежуточного контроля<br>успеваемости |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         |                                                                                            | Контактная работа   |                              |                             |                                 |                                |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         |                                                                                            | Лекции, час         | Практические<br>занятия, час | Лабораторные<br>работы, час | Практическая<br>подготовка, час |                                |                                                                                                                                                               |
| ПК-2<br>ИД-ПК-2.1<br>ИД-ПК-2.2                                                                                                                          | Практическое занятие № 5.1<br>Расчет аппаратов для очистки газовых выбросов                |                     | 4                            |                             |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 5.1<br>Адсорбция паров воды различными поглотителями                 |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Лабораторная работа № 5.2<br>Очистка воздуха от диоксида углерода сорбционными<br>методами |                     |                              | 2                           |                                 | х                              |                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                         | Выполнение курсового проекта                                                               | х                   | х                            | х                           | х                               | 18                             | Защита курсовой работы                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                         | Экзамен                                                                                    | х                   | х                            | х                           | х                               | 8                              | Устный экзамен по билетам                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                         | ИТОГО за шестой семестр                                                                    | 32                  | 18                           | 32                          |                                 | 96                             | Экзамен<br>Защита курсовой работы                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                         | ИТОГО за весь период                                                                       | 64                  | 48                           | 64                          |                                 | 132                            | Зачет<br>Экзамен<br>Защита курсовой работы                                                                                                                    |

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

| № пп              | Наименование раздела и темы дисциплины                            | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел I</b>   | <b>Механические и гидромеханические процессы</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Тема 1.1          | Осаждение, центрифугирование и фильтрование                       | Классификация неоднородных систем. Характеристика процесса. Отстаивание. Аппаратурное оформление процесса осаждения. Отстойники. Пылеосадительные камеры. Характеристика процесса центрифугирования. Аппаратурное оформление процесса центрифугирования. Гидроциклоны. Центрифуги. Сепараторы. Характеристика процесса фильтрования. Аппаратурное оформление процесса фильтрования. Рукавные фильтры. Электрофильтрация.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Раздел II</b>  | <b>Массообменные процессы</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Тема 2.1          | Законы массообменных процессов. Перегонка. Ректификация. Сорбция. | Характеристика массообменных процессов. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Закон Фика. Закон Шукарева. Закон массопроводности. Закон массопередачи. Движущая сила процесса. Характеристика процесса перегонки. Бинарные смеси. Виды перегонки. Дистилляция. Закон разделения. Диаграмма равновесия. Уравнение равновесной линии. Характеристика процесса ректификации. Схема непрерывной ректификации. Материальный баланс процесса ректификации. Рабочая линия процесса ректификации. Допущения, принимаемые для расчета ректификационной колонны. Механизм процесса разделения. Способы определения числа тарелок. Аппаратурное оформление процесса ректификации. Тарельчатые колонны. Типы тарелок. Насадочные колонны. Расчет ректификационной колонны. Разделение многокомпонентных систем. Смеси, имеющие азеотропную точку. Смеси с близкими температурами кипения. Метод введения третьего компонента в систему. Экстрактивная перегонка. Молекулярная дистилляция при использовании вакуума. Характеристика процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Десорбция. Аппаратурное оформление процесса абсорбции. Характеристика процесса адсорбции. Типы сорбентов и их характеристики. Активность сорбентов. Теории процесса адсорбции (физическая теория, теория Лэнгмюра, теория капиллярной конденсации). Уравнение материального баланса процесса адсорбции. Аппаратурное оформление процесса адсорбции. Методы проведения десорбции. Построение изотермы сорбции. |
| <b>Раздел III</b> | <b>Тепломассообменные процессы</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Тема 3.1          | Сушка, выпаривание                                                | Характеристика процесса сушки. Виды сушки. Характеристика влажных материалов. Уравнение материального баланса процесса сушки. Равновесие в процессе сушки. Статика и кинетика процесса сушки. Скорость сушки. Факторы, влияющие на скорость сушки. Уравнение теплового баланса процесса сушки. Движущая сила процесса сушки. Простой (основной) вариант сушки. Вариант сушки с рециркуляцией. Вариант сушки с промежуточным подогревом. Вариант сушки с замкнутой циркуляцией сушильного агента. Аппаратурное оформление процесса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                  |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                  | конвективной сушки.<br>Терморadiационная сушка. Сушка токами высокой частоты. Сублимационная сушка.<br>Характеристика процесса выпаривания. Уравнение материального баланса процесса выпаривания.<br>Аппаратурное оформление процесса выпаривания. Расчет выпарного аппарата. Температурная депрессия.                                                                                                                                                                                          |
| <b>Раздел IV</b> | <b>Очистка сточных вод</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Тема 4.1         | Способы очистки сточных вод      | Современные сооружения механической очистки сточных вод. Отстойники. Центрифуги. Решетки. Сита.<br>Песколовки. Жироловки.<br>Адсорбция, флотация, коагуляция, флокуляция, электрохимия, мембранные процессы, ректификация многокомпонентных смесей, выпаривание.<br>Окисление, ионный обмен, нейтрализация.<br>Использование биологических объектов для очистки сточных вод. Аэротенки. Метантенки. Биофильтры.<br>Ускорение химических реакций в живых клетках специальными белками ферментами |
| <b>Раздел V</b>  | <b>Очистка газовых выбросов</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Тема 5.1         | Способы очистки газовых выбросов | Сухая и мокрая очистка газовых выбросов. Циклоны, их конструкции. Скрубберы, их конструкции.<br>Абсорбционные и адсорбционные способы очистки газовых выбросов. Каталитическое дожигание.<br>Способы очистки газовых выбросов от CO <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> S, паров растворителей, паров ртути, Cl, F, SO <sub>2</sub>                                                                                                                                                               |

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, зачетам, экзаменам;
- изучение учебных пособий;
- изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- подготовка к коллоквиуму, контрольной работе и т.п.;

- выполнение курсовых проектов и работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом, перед зачетом/зачетом с оценкой по необходимости;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

| № пп              | Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение | Задания для самостоятельной работы                                                                                                   | Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля) | Трудоемкость, час |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Раздел I</b>   | <b>Механические и гидромеханические процессы</b>                             |                                                                                                                                      |                                                                                     |                   |
| Тема 1.1          | Осаждение, центрифугирование и фильтрование                                  | Проработка учебного материала для подготовки к контрольной работе, защиты лабораторных работ и зачету.                               | Контроль выполненных работ в текущей и промежуточной аттестации.                    | 12                |
| <b>Раздел II</b>  | <b>Массообменные процессы</b>                                                |                                                                                                                                      |                                                                                     |                   |
| Тема 2.1          | Законы массообменных процессов. Перегонка. Ректификация. Сорбция.            | Проработка учебного материала для подготовки к контрольной работе, защиты лабораторных работ и зачету.                               | Контроль выполненных работ в текущей и промежуточной аттестации.                    | 12                |
| <b>Раздел III</b> | <b>Тепломассообменные процессы</b>                                           |                                                                                                                                      |                                                                                     |                   |
| Тема 3.1          | Сушка, выпаривание                                                           | Проработка учебного материала для подготовки к контрольной работе, защиты лабораторных работ и зачету.                               | Контроль выполненных работ в текущей и промежуточной аттестации.                    | 12                |
| <b>Раздел IV</b>  | <b>Очистка сточных вод</b>                                                   |                                                                                                                                      |                                                                                     |                   |
| Тема 4.1          | Способы очистки сточных вод                                                  | Проработка учебного материала для подготовки к контрольной работе, защиты лабораторных работ и экзамену. Подготовка курсовой работы. | Контроль выполненных работ в текущей и промежуточной аттестации.                    | 39                |
| <b>Раздел V</b>   | <b>Очистка газовых выбросов</b>                                              |                                                                                                                                      |                                                                                     |                   |

|          |                                  |                                                                                                                                      |                                                                  |    |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|
| Тема 5.1 | Способы очистки газовых выбросов | Проработка учебного материала для подготовки к контрольной работе, защиты лабораторных работ и экзамену. Подготовка курсовой работы. | Контроль выполненных работ в текущей и промежуточной аттестации. | 39 |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|

### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

| Уровни сформированности компетенции(-й) | Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации | Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации | Показатели уровня сформированности |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                                     |                                                                                 | универсальной(-ых) компетенции(-й) | общепрофессиональной(-ых) компетенций | профессиональной(-ых) компетенции(-й)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                         |                                                                                                     |                                                                                 |                                    |                                       | ПК-1<br>ИД-ПК-1.2<br>ИД-ПК-1.3<br>ПК-2<br>ИД-ПК-2.1<br>ИД-ПК-2.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| высокий                                 | 85 – 100                                                                                            | отлично/<br>зачтено (отлично)                                                   |                                    |                                       | Обучающийся:<br>– исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;<br>– в совершенстве знает методы, способы и технические устройства очистки от загрязняющих веществ;<br>– демонстрирует высокий уровень способности к планированию научных исследований в области экологии и природопользования на основе |

|            |         |                             |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|---------|-----------------------------|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |         |                             |  |  | <p>современных теоретических знаний и методологий;</p> <p>– уверенно обрабатывает и анализирует данные, полученные в ходе экспериментов;</p> <p>– аккуратно и аргументированно критически оценивает результаты исследований, выявляет закономерности и выводы, которые могут быть успешно применены на практике в области природопользования;</p> <p>– отлично знает методы снижения негативного воздействия производственной деятельности человека на различные природные среды;</p> <p>– дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.</p> |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо/<br>зачтено (хорошо) |  |  | <p>Обучающийся:</p> <p>– достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия;</p> <p>– знает методы, способы и технические устройства очистки от загрязняющих веществ;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|         |         |                    |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|---------|--------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |         |                    |  |  | <p>– Студент проявляет хороший уровень способности к планированию научных исследований, хорошо ориентируется в теоретических знаниях и методологиях, хотя иногда требуется дополнительная консультация или поддержка преподавателя;</p> <p>– эффективно обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, но может иногда допускать неточности или недочеты в методах анализа;</p> <p>– критически оценивает результаты исследований, но его способность выявлять закономерности и выводы может быть менее систематизированной и объективной по сравнению с уровнем "на отлично";</p> <p>– знает методы снижения негативного воздействия производственной деятельности человека на различные природные среды;</p> <p>– ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.</p> |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно/ |  |  | Обучающийся:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |  |                                |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|--|--------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | зачтено<br>(удовлетворительно) |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;</li> <li>– демонстрирует недостаточно полное знание методов, способов и технических устройств очистки от загрязняющих веществ;</li> <li>– студент демонстрирует базовый уровень способности к планированию научных исследований, но ему не хватает глубины знаний и методического арсенала для полноценного выполнения задач;</li> <li>– обрабатывает и анализирует экспериментальные данные на уровне, достаточном для базового понимания, однако требуется;</li> <li>– оформление результатов исследования требует значительного улучшения в плане качества структурирования и представления информации;</li> <li>– критическая оценка результатов исследований проявляется недостаточно четко и обоснованно, что требует дополнительной работы над развитием</li> </ul> |
|--|--|--------------------------------|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |        |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|--------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |        |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | аналитических способностей;<br>– плохо знает методы снижения негативного воздействия производственной деятельности человека на различные природные среды;<br>– ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно/<br>не зачтено | Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;</li> <li>– не знает методов, способов и технических устройств очистки от загрязняющих веществ;</li> <li>– не знает технических параметров аппаратов защиты, влияющие на их эффективную работу;</li> <li>– не владеет методами расчета и конструирования аппаратов защиты от загрязнений;</li> <li>– не знает методы снижения негативного воздействия производственной деятельности человека на различные природные среды;</li> <li>– выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;</li> <li>– ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основные процессы и техника защиты окружающей среды» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю), указанных в разделе 2 настоящей программы.

## 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| №<br>пп | Формы текущего<br>контроля                 | Примеры типовых заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Формируемая<br>компетенция                                       |
|---------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1       | Устный опрос для защиты лабораторных работ | Лабораторная работа № 1.1<br>Изучение устройства и принципа работы аппаратов для очистки газовых выбросов и сточных вод<br>1. Достоинства и недостатки рукавного фильтра<br>2. Каким образом можно повысить эффективность циклона?<br>3. Каким образом можно повысить производительность циклона?<br>4. Область использования пенного фильтра<br>5. Область использования скрубберов<br>6. Какие существуют аппараты для очистки сточных вод?<br>7. Принцип работы фильтр-пресса.<br>8. Принцип работы барабанного вакуум-фильтра.<br>9. Принцип работы сверхцентрифуги.<br>10. Принцип работы центрифуги с пульсирующим поршнем.                                                                                                                       | ПК-1<br>ИД-ПК-1.2<br>ИД-ПК-1.3<br>ПК-2<br>ИД-ПК-2.1<br>ИД-ПК-2.2 |
| 2       | Контрольная работа                         | Примеры вариантов контрольных работ:<br><b>Контрольная работа «Разделение неоднородных смесей».</b><br>Вариант 1<br>1. Неоднородные системы, их вида.<br>2. Схема полого скруббера. Принцип работы.<br>Вариант 2.<br>1. Способы разделения неоднородных систем.<br>2. Скруббер с насадкой. Роль насадки. Степень разделения.<br>Вариант 3<br>1. Отстаивание. Движущая сила процесса.<br>2. Пылеосадительная камера. Схемы, принцип действия. Достоинства и недостатки.<br>Вариант 4.<br>1. Отстаивание. Факторы, влияющие на скорость процесса.<br>2. Сухой циклон. Схема, принцип действия. Достоинства и недостатки.<br>Вариант 5<br>1. Фильтрация. Движущая сила процесса.<br>2. Рукавный фильтр. Схема, принцип действия. Достоинства и недостатки. | ПК-1<br>ИД-ПК-1.2<br>ИД-ПК-1.3<br>ПК-2<br>ИД-ПК-2.1<br>ИД-ПК-2.2 |

| №<br>пп | Формы текущего<br>контроля | Примеры типовых заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Формируемая<br>компетенция |
|---------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|         |                            | <p>Контрольная работа «Ректификация»</p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система ацетон – <math>\text{H}_2\text{O}</math>. <math>X_f = 80\%</math>. Что это?</li> <li>2. Построение рабочей линии процесса непрерывной ректификации.</li> </ol> <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает <math>X_d = 83\%</math> для системы вода – уксусная кислота.</li> <li>2. Гидравлическое сопротивление колпачковой колонны.</li> </ol> <p>Вариант 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает <math>X_f = 12\%</math> для системы вода – уксусная кислота.</li> <li>2. Способы определения числа тарелок для барботажных колонн.</li> </ol> <p>Вариант 4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает <math>X_f = 8\%</math> для системы ацетон – вода.</li> <li>2. Равновесие в системе пар-жидкость. Диаграмма равновесия.</li> </ol> <p>Вариант 5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что означает <math>y_f = 7\%</math> для системы ацетон-этанол.</li> <li>2. Построение рабочей линии процесса непрерывной ректификации.</li> </ol> |                            |

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| Наименование<br>оценочного<br>средства<br>(контрольно-<br>оценочного<br>мероприятия) | Критерии оценивания                                                                                                                                          | Шкалы оценивания        |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                                                      |                                                                                                                                                              | 100-балльная<br>система | Пятибалльная<br>система |
| Устный опрос для<br>защиты<br>лабораторных работ                                     | В ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений.                          | 5                       | 5                       |
|                                                                                      | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, с единичными, незначительными ошибками.                                                                | 4                       | 4                       |
|                                                                                      | Ответ не полный, с ошибками в деталях, обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. | 3                       | 3                       |

| Наименование<br>оценочного<br>средства<br>(контрольно-<br>оценочного<br>мероприятия) | Критерии оценивания                                                                                                                                          | Шкалы оценивания        |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                                                      |                                                                                                                                                              | 100-балльная<br>система | Пятибалльная<br>система |
| Контрольная работа                                                                   | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения.                      | 2                       | 2                       |
|                                                                                      | Обучающийся не выполнил задание.                                                                                                                             | 0-1                     |                         |
|                                                                                      | Дан верный, полностью и логически стройный ответ на теоретические вопросы. Ошибки и отсутствуют. Возможны 1-2 недочета, не влияющих на правильность ответа.  | 9-10                    | 5                       |
|                                                                                      | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, с единичными, незначительными ошибками.                                                                | 7-8                     | 4                       |
|                                                                                      | Ответ не полный, с ошибками в деталях, обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. | 3-6                     | 3                       |
|                                                                                      | Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения.                      | 1-2                     | 2                       |
|                                                                                      | Обучающийся не выполнил задание.                                                                                                                             | 0                       |                         |

### 5.3. Промежуточная аттестация:

| Форма<br>промежуточной<br>аттестации | Типовые контрольные задания и иные материалы<br>для проведения промежуточной аттестации:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Формируемая компетенция                                          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>5 семестр</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                  |
| Зачет в виде<br>устного опроса       | Примеры вопросов:<br>1. Что такое ректификация? Материальный баланс процесса ректификации. Виды ректификационных колонн.<br>2. Неоднородные смеси. Сточные воды. Состав сточных вод.<br>3. Сушка. Инфракрасный способ сушки. Определение. Оптимальные условия сушки.<br>4. Абсорбция. Равновесие процесса. Уравнение равновесия.<br>1. Осаждение. Скорость осаждения. Факторы, влияющие на скорость осаждения. | ПК-1<br>ИД-ПК-1.2<br>ИД-ПК-1.3<br>ПК-2<br>ИД-ПК-2.1<br>ИД-ПК-2.2 |
| <b>6 семестр</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                  |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Экзамен устный по билетам | <p>Примеры билетов</p> <p>Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Очистка воздуха от паров и ртути и от органических растворителей</li> <li>2. Ректификация. Определение. Материальный баланс процесса. Аппаратурное оформление.</li> </ol> <p>Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механические процессы. Измельчение твердых материалов. Классификация и сортировка. Смешивание твердых материалов.</li> <li>2. Очистка воздуха от оксидов азота</li> </ol> <p>Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вода. Свойства воды. Сточные воды. Способы очистки сточных вод.</li> <li>2. Очистка воздуха от углекислого газа и сероводорода</li> </ol> <p>Билет №4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сушка. Влажность материала. Типы влажности. Как меняется влажность материала во времени?</li> <li>2. Аэротенки, метантенки. Переработка активного ила и осадков.</li> </ol> <p>Билет №5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрокоагуляционная очистка сточных вод.</li> <li>2. Массообменные процессы. Основы массопередачи. Законы массообмена.</li> </ol> | <p>ПК-1<br/>ИД-ПК-1.2<br/>ИД-ПК-1.3<br/>ПК-2<br/>ИД-ПК-2.1<br/>ИД-ПК-2.2</p> |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| Форма промежуточной аттестации                                               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Шкалы оценивания     |                      |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| 5 семестр                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                      |
| Зачет:<br>устный опрос<br>1-й вопрос: 0-15 баллов<br>2-й вопрос: 0-15 баллов | Обучающийся:<br>– демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные;<br>– свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;<br>– способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу;<br>– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в | 25 – 30 баллов       | 5                    |

| Форма промежуточной аттестации   | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Шкалы оценивания     |                      |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|                                  | <p>вопросе;</p> <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |                      |
|                                  | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> <li>– недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов;</li> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> </ul> <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание вопроса, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>                                                                                | 20 – 24 баллов       | 4                    |
|                                  | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;</li> </ul> <p>Содержание вопроса раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы, ответ носит репродуктивный характер.</p> | 12 – 19 баллов       | 3                    |
|                                  | <p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p> <p>На большую часть дополнительных вопросов по содержанию вопроса затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 – 11 баллов        | 2                    |
| 6 семестр                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |                      |

| Форма промежуточной аттестации                                                                                                     | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Шкалы оценивания     |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| Экзамен<br>Устный по билетам<br>Распределение баллов по вопросам билета:<br>1-й вопрос: 0 – 15 баллов<br>2-й вопрос: 0 – 15 баллов | Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;</li> <li>– свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;</li> <li>– способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу билета;</li> <li>– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;</li> </ul> Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | 25 – 30 баллов       | 5                    |
|                                                                                                                                    | Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> <li>– недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;</li> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> </ul> В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.                                                                                                                                                                                                                                           | 20 – 24 баллов       | 4                    |
|                                                                                                                                    | Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12 – 19 баллов       | 3                    |

| Форма промежуточной аттестации   | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                    | Шкалы оценивания     |                      |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства |                                                                                                                                                                                                                                                                        | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|                                  | Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.            |                      |                      |
|                                  | Обучающийся:<br>- обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 0 – 11 баллов        | 2                    |

#### 5.5. Примерные темы курсовой работы:

1. Расчет двухкорпусной выпарной установки для выпаривания раствора гидроксида натрия.
2. Расчет двухкорпусной выпарной установки для выпаривания раствора хлорида калия.
3. Расчет ректификационной колонны для разделения смеси метанол-вода.
4. Расчет ректификационной колонны для разделения смеси бензол-толуол.
5. Расчет адсорбционной колонны для очистки газовых выбросов.

#### 5.6. Критерии, шкалы оценивания курсового проекта

| Форма промежуточной аттестации | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Шкалы оценивания     |                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| защита курсовой работы         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа выполнена самостоятельно, носит научно-практический характер, возможно содержание элементов научной новизны;</li> <li>– собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрированы: высокий уровень сформированности профессиональных компетенций, теоретические знания и</li> </ul> | 21-25 баллов         | 5                    |

| Форма промежуточной аттестации | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Шкалы оценивания     |                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|                                | <p>наличие практических навыков;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа правильно оформлена и своевременно представлена на кафедру, полностью соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых работ;</li> <li>– на защите освещены все вопросы исследования, ответы на вопросы профессиональные, грамотные, исчерпывающие, результаты исследования подкреплены статистическими критериями.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |                      |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– тема работы раскрыта, однако есть неточности при освещении отдельных вопросов задания;</li> <li>– собран, обобщен и проанализирован необходимый объем профессиональной литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован: средний уровень сформированности профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;</li> <li>– работа своевременно представлена на кафедру, есть отдельные недостатки в ее оформлении;</li> <li>– в процессе защиты работы были даны неполные ответы на вопросы.</li> </ul>                                                                                                                             | 16-20 баллов         | 4                    |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;</li> <li>– в работе недостаточно полно была использована профессиональная литература, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован удовлетворительный уровень сформированности профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;</li> <li>– работа своевременно представлена на кафедру, однако не в полном объеме по содержанию и/или оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</li> <li>– в процессе защиты недостаточно полно изложены основные положения работы, ответы на вопросы даны неполные.</li> </ul> | 10-15 баллов         | 3                    |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0 – 9 баллов         | 2                    |

| Форма промежуточной аттестации | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Шкалы оценивания     |                      |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|                                | <p>поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работа не оригинальна, основана на компиляции публикаций по теме;</li> <li>– при написании и защите работы продемонстрирован неудовлетворительный уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;</li> <li>– работа несвоевременно представлена на кафедру, не в полном объеме по содержанию и оформлению соответствует предъявляемым требованиям;</li> <li>– на защите показаны поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, даны неверные ответы на вопросы.</li> </ul> |                      |                      |

### 5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

| Форма контроля                                              | 100-балльная система | Пятибалльная система                                          |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| Текущий контроль:                                           |                      |                                                               |
| <b>5 семестр</b>                                            |                      |                                                               |
| - Защита лабораторной работы № 1.1                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 2.1                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 2.2                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 3.1                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 3.2                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Контрольная работа №1<br>«Разделение неоднородных смесей» | 0 - 15 баллов        | 2 – 5                                                         |
| - Контрольная работа №2<br>«Ректификация»                   | 0 - 15 баллов        | 2 – 5                                                         |
| - Контрольная работа №3 «Сушка»                             | 0 - 15 баллов        | 2 – 5                                                         |
| Промежуточная аттестация<br>Зачет в виде устного опроса     | 0 - 30 баллов        | Зачтено<br>Не зачтено                                         |
| <b>Итого за семестр (дисциплину)</b><br>зачёт               | 0 - 100 баллов       |                                                               |
| <b>6 семестр</b>                                            |                      |                                                               |
| - Защита лабораторной работы № 4.1                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 4.2                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 4.3                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 5.1                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Защита лабораторной работы № 5.2                          | 0 - 5 баллов         | 2 – 5                                                         |
| - Контрольная работа №4 «Очистка<br>сточных вод»            | 0 - 10 баллов        | 2 – 5                                                         |
| - Контрольная работа №5 «Очистка<br>газовых выбросов»       | 0 - 10 баллов        | 2 – 5                                                         |
| Защита курсового проекта                                    | 0 - 25 баллов        | 2 – 5                                                         |
| Промежуточная аттестация<br>Экзамен<br>Устный по билетам    | 0 - 30 баллов        | отлично<br>хорошо<br>удовлетворительно<br>неудовлетворительно |
| <b>Итого за семестр (дисциплину)</b><br>Экзамен             | 0 - 100 баллов       |                                                               |

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

| 100-балльная система | пятибалльная система        |
|----------------------|-----------------------------|
|                      | зачет/экзамен               |
| 85 – 100 баллов      | зачтено (отлично)           |
| 65 – 84 баллов       | зачтено (хорошо)            |
| 41 – 64 баллов       | зачтено (удовлетворительно) |
| 0 – 40 баллов        | неудовлетворительно         |

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- анализ ситуаций и имитационных моделей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

## **7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА**

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, лабораторных работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

## **8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов

обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п. | Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4</b>                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа                                                                                                                    | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:<br>– ноутбук;<br>– проектор,<br>– экран,<br>– маркерная доска                                                                                                                                                    |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации                            | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:<br>– ноутбук,<br>– проектор,<br>– маркерная доска,<br>– наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций                                                                               | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:<br>- экран переносной Classic Solution Libra 180x180,<br>- проектор BenQ MX511 9H.J3R77.33<br>Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ по БЖД и Экологии                                          |
| <b>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</b>                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации              | Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.                                                                                                                                                                       |
| <b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>                                                                                                              | <b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6</b>                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| читальный зал библиотеки:                                                                                                                                            | – компьютерная техника;<br>подключение к сети «Интернет»                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.



## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п                                                           | Автор(ы)                                                                        | Наименование издания                                                      | Вид издания (учебник, УП, МП и др.) | Издательство        | Год издания  | Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)                                                                                                                     | Количество экземпляров в библиотеке Университета |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания       |                                                                                 |                                                                           |                                     |                     |              |                                                                                                                                                                                                           |                                                  |
| 1                                                               | Касаткин А.Г.                                                                   | Основные процессы и аппараты химии и химической технологии                | Учебник                             | М. ООО ТИД «Альянс» | 2005         |                                                                                                                                                                                                           | 2                                                |
| 2                                                               | Ветошкин А.Г.                                                                   | Процессы и аппараты защиты окружающей среды                               | Учебное пособие                     | Высшая школа        | 2008         |                                                                                                                                                                                                           | 10                                               |
| 3                                                               | Захарова А.А., Бахшиева Л.Т., Кондауров Б.П., Салтыкова В.С.                    | Процессы и аппараты химической технологии                                 | Учебное пособие                     | Академия            | 2006         |                                                                                                                                                                                                           | 60                                               |
| 4                                                               | Павлов К.Ф. и др.                                                               | Примеры и задачи по курсу ПАХТ.                                           | Учебное пособие                     | Альянс              | 2006<br>1987 |                                                                                                                                                                                                           | 2экз.<br>60экз                                   |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания |                                                                                 |                                                                           |                                     |                     |              |                                                                                                                                                                                                           |                                                  |
| 1                                                               | Чесунов В.М., Захарова А.А.                                                     | Основные химико-технологические процессы и аппараты легкой промышленности | Учебное пособие                     | Легпром бытиздат    | 1989         |                                                                                                                                                                                                           | 20                                               |
| 2                                                               | Каракеян В. И., Кольцов В. Б., Кондратьева О. В. ; Под общ. ред. Каракеяна В.И. | Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1.               | Учебник и практикум для вузов       | Юрайт               | 2022         | <a href="https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-1-490830">https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-1-490830</a> | -                                                |
| 3                                                               | В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна.         | Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 2.               | Учебник и практикум для вузов       | Юрайт               | 2022         | <a href="https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-2-490831">https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-2-490831</a> | -                                                |

|                                                                                                                     |                                                                          |                                                                      |                          |              |      |                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 4                                                                                                                   | А. И. Родионов,<br>В. Н. Клушин,<br>В. Г. Систер.                        | Охрана окружающей среды:<br>процессы и аппараты<br>защиты атмосферы  | Учебник                  | Юрайт        | 2022 | <a href="https://urait.ru/book/ohrana-okruzhayuschey-sredy-processy-i-apparaty-zaschity-atmosfery-493217">https://urait.ru/book/ohrana-okruzhayuschey-sredy-processy-i-apparaty-zaschity-atmosfery-493217</a>   | -                                   |
| 5                                                                                                                   | А. И. Родионов,<br>В. Н. Клушин,<br>В. Г. Систер.                        | Охрана окружающей среды:<br>процессы и аппараты<br>защиты гидросферы | Учебник                  | Юрайт        | 2022 | <a href="https://urait.ru/book/ohrana-okruzhayuschey-sredy-processy-i-apparaty-zaschity-gidrosfery-493218">https://urait.ru/book/ohrana-okruzhayuschey-sredy-processy-i-apparaty-zaschity-gidrosfery-493218</a> | -                                   |
| 6                                                                                                                   | Кольцов В. Б.,<br>Кондратьева О.<br>В. ; Под общ. ред.<br>Каракеяна В.И. | Очистные сооружения в 2 ч.<br>Часть 1                                | Учебник и<br>практикум   | Юрайт        | 2022 | <a href="https://urait.ru/book/ochistnye-sooruzheniya-v-2-ch-chast-1-490833">https://urait.ru/book/ochistnye-sooruzheniya-v-2-ch-chast-1-490833</a>                                                             | -                                   |
| 7                                                                                                                   | Кольцов В. Б.,<br>Кондратьева О.<br>В. ; Под общ. ред.<br>Каракеяна В.И. | Очистные сооружения в 2 ч.<br>Часть 2                                | Учебник и<br>практикум   | Юрайт        | 2022 | <a href="https://urait.ru/book/ochistnye-sooruzheniya-v-2-ch-chast-2-490834">https://urait.ru/book/ochistnye-sooruzheniya-v-2-ch-chast-2-490834</a>                                                             | -                                   |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) |                                                                          |                                                                      |                          |              |      |                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
| 1                                                                                                                   | Захарова А.А.,<br>Салтыкова В.С.                                         | Масообменные процессы                                                | Методические<br>указания | М.:РИО МГУДТ | 2015 |                                                                                                                                                                                                                 | 4экз.<br>библ.<br>15экз.<br>кафедра |
| 2                                                                                                                   | Салтыкова В.С.,<br>Захарова А.А.,<br>Папин А.В.                          | Механика жидкости и газов                                            | Методические<br>указания | М.:РИО МГУДТ | 2015 |                                                                                                                                                                                                                 | 5экз.<br>библ.<br>19экз.<br>кафедра |
| 3                                                                                                                   | Салтыкова В.С.,<br>Бахшиева Л.Т.,<br>Захарова А.А.,<br>Александров. В.И. | Гидрогазодинамика                                                    | Методические<br>указания | М.:РИО МГУДТ | 2013 |                                                                                                                                                                                                                 | 5экз.<br>библ.<br>23экз.<br>кафедра |
| 4                                                                                                                   | Захарова А.А.,<br>Бахшиева Л.Т.,<br>Салтыкова В.С.                       | Расчет абсорбционной<br>установки.                                   | Методическое<br>пособие  | М.:РИО МГУДТ | 2013 |                                                                                                                                                                                                                 | 5экз.библ.<br>21экз.<br>кафедра     |
| 5                                                                                                                   | Салтыкова В.С.,<br>Бахшиева Л.Т.,                                        | ПАХТ, ОПАХТ , ПАЗОС<br>«Тепловые процессы»                           | Методические<br>указания | ИИЦ МГУДТ    | 2006 |                                                                                                                                                                                                                 | 5экз.библ.<br>27экз.                |

|  |               |  |  |  |  |  |         |
|--|---------------|--|--|--|--|--|---------|
|  | Захарова А.А. |  |  |  |  |  | кафедра |
|--|---------------|--|--|--|--|--|---------|

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

| № пп                                                                   | Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                                                     | ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.                                                                     | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<br><a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.                                                                     | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com»<br><a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.                                                                     | ООО «ИВИС» <a href="http://dlib.eastview.com/">http://dlib.eastview.com/</a> Договор № 239-П от 21.11.2017 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5.                                                                     | Web of Science <a href="http://webofknowledge.com/">http://webofknowledge.com/</a><br>Сублицензионный Договор № WoS/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6.                                                                     | Scopus <a href="http://www.Scopus.com/">http://www.Scopus.com/</a><br>Сублицензионный Договор № Scopus /917 на безвозмездное оказание услуг от 09.01.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7.                                                                     | Elsevier «Freedom collection» Science Direct<br><a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8.                                                                     | Annual Reviews Science Collection <a href="https://www.annualreviews.org/">https://www.annualreviews.org/</a> Доступ<br>получен в результате конкурса проведенного Министерством образования и науки России<br>Сублицензионный Договор № AR/41 от 09.01.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9.                                                                     | Патентная база компании QUESTEL – ORBIT <a href="https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage">https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage</a><br>Доступ получен в результате конкурса проведенного Министерством образования и науки<br>России<br>Сублицензионный Договор № Questel/41 от 09.01.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10.                                                                    | «SpringerNature»<br><a href="http://www.springernature.com/gp/librarians">http://www.springernature.com/gp/librarians</a><br>Платформа Springer Link: <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a><br>Платформа Nature: <a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a><br>Базаданных Springer Materials: <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a><br>Базаданных Springer Protocols: <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a><br>База данных zbMath: <a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a><br>База данных Nano: <a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a><br>Сублицензионный договор №Springer/41 от 25 декабря 2017 г. |
| 11.                                                                    | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a><br>Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12.                                                                    | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) <a href="http://нэб.пф/">http://нэб.пф/</a><br>Договор № 101/НЭБ/0486 – п от 21.09.2018 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13.                                                                    | НЭИКОН <a href="http://www.neicon.ru/">http://www.neicon.ru/</a> Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14.                                                                    | «Polpred.com Обзор СМИ» <a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a> Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Профессиональные базы данных, информационные справочные системы</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.                                                                     | <a href="http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/">http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/</a> - базы данных<br>на Едином Интернет-портале Росстата                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.                                                                     | <a href="http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/">http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/</a> - библиографические базы данных ИНИОН<br>РАН по социальным и гуманитарным наукам                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.                                                                     | <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> - реферативная база данных Scopus – международная универсальная<br>реферативная база данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.                                                                     | <a href="http://arxiv.org">http://arxiv.org</a> — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по<br>физике, математике, информатике                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5.                                                                     | <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая<br>поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 11.2. Перечень программного обеспечения

| №п/п | Программное обеспечение                                                                                                                                   | Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое               |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.   | Windows 10 Pro, MS Office 2019                                                                                                                            | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019                                         |
| 2.   | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone                                                                                                             | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019                                         |
| 3.   | V-Ray для 3Ds Max                                                                                                                                         | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019                                         |
| 4.   | Microsoft Windows 10 HOME Russian OLPNL Academic Edition Legalization Get Genuine, 60 лицензий                                                            | договор с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №510/2015 от 15.12.2015                        |
| 5.   | Microsoft Visual Studio Team Foundation Server CAL Russian SA OLP NL Academic Edition, 6 лицензий, артикул 126-01547                                      | договор с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №510/2015 от 15.12.2015                        |
| 6.   | Microsoft Visual Studio Professional w/MSDN ALNG LisSAPk OLP NL Academic Edition Q1fd, 1 лицензия, артикул 77D-00085,                                     | контракт бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №509/2015 от 15.12.2015 |
| 7.   | Microsoft Windows Server Standard 2012R2 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc, 4 лицензии, артикул 373-06270,                                            | контракт бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №509/2015 от 15.12.2015 |
| 8.   | Microsoft SQL Server Standard Core 2014 Russian OLP 2 NL Academic Edition Q1fd, 4 лицензии, артикул 7NQ-00545                                             | контракт бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №509/2015 от 15.12.2015 |
| 9.   | Microsoft Windows Server CAL 2012 Russian OLP NL Academic Edition Device CAL, 50 лицензий, артикул R18-04335                                              | договор бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №511/2015 от 15.12.2015  |
| 10.  | Microsoft Windows Remote Desktop Services CAL 2012 Russian OLP NL Academic Edition Device CAL, 50 лицензий, артикул 6VC-02115,                            | договор бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №511/2015 от 15.12.2015  |
| 11.  | Microsoft Office Standard 2016 Russian OLP NL Academic Edition, 60 лицензий, артикул 021-10548,                                                           | договор бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №511/2015 от 15.12.2015  |
| 12.  | ABBYY Fine Reader 12 Corporate 5 лицензий Per Seat Academic, 2 комплекта, артикул AF12-2P1P05-102/AD,                                                     | договор бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №511/2015 от 15.12.2015  |
| 13.  | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition 250-499 Node 1 year Educational Renewal License, 353 лицензии, артикул KL4863RATFQ, | договор бюджетного учреждения с ЗАО «СофтЛайнТрейд» №511/2016от30.12.2016    |
| 14.  | Kaspersky Security для почтовых серверов – Russian Edition 250-499 MailAddress1 year Educational Renewal License, 250 лицензий, артикул KL4313RATFQ,.     | договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2016от30.12.2016  |
| 15.  | Dr. Web Server Security Suite Антивирус (за 1 лицензию в диапазоне на год) продление, 1                                                                   | договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2016 от           |

|     |                                                                                                                               |                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|     | лицензия, артикул LBS-AC-12M-2-B1,                                                                                            | 30.12.2016                                                                    |
| 16. | Dr. Web Desktop Security Suite Антивирус (за 1 лицензию в диапазоне на год) продление, 1 лицензия, артикул LBW-AC-12M-200-B1, | договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2016 от 30.12.2016 |
| 17. | AUTIDESK Auto CAD Design Suite Ultimate 2014, разрешение на одновременное подключение до 1250 устройств.                      | лицензия 559-87919553.                                                        |
| 18. | MatLab Simulink MathWorks, unlimited №DVD10B.                                                                                 | свободно распространяемое                                                     |
| 19. | LibreOffice GNU Lesser General Public License                                                                                 | свободно распространяемое                                                     |
| 20. | Scilab Ce CILL (свободная, совместимая с GNUGPLv2)                                                                            | свободно распространяемое                                                     |
| 21. | Linux Ubuntu GNU GPL                                                                                                          | свободно распространяемое                                                     |
| 22. | FDS-SMV free and open-source software                                                                                         | свободно распространяемое                                                     |
| 23. | AnyLogicPersonal Learning Edition                                                                                             | свободно распространяемое                                                     |
| 24. | Helyx-OS GNU General Public License                                                                                           | свободно распространяемое                                                     |
| 25. | Open Foam v.4.0 GNU General Public License                                                                                    | свободно распространяемое                                                     |
| 26. | DraftSight 2018 SP3                                                                                                           | свободно распространяемое                                                     |

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

| <b>№ пп</b> | <b>год<br/>обновления<br/>РПД</b> | <b>характер изменений/обновлений<br/>с указанием раздела</b> | <b>номер протокола<br/>и дата заседания<br/>кафедры</b> |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|             |                                   |                                                              |                                                         |
|             |                                   |                                                              |                                                         |
|             |                                   |                                                              |                                                         |
|             |                                   |                                                              |                                                         |
|             |                                   |                                                              |                                                         |