

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.08**

Промышленная экология

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++b180302-1234\_26-14.plx

Кафедра:

31

Охраны окружающей среды и рационального использования  
природных ресурсов

Направление подготовки:  
(специальность)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки:  
(специализация)

Охрана окружающей среды и рациональное использование  
природных ресурсов

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   |                 | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия | Лаб.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 7                         | УП  | 34                            | 17                | 51              | 78             | 36                | 6                        | Экзамен, Курсовая<br>работа          |
|                           | РПД | 34                            | 17                | 51              | 78             | 36                | 6                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 34                            | 17                | 51              | 78             | 36                | 6                        |                                      |
|                           | РПД | 34                            | 17                | 51              | 78             | 36                | 6                        |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Доктор химических наук, профессор

Кандидат химических наук, доцент

старший преподаватель

Шанова О.А.

Дягилева А.Б.

Морева Ю.Л.

Александрова Т.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и  
рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области промышленной экологии, сформировать представление о характере взаимодействия в системе предприятие (химического, биотехнологического и нефтехимического профиля) - сформировать представление о характере взаимодействия в системе предприятие (химического, биотехнологического и нефтехимического профиля) - окружающая среда и методах его регулирования на основе технологий сокращения отходов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и их контроля.

Привить навыки к комплексной оценки экологической ситуации на промышленной площадке с учетом требований безопасной эксплуатации оборудования; к участию в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также в организации деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях при разработке мероприятий по охране, восстановлению качества окружающей среды на рабочей площадке и санитарно-защитной зоне.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Ознакомить с основными принципами организации процессов химической технологии, и биотехнологии, условиями образования в этих производствах ЗВ, методами очистки выбросов и сбросов от них, методами рекуперации и утилизации ЗВ, твердых отходов и компонентов отходов, методами контроля водогазоочистных установок, установок переработки отходов, методами оценки эффективности этих производств и их воздействия на окружающую среду;

- Изучить принципы обоснования технологических решений при разработке мероприятий по сокращению сбросов и выбросов загрязняющих компонентов в биосферу на основе принципов ресурсо- и энергосбережения, познакомить с основами разработки паспортизации объектов и балансовыми расчетами материальных потоков на промышленной площадке.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1: Способен к реализации мероприятий по ресурсо- и энергосбережению процессов охраны окружающей среды, обеспечению работы природоохранных сооружений</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Знать:</b> общие закономерности производственных технологических систем, их структуру и системный анализ; основные технологические средства и технологии, направленные на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; отечественные и зарубежные стандарты и ИТС в области наилучших достигнутых технологий (НДТ) и ресурсосбережения; основные экологические проблемы на предприятиях профилей.                                                                                                         |
| <b>Уметь:</b> составлять материальные балансы образования ЗВ, рассчитывать их выход; применять известные технические решения, способствующие уменьшению образования отходов, выбросов и сбросов в конкретном производстве; применять основные экологические законы при решении природоохранных задач на промышленных предприятиях; разрабатывать мероприятия по рациональному использованию природного и техногенного сырья; предлагать необходимое оборудование для реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий. |
| <b>Владеть:</b> современными подходами при технологическом нормировании выбросов, сбросов, отходов с учетом экологических аспектов; методами постановки и решения задач по определению технологических и экономических показателей работы установок и сооружений; способами оценки уровня ресурсосбережения и выбора наилучших технологий использования ресурсов.                                                                                                                                                        |
| <b>ПК-8: Способен к организации и управлению инфраструктурой экологически безопасных систем очистки выбросов, сточных вод и обращения с отходами</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Знать:</b> основы системного анализа, технологические процессы и режимы производства как источники воздействия на окружающую среду                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Уметь:</b> оценивать технологические и экологические последствия хозяйственной деятельности для организации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Владеть:</b> навыками планирования мероприятий по снижению нагрузки на водные объекты и системы канализации; по охране атмосферного воздуха, в области обращения с отходами в приоритетной последовательности; навыками оценки, контроля и прогнозирования хозяйственной деятельности организации как источника негативного воздействия                                                                                                                                                                               |

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная работа |               |                | СР<br>(часы) | Форма<br>текущего<br>контроля |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) | Лаб.<br>(часы) |              |                               |
| Раздел 1. Системный анализ как основа управления технологическими процессами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |                   |               |                |              |                               |
| <p>Тема 1. Классификация технологических процессов. Критерии оценки уровня совершенствования технологического процесса</p> <p>Введение. Взаимосвязь экологии и промышленной экологии. Основные проблемы и направления развития промышленной экологии. Общие принципы анализа химико-технологических и биотехнологических процессов Промышленное производство и охрана окружающей среды. Понятие и сущность системного анализа. Иерархия энергетических, технологических и природоохранных систем. Взаимосвязь отдельных ступеней иерархической структуры с уровнем использования энергии и сырьевых материалов. Энерго- и ресурсосберегающая подсистемы в рамках технологической системы: структура подсистемы, анализ.</p> <p>Классификация технологических процессов. Основные типы теоретических и промышленных (технологических) реакторов Принцип их моделирования.</p> <p>Применение физико-химических закономерностей для расчета выхода ЗВ в различные фазы с учетом условий его образования. Уравнения материального баланса и применение их с целью сокращения выхода. Основные направления совершенствования технологических процессов в отношении сокращения потерь сырьевых материалов и энергии, выхода загрязняющих веществ и отходов; оптимизация, селективность, рециркуляция - как способы сокращения (увеличения) выхода ЗВ в химико-биологических технологиях ЗВ при реализации конкретных технологий.</p> <p>Оптимизация технологических процессов и больших систем.</p> | 7                            | 3                 | 4             |                | 10           | О                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |   |  |  |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|--|--|----|---|
| <p>Тема 2. Промышленные производства. Технология образования газообразных загрязняющих веществ и твердых отходов</p> <p>Оценка различных процессов и оборудования химических и биологических технологий как источников загрязнения окружающей среды и потерь энергоресурсов. Основные ЗВ (загрязняющие вещества), характерные для предприятий химического и биотехнологического профилей. Условия и химизм образования выбросов в атмосферу, сточных вод и твердых отходов; их характеристика.</p> <p>Сжигание топлива. Классификация топлива. Типовые схемы сжигания. Механизмы и технологии образования ЗВ. Характеристика выбросов в атмосферу и твердых отходов. Факторы, влияющие на выход ЗВ.</p> <p>Основные направления совершенствования технологии сжигания топлив, обеспечивающие сокращение выхода ЗВ и отходов.</p> <p>Машиностроение. Характеристика основных процессов и используемых сырьевых материалов (литейное производство, сварка, тепловая резка металлов, гальванические операции, лакокрасочные операции и др.). Технология образования ЗВ, их характеристика, технологические способы сокращения ЗВ.</p> <p>Производство целлюлозы. Характеристика основных процессов и используемых сырьевых материалов (варка древесины, выпарка щелоков, обжиг извести, сжигание щелоков, побочные продукты и др.). Характеристика ЗВ, технологические способы их сокращения.</p> <p>Деревообрабатывающее производство. Характеристика основных процессов и сырьевых материалов. Характеристика выбросов в атмосферу и отходов. Технологические способы их сокращения.</p> <p>Производство строительных материалов. Общие сведения о технологии производства цемента, асфальта и других материалов. Мероприятия по их сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</p> <p>Биотехнологические предприятия по производству: спирта, пива, дрожжей, витаминов, антибиотиков, БАВ. Основные ЗВ, характерные для предприятий химического и биотехнологического профилей. Условия и химизм образования выбросов в атмосферу, сточных вод и твердых отходов; их характеристика</p> |  | 3 |  |  | 10 |   |
| <p>Раздел 2. Использование воды в технологических процессах, образование сточных вод и требования к обеспечению экологической безопасности водных экосистем</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |   |  |  |    | О |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |   |  |  |    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|--|--|----|--|
| <p>Тема 3. Системы водообеспечения промышленных предприятий. Требования безопасности при эксплуатации водоочистных сооружений</p> <p>Источники воды для промышленных предприятий. Нормы водопотребления и водоотведения. Категории назначения воды и требования к этим водам. Вода, как сырье для технологических процессов. Системы водообеспечения и водоотведения предприятий. Критерии эффективности использования водных ресурсов. Осложнения, возникающие при использовании воды в обороте и борьба с ними. Виды сточных вод, образующихся на промышленных предприятиях. Системы и схемы канализования. Виды очистных сооружений сточных вод: локальные, централизованные, городские. Требования к безопасной эксплуатации очистных сооружений, Требования к сточным водам при сбросе в водные объекты и городскую канализацию</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 4 |  |  | 15 |  |
| <p>Тема 4. НДТ и системы рационального водопользования промышленных предприятий.</p> <p>Целлюлозные предприятия, производства древесной массы, производства бумаги и картона. Характеристика древесины, как источника сбросов и вторичного сырья. Потребление воды в технологических процессах, источники образования сточных вод. Основные направления разработки перспективных технологий, принципы «Зеленой химии», технологические нормативы, мероприятия по сокращения потребления воды, количества и загрязненности сточных вод. Примеры предприятий, работающих с максимально замкнутыми системами водоснабжения.</p> <p>Деревообрабатывающие предприятия. Характеристика основных процессов, реализуемых с использованием воды в лесопильных производствах, производствах фанеры, слоистых пластиков, древесно-волоконных плит. Нормативы водопотребления и водоотведения, пути их снижения особенности формирования технологических регламентов. Загрязненность сточных вод.</p> <p>Теплоэнергетические производства. Подготовка и использование воды на ТЭС и в котельных. Потoki сточных вод, образующиеся в производстве при сжигании мазута, угля. Пути снижения загрязненности сточных вод, их повторное использование. Малые объекты энергетики.</p> <p>Машиностроительные предприятия. Характеристика основных технологических процессов, использующих воду. Требования к воде, создание замкнутых систем производственного водоснабжения. Основные потоки сточных вод, их характеристики.</p> |  | 4 |  |  | 10 |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |   |   |    |    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|---|----|----|-----|
| Тема 5. Паспортизация промышленных объектов, системы учета и воздействия на окружающую среду<br>Экологический паспорт территории, экологический, энергетический и санитарный паспорт промышленных объектов. Категорирование промышленных объектов по степени воздействия на окружающую среду. Декларация воздействия и особенности ее формирования.<br>Общественный контроль в области промышленной безопасности на добровольной основе (283-ФЗ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | 2 |   |    | 10 |     |
| Раздел 3. Методы очистки и рекуперации выбросов и сбросов, технологии по утилизации промышленных отходов и обработке осадков                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |   |   |    |    |     |
| Тема 6. Методы очистки и рекуперации выбросов в атмосферу<br>Классификация методов очистки и обезвреживания выбросов в атмосферу. Область их применения, схемы и принципы работы современных пылегазоочистных аппаратов.<br>Основы технологии очистки и обезвреживания выбросов от паров и газов. Основы технологии очистки выбросов от жидких и твердых аэрозолей. Области их применения на биотехнологических и химико-технологических предприятиях. Техно-экономические показатели. Особенности схем очистки и обезвреживания выбросов, предусматривающих рекуперацию или утилизацию ЗВ или продуктов на их основе. Наилучшие доступные энерго- и ресурсосберегающие технологии очистки и обезвреживания выбросов: от реакторов делигнификации растительного сырья; в системах регенерации химикатов; ректификационных установок; ферментаторов; инокуляторов; дрожжерастительных аппаратов; сушилок; фильтровального оборудования и др.<br>Лабораторные занятия:<br>1. Контроль за соблюдением нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу.<br>2. Испытание пылеулавливающей установки.<br>3. Испытание абсорбционной установки с насадочным абсорбером<br>4. Испытание абсорбционной установки с барботажным абсорбером |  | 6 | 6 | 26 | 10 | Л,О |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |    |    |       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----|-------|--|
| <p>Тема 7. Очистка сточных вод. Обработка осадков сточных вод</p> <p>Классификация методов очистки природных и сточных вод и области их применения. Схемы очистки природных вод. Схемы очистки на локальных и общезаводских очистных сооружениях в зависимости от требований, предъявляемых при возврате воды на повторное использование, сбросе в водный объект или городскую канализацию. Разбор применения различных схем очистки, очистных сооружений и оборудования для сточных вод производств, рассмотренных в теме 4.</p> <p>Классификация осадков сточных вод, их характеристики. Основные стадии обработки осадков, в зависимости от их состава и требований, предъявляемых при утилизации, захоронении. Сжигание осадков. Разбор схем обработки осадков сточных вод разных производств.</p> <p>Лабораторные занятия:</p> <p>5 Определение оптимальных условий коагулирования при очистке производственных сточных вод.</p> <p>6 Определение динамической обменной емкости (ДОО) катионита в Na<sup>+</sup> форме по поглощению Cu<sup>2+</sup>-ионов</p> <p>7. Определение динамических характеристик активированного угля</p> <p>8. Определение содержания активного хлора, определение хлороемкости воды.</p> |       |    |    |       |  |
| <p>Тема 8. Технология утилизации промышленных отходов</p> <p>Классификация промышленных отходов. Критерии выбора рационального способа утилизации отходов. Требования к отходам, как к сырьевым материалам.</p> <p>Утилизация крупнотоннажных твердых отходов энергетики, машиностроения. Химических и нефтехимических производств, жидких и газообразных отходов.</p> <p>Наилучшие доступные энерго- и ресурсосберегающие технологии обращения с отходами: предприятий по химической переработке растительного сырья; кубовыми остатками ректификационных установок; отработанными фильтрующими материалами, адсорбентами и ионитами, уловленными взвешенными веществами и шламами пылегазоочистных и водоочистных установок; отработанными маточными растворами; отработанными мицеллями, отходами шрота.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |    |    |       |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 34    | 17 | 51 | 78    |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2,5   |    |    | 33,5  |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 104,5 |    |    | 111,5 |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Закрепить знания студентов по формированию производственных процессов с учетом НДТ, требований экологических ограничений и промышленной безопасности на стадии проектирования и последующей эксплуатации объектов хозяйственной деятельности различного уровня воздействия на окружающую среду.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Оценка эмиссии загрязняющих веществ на территории предприятия

### 4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально по одному из предложенных преподавателем вариантов или выбранному студентом самостоятельно с проведением публичной защиты в группе.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 20-30 стр., (шрифт 14, интервал 1,5), содержащей следующие обязательные элементы:

- Цель и задачи курсовой работы
- Характеристика объекта проектирования
- Характеристика применяемых методик расчета (оценки)
- Обзор исследований (разработок) по теме работы
- Обоснование принятых решений
- Расчеты
- Выводы
- Графические материалы.

Материал готовится с использованием справочников НДТ как вертикальных по отраслям, так и горизонтальных, с использованием технической литературы, электронных источников и справочных систем. При разработке приложения по водообеспечению необходимо воспользоваться типовыми таблицами для составления балансовых расчетов.

## 5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

## 6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

### 6.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1            | Демонстрирует знание основных технологий, аппаратов и сооружений, направленных на снижение антропогенного воздействия на окружающую среду; отечественных и зарубежных стандартов и ИТС в области наилучших достигнутых технологий (НДТ) и ресурсосбережения.<br>Способен выбирать и обосновывать мероприятия по сокращению сбросов и выбросов загрязняющих компонентов в окружающую среду на основе принципов ресурсо- и энергосбережения.                                                                                                                                                        |
| ПК-8            | Демонстрирует знание основ разработки паспортизации объектов и балансовых расчетов основных материальных потоков на промышленном предприятии.<br>Способен оценить и проанализировать технологические процессы и режимы работы предприятия как источники воздействия на окружающую среду, а также оценить технологические и экологические последствия хозяйственной деятельности.<br>Демонстрирует навыки планирования мероприятий по снижению нагрузки на водные объекты и системы канализации; по охране атмосферного воздуха, в области обращения с отходами в приоритетной последовательности. |

### 6.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                           | Письменная работа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 (отлично)      | Обобщающийся дает полный, исчерпывающий ответ, показывающий всестороннее и глубокое знание основных закономерностей в области изучаемой тематики.<br>Творческий подход и применение эрудиции в изложении учебного материала.                                   | Курсовая работа.<br>Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки |
| 4 (хорошо)       | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний закономерностей в области изучаемой тематики, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы экзаменационного билета и | Курсовая работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления работы к защите                                                                                                          |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | дополнительные вопросы преподавателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3 (удовлетворительно)      | Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, без углубления в изучаемый материал; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене                                                                                                                                                                                    | Задание выполнено полностью, но в курсовой работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.                                                                       |
| 2<br>(неудовлетворительно) | Обучающийся не понимает поставленных вопросов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания курсовой работы, либо многочисленные грубые ошибки в работе, грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы.<br>Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы |

### 6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

#### 6.3.1 Типовые контрольные вопросы

| № п/п     | Формулировки вопросов                                                                                                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр 7 |                                                                                                                                                            |
| 1         | Материальный баланс образования загрязняющих веществ.                                                                                                      |
| 2         | Энергетический баланс образования загрязняющих веществ.                                                                                                    |
| 3         | Системный подход в промэкологии. Оценка уровня ресурсосбережения. Показатель ПЭТ.                                                                          |
| 4         | Образование оксидов серы при сжигании топлив.                                                                                                              |
| 5         | Образование оксидов углерода, углеводородов и взвешенных веществ при сжигании топлив.                                                                      |
| 6         | Характеристика выбросов плазменно-резательных машин.                                                                                                       |
| 7         | Характеристика выбросов гальванического производства.                                                                                                      |
| 8         | Образование выбросов от ферментатора.                                                                                                                      |
| 9         | Образование оксидов азота при сжигании топлив.                                                                                                             |
| 10        | Образование и характеристика выбросов от лакокрасочного оборудования.                                                                                      |
| 11        | Сокращение выбросов оксидов азота при сжигании топлив (метод рециркуляции дымовых газов).                                                                  |
| 12        | Иерархия ПТС. Принципы водообеспечения и канализования промышленных объектов.                                                                              |
| 13        | Назначение воды в производственных процессах. Сточные воды промышленных предприятий и виды очистных сооружений для этих потоков.                           |
| 14        | Сырье для технологических процессов и требования к нему с экологической точки зрения.                                                                      |
| 15        | Характеристика продукта и форма учета воды в нем при составлении баланса водопотребления.                                                                  |
| 16        | Принципы «Зеленой химии» при переработке сырья.                                                                                                            |
| 17        | Принцип составления балансовых схем водопотребления и водоотведения (на примере одного из производств).                                                    |
| 18        | Требования к воде для последовательного и оборотного водообеспечения технологического процесса.                                                            |
| 19        | Источники образования и загрязненность сточных вод при переработке волокнистого первичного и вторичного сырья.                                             |
| 20        | Проблемы оборотного водоснабжения предприятий.                                                                                                             |
| 21        | Образование сточных вод в теплоэнергетических производствах, их загрязненность и способы очистки.                                                          |
| 22        | Источники образования и загрязненность сточных вод производств древесных клеевых материалов и мебельных производств, возможные схемы очистки этих потоков. |
| 23        | Источники образования и загрязненность сточных вод в производстве целлюлозы (сульфатный и сульфитный способы).                                             |
| 24        | Локальная очистка сточных вод производства полуфабрикатов (ДПЦ, ХТММ, БДМ).                                                                                |
| 25        | Локальная очистка сточных вод картонно-бумажных производств.                                                                                               |
| 26        | Централизованная очистка сточных вод сульфитной целлюлозы.                                                                                                 |
| 27        | Централизованная очистка сточных вод производства сульфатной целлюлозы.                                                                                    |
| 28        | Схема доочистки щелочесодержащих сточных вод.                                                                                                              |

|    |                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 29 | Источники образования сточных вод, загрязненных взвешенными веществами и нефтепродуктами на машиностроительных предприятиях. |
| 30 | Виды паспортизации промышленных предприятий и их назначение.                                                                 |
| 31 | Экологический паспорт и его функции в управлении природно-техническими системами.                                            |
| 32 | Гальванические производства машиностроительных предприятий. Образование сточных вод в этих производствах.                    |
| 33 | Схема адсорбционной установки очистки выбросов с обезвреживанием уловленных веществ.                                         |
| 34 | Схема установки каталитического дожигания выбросов с низкими концентрациями загрязняющих веществ.                            |
| 35 | Сокращение выбросов оксидов азота при сжигании топлив (двухстадийное сжигание).                                              |
| 36 | Сокращение выбросов оксидов серы при сжигании топлив.                                                                        |
| 37 | Типовая схема абсорбционной очистки выбросов.                                                                                |
| 38 | Схема абсорбционной установки очистки выбросов с применением технологических растворов в качестве абсорбента.                |
| 39 | Схема адсорбционной установки очистки выбросов с рекуперацией уловленных веществ.                                            |
| 40 | Очистка сточных вод гальванических производств. Основные способы, их очистки: преимущества и недостатки.                     |
| 41 | НДТ для повышения энергоэффективности промышленных объектов.                                                                 |
| 42 | Характеристика золошлаковых материалов (образование, состав, свойства).                                                      |
| 43 | НДТ по обработке осадков сточных вод.                                                                                        |
| 44 | Обработка осадков сточных вод ЦБП. Перспективные технологии.                                                                 |
| 45 | Основные принципы разделения отходов.                                                                                        |
| 46 | Классификация отходов. Основные направления создания ресурсосберегающих технологий.                                          |
| 47 | Утилизация ОTR.                                                                                                              |
| 48 | Утилизация газообразных отходов.                                                                                             |
| 49 | Основные направления утилизации золошлаковых материалов и показатели их качества.                                            |
| 50 | Утилизация растительного сырья.                                                                                              |

### 6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

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

1. Оценить долю использования воды в обороте на предприятии и Кис, если по показаниям счетчики на входе расход  $Q_{вх}$  3,8 м<sup>3</sup> /сут, на выходе 2,5 м<sup>3</sup>/сут, с сырьем не боле 0,5 м<sup>3</sup>/сут, подключенная мощность оборотной системы составляет 15м<sup>3</sup>/сут.

2. Рассчитайте вклад маркерного вещества в виде ванилина  $C_8H_8O_3$  в суммарную составляющую ХПК промышленного стока, если его концентрация составляет 10 мг /л, а величина ХПК 680 мгО<sub>2</sub>/л.

3. Определить объем технологической продувки, если солесодержание и сухой остаток после процесса составляет соответственно 2000 и 3500 мг/л, допустимые концентрации компонентов до 800 и 1000 на входе. Общий объем оборотной систем составляет 15 м<sup>3</sup>

4. Приведите основные критерии оценки свойств адсорбентов при их выборе на рынке продуктов. Поясните область применения конкретного адсорбента

5. Перечислите наиболее существенные факторы образования метилмеркаптана при синтезе сульфатной целлюлозы.

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

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

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

### 6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

### 6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В билете три вопроса: два вопроса теоретических и один – типовая расчетное задание.

На подготовку дается не более 45 минут.

После этого студент отвечает преподавателю на вопросы билета.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр курсу.

Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература

| Автор                                                                                                                                                                                         | Заглавие                                                                                                      | Издательство                                                              | Год издания | Ссылка                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7.1.1 Основная учебная литература</b>                                                                                                                                                      |                                                                                                               |                                                                           |             |                                                                                                                                     |
| Самарин В. П.                                                                                                                                                                                 | Промышленная экология                                                                                         | Санкт-Петербург: СПбГУПТД                                                 | 2025        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2025192">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2025192</a>     |
| Патракова, Г. Р.,<br>Рузанова, М. А.,<br>Кутузов, А. Г.                                                                                                                                       | Промышленная экология                                                                                         | Казань: Издательство КНИТУ                                                | 2020        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/121032.html">https://www.iprbooks.hop.ru/121032.html</a>                                       |
| <b>7.1.2 Дополнительная учебная литература</b>                                                                                                                                                |                                                                                                               |                                                                           |             |                                                                                                                                     |
| Никифоров Л.Л.                                                                                                                                                                                | Промышленная экология : учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — (Среднее профессиональное образование) | Москва: Инфра-М                                                           | 2021        | <a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373392">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373392</a> |
| Морева Ю.Л.,<br>Лоренцсон А.В.                                                                                                                                                                | Промышленная экология. Часть 1. Выполнение лабораторных работ                                                 | Санкт-Петербург: СПбГУПТД                                                 | 2021        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20215035">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20215035</a>   |
| Т.И. Буренина [и др.]                                                                                                                                                                         | Промышленная экология [Текст] : методические указания к лабораторным работам                                  | М-во науки и высшего образования РФ; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД | 2018        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_10_18_01.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2018_10_18_01.pdf</a>   |
| Гридэл, Т. Е.,<br>Алленби, Б. Р.,<br>Гирусов, Э. В.                                                                                                                                           | Промышленная экология                                                                                         | Москва: ЮНИТИ-ДАНА                                                        | 2015        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/52062.html">http://www.iprbookshop.ru/52062.html</a>                                             |
| Гридэл, Т. Е.,<br>Алленби, Б. Р.,<br>Гирусов, Э. В.,<br>Гирусов, Э. В.                                                                                                                        | Промышленная экология                                                                                         | Москва: ЮНИТИ-ДАНА                                                        | 2017        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/74942.html">http://www.iprbookshop.ru/74942.html</a>                                             |
| Зеньков, И. В.,<br>Коростовенко, В. В.,<br>Миронкин, В. А.,<br>Кондрашов, П. М.,<br>Федоров, А. Б.,<br>Конов, В. Н.,<br>Афанасов, В. И.,<br>Спирин, Т. С.,<br>Лунев, А. С.,<br>Павлова, П. Л. | Топливо-энергетический комплекс России из космоса. Угольные разрезы, тепловые станции, промышленная экология  | Красноярск: Сибирский федеральный университет                             | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/100136.html">http://www.iprbookshop.ru/100136.html</a>                                           |

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

1. НИЦ СПБГТУРП: [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru/>;
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>;
3. Официальный Интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pravo.gov.ru/>;
4. База данных ВИНТИ РАН [Электронный ресурс]. URL: <http://bd.viniti.ru/>;
5. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nlr.ru/>;
6. Информационно – правовой портал ГАРАНТ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/>;
7. Компьютерная справочно-правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/>;
8. Департамент Росприроднадзора по Северо-Западному федеральному округу [Электронный ресурс]. URL: <http://78.rpn.gov.ru/>;
9. Управление Ростехнадзора по Северо-Западному федеральному округу [Электронный ресурс]. URL: <http://szap.gosnadzor.ru/>;
10. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rupto.ru/>;
11. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gost.ru/wps/portal/>;
12. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://elibrary.ru>.

## 7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

| Аудитория            | Оснащение                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А-100                | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.                                                                          |
| Б-007                | Лабораторный стенд - испытание барботажного абсорбера, лабораторный стенд - испытание насадочного абсорбера, лабораторный стенд - испытание пылеулавливающей установки, лабораторный стенд - контроль нормативов ПДВ |
| Б-009                | Спектрофотометр, рН-метр, ротационный аппарат, сушильный шкаф, электроплитка, вытяжной шкаф, муфельная печь, дистиллятор                                                                                             |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                                                                                                        |
| Учебная аудитория    | Специализированная мебель, доска                                                                                                                                                                                     |