

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Промышленная экология  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Техносферная безопасность (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний и умений в области обеспечения экологической безопасности промышленных производств, технологических, экономических, биологических, социальных и других связей между человеком, объектами хозяйственной деятельности и окружающей средой, позволяющих выявлять источники загрязнения окружающей среды на производстве, определять специфику их воздействия и предлагать меры по снижению этого воздействия.

Задачи дисциплины:

- усвоение закономерностей производственных процессов, технологических систем и взаимосвязей между производственными процессами и воздействием предприятия на окружающую среду;
- формирование умений выбора технологических схем обеспечения экологической безопасности промышленных производств различных отраслей;
- формирование навыков работы с технической и технологической документацией, с методическими и справочными материалами, навыков анализа потоков веществ и энергии в производственном процессе и идентификации выбросов, сбросов и отходов на различных этапах производственного процесса.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Технологические системы, природно-технические геосистемы, системы инженерно-экологического обеспечения производства, природоохранные технологии

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                           | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ПК-1.2      | ИД-1пк-1.2        | Знает классификацию отраслей добывающей и перерабатывающей промышленности, основные виды производств, потребляемые виды сырья и топлива, принципы анализа технологической схемы производства и построения схемы материального баланса производства, основные виды воздействия на атмосферный воздух и водные объекты, специфику образующихся отходов, методы и технологии защиты окружающей среды на производстве | Знает виды и характеристики воздействия различных производств и видов деятельности, а также способы организации, методы и средства обеспечения экологической безопасности на них | Экзамен         |
| ПК-1.2      | ИД-2пк-1.2        | Умеет анализировать специфику воздействия промышленного предприятия на окружающую среду с учетом видов применяемого сырья и топлива, протекающих технологических процессов и применяемого оборудования и обосновывать применение того или иного оборудования для очистки пылегазовых выбросов, сточных вод и обращения с отходами, предлагать мероприятия по повышению экологической эффективности производства   | Умеет анализировать основные направления повышения экологической безопасности организации с учетом специфики производства                                                        | Экзамен         |
| ПК-1.2      | ИД-3пк-1.2        | Владеет навыками обоснования предлагаемых мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Владеет навыками разрабатывать проекты и программы мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в                                             | Курсовая работа |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                | Средства оценки |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|             |                   | безопасности промышленных предприятий с учетом специфики деятельности предприятий и его воздействия на окружающую среду                                                                                                                                                     | организациях и на промышленных предприятиях                                                                                                                                                                                                           |                 |
| ПК-3.1      | ИД-1пк-3.1        | Знает наилучшие доступные технологии основных отраслей промышленного производства и способы повышения экологической эффективности производства, основные технологические процессы, используемые на производстве, методы, способы и технологии снижения экологических рисков | Знает отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области охраны окружающей среды; технологические процессы и режимы производства продукции различных производств; методы и способы анализа экологических рисков                          | Экзамен         |
| ПК-3.1      | ИД-2пк-3.1        | Умеет анализировать технологическую схему производства и выявлять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность, оценить экологические риски и предлагать организационные и технические способы снижения воздействия на окружающую среду                         | Умеет выделять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность, в проектах организации; рассчитывать экологические риски; обосновывать снижение экологических рисков при введении в эксплуатацию в организации конкретного вида оборудования | Экзамен         |
| ПК-3.1      | ИД-3пк-3.1        | Владеет навыками организации работ по проведению анализа экологической безопасности производств и оценки экологических рисков с учетом специфики промышленного производства                                                                                                 | Владеет навыками организации работ по проведению анализа экологической безопасности производств и оценки экологических рисков                                                                                                                         | Курсовая работа |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|--|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |  |
|                                                                                            |             | 7                                  |  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54          | 54                                 |  |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 |             |                                    |  |
| - лекции (Л)                                                                               | 16          | 16                                 |  |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 |             |                                    |  |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 36          | 36                                 |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 90          | 90                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |  |
| Экзамен                                                                                    | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |  |
| Зачет                                                                                      |             |                                    |  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |  |
| Курсовая работа (КР)                                                                       | 18          | 18                                 |  |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 180         | 180                                |  |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| 7-й семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |    |    |                                              |
| Человек, общество, промышленность и окружающая среда                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                                         | 0  | 6  | 12                                           |
| Развитие общественных потребностей и антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Противоречие между растущими общественными потребностями и способностью окружающей среды удовлетворять эти потребности. Экологические проблемы общества и состояние окружающей среды. Тенденции изменения окружающей среды. Биосфера, техносфера. Природно-техническая геосистема. Социально-эколого-экономическая система, основные проблемы и пути развития. Взаимодействие основных факторов в системе «общество – окружающая природная среда». Экологические парадигмы мирового развития. Римский клуб и «Пределы роста». Гармоничное развитие природы и техники, научно-обоснованный компромисс. |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| Влияние промышленности на окружающую среду                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                                         | 0  | 6  | 12                                           |
| Ресурсы, потребляемые промышленным предприятием (сырье, энергия, вода, воздух, земля), целевые и побочные продукты, воздействия предприятия на окружающую среду (выбросы, сбросы, отходы, физические воздействия). Ресурсные циклы. Классификация промышленного производства, добывающие и перерабатывающие отрасли промышленности. Базовые отрасли (производства) (горнодобывающая промышленность, металлургический комплекс, машиностроение, топливно-энергетический комплекс, строительный комплекс, сельское хозяйство и др.) и окружающая среда. Классификация и объемы потребления природных ресурсов. Классификация и источники загрязнения окружающей среды.                                     |                                           |    |    |                                              |
| Методические основы промышленной экологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                                         | 0  | 4  | 12                                           |
| Технологическая схема производства, анализ материальных потоков, оценка предотвращенного экологического ущерба, оценка экологических аспектов жизненного цикла природно-технической геосистемы, оценка параметров воздействия технологии на окружающую среду, критериальная оценка и ранжирование технологий. Оценка эффективности природоохранных мероприятий. Сравнительная оценка технологий. Оценка жизненного цикла продукции. Экологические аспекты и потенциальное воздействие продукции или процесса в течение всего его жизненного цикла. Сбор, анализ и интерпретация информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду. |                                           |    |    |                                              |
| Механизмы внедрения принципов рационального природопользования на производстве                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                         | 0  | 4  | 12                                           |
| Информационные механизмы – исследования, прогнозирование, образование, просвещение, пропаганда, воспитание. Административные механизмы, правовые и контрольные. Финансово-экономические механизмы – кредиты, субсидии, льготы и др. Взыскания – налоги, штрафы и др. Ответственность – арест, отстранение и др. Оценка рисков. Экологический аудит, оценка воздействий на окружающую среду, экологическая экспертиза.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |    |    |                                              |
| Наилучшие доступные технологии основных отраслей промышленности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                         | 0  | 4  | 12                                           |
| Определение наилучшей доступной технологии. Практика применения наилучших доступных технологий в мире и в России. Предотвращение и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Области применения наилучших доступных технологий. Выбор и критерии наилучших доступных технологий. Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям, вертикальные и горизонтальные. Внедрение наилучшей доступной технологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |    |    |                                              |
| Энерго- и ресурсосбережение, рациональное природопользование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                                         | 0  | 4  | 10                                           |
| Эффективность использования энергии. Энергосбережение, основные направления энергосбережения на производстве. Рациональное использование материальных ресурсов, технологии комплексного использования сырья. Накопленный ущерб, ресурсный потенциал объектов захоронения отходов. Удельные показатели, энерго- и ресурсоемкость производства. Принципы малоотходных и безотходных производств. Экологизация разных отраслей промышленности.                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |    |    |                                              |
| Экономика замкнутого цикла в промышленном производстве                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                                         | 0  | 4  | 10                                           |
| Устойчивое развитие. Понятие экономики замкнутого цикла. Принципы экономики замкнутого цикла. От линейной экономики к экономике замкнутого цикла, предпосылки формирования модели экономики замкнутого цикла. Преимущества экономики замкнутого цикла. Инструменты внедрения и развития модели экономики замкнутого цикла. Национальные планы по переходу к экономике замкнутого цикла. Применение моделей экономики замкнутого цикла на промышленных предприятиях. Вторичные материальные и энергетические ресурсы. Замкнутые производственные циклы. Промышленные экосистемы. Территориально-производственные комплексы. Промышленный симбиоз и экотехнопарки. Экодизайн. |                                           |    |    |                                              |
| Перспективы развития промышленности и экологизация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                         | 0  | 4  | 10                                           |
| Технический прогресс, автоматизация и цифровизация и их роль в ресурсосбережении. Ответственные исследования и инновации. Передовые технологии и материалы. Роль общества в направлении развития производства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |    |    |                                              |
| ИТОГО по 7-му семестру                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 16                                        | 0  | 36 | 90                                           |
| ИТОГО по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16                                        | 0  | 36 | 90                                           |

## Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Основные отрасли промышленности. Промышленное производство Пермского края. Основные отрасли промышленного производства, играющие важную роль в экономике, использующие большие объемы сырья и природных ресурсов, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду. Специфика промышленного производства Пермского края. |
| 2      | Взаимодействия промышленного производства с окружающей средой. Основные факторы воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на примере основных отраслей промышленности.                                                                                                                                          |
| 3      | Технологическая схема промышленного производства. Основные принципы построения технологической схемы промышленного производства на примере основных отраслей промышленности. Технологическая схема производства как основа для управления воздействием предприятия на окружающую среду.                                          |
| 4      | Принципы анализа материальных потоков технологии промышленного производства. Законы сохранения массы, законы сохранения энергии. Принципиальная технологическая блок-схема с указаниями материальных потоков. Пространственные и временные границы системы. Количественная оценка потоков.                                       |
| 5      | Анализ эффективности методов и оборудования для очистки пылегазовых выбросов, очистки сточных вод, утилизации и обезвреживания отходов. Оценка степени очистки пылегазовых выбросов, сточных вод. Оценка объемов продукции из вторичных ресурсов.                                                                                |
| 6      | Лесное хозяйство, лесозаготовка и деревообработка как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                                |
| 7      | Целлюлозно-бумажная промышленность как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                                               |
| 8      | Добычи, транспортировка и переработка нефти и газа как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                               |
| 9      | Горнодобывающая и химическая промышленность как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                                      |
| 10     | Теплоэнергетика как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                                                                  |
| 11     | Гидроэнергетика, атомная и альтернативная энергетика как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                             |
| 12     | Сельское хозяйство, легкая и пищевая промышленность как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                              |



| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13     | Черная и цветная металлургия как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                                                   |
| 14     | Машиностроение, строительство и производство строительных материалов как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                           |
| 15     | Коммунальное хозяйство (санитарная очистка, обращение с отходами, водоснабжение и водоочистка) как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии. |
| 16     | Транспорт (авто-, железнодорожный, авиационный и водный) как объект воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.                                       |

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

| № п.п. | Наименование темы курсовых проектов/работ                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Анализ влияния отдельного вида промышленного производства на окружающую среду |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                 | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                           | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>         |                                                                                                                                                 |                                           |
| 1                                     | Калыгин В. Г. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / В. Г. Калыгин. - Москва: Академия, 2017.                                      | 24                                        |
| 2                                     | Калыгин В.Г. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / В.Г. Калыгин. - Москва: Академия, 2010.                                        | 20                                        |
| <b>2. Дополнительная литература</b>   |                                                                                                                                                 |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b> |                                                                                                                                                 |                                           |
| 1                                     | Денисламова Е. С. Промышленная экология : курс лекций / Е. С. Денисламова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.                                         | 5                                         |
| 2                                     | Ксенофонтов Б. С. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / Б. С. Ксенофонтов, Г. П. Павлихин, Е. Н. Симакова. - Москва: ФОРУМ, 2013. | 4                                         |
| 3                                     | Ларионов Н. М. Промышленная экология : учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - Москва: Юрайт, 2014.                        | 7                                         |
| 4                                     | Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования : учебное пособие / В. Е. Лотош. - Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2002.                        | 10                                        |
| 5                                     | Лотош В. Е. Технологии основных производств в природопользовании : учебник для вузов / В. Е. Лотош. - Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 1999.         | 7                                         |
| 6                                     | Лотош В. Е. Экология природопользования / В. Е. Лотош. - Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2000.                                                      | 8                                         |
| 7                                     | Мазур И.И. Курс инженерной экологии : Учеб. для втузов / И.И.Мазур,О.И.Молдаванов. - М.: Высш. шк., 1999.                                       | 6                                         |
| 8                                     | Родионов А. И. Техника защиты окружающей среды : учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. - Москва: Химия, 1989.   | 47                                        |
| <b>2.2. Периодические издания</b>     |                                                                                                                                                 |                                           |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1                                                                         | Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Я. И. Вайсмана. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 - .                                         |  |
| 2                                                                         | Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе : научно-технический журнал / Всероссийский научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности. - Москва: ВНИИОЭНГ, 1993 - .      |  |
| 3                                                                         | Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал / Российская академия наук ; Московский государственный институт стали и сплавов (Технологический университет) ; ЗАО Калвис. - Москва: Калвис, 1996 - . |  |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                   |  |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                   |  |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                   |  |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы            | Наименование разработки                                                  | Ссылка на информационный ресурс                                                         | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Дополнительная литература | Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям | <a href="http://burondt.ru/index/its-ndt.html">http://burondt.ru/index/its-ndt.html</a> | сеть Интернет; свободный доступ                                                 |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО                                               | Наименование ПО                                                   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Операционные системы                                 | MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 ) |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017      |

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование                                                                                | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань                                                        | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>         |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks                                                    | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |

| Наименование                                | Ссылка на информационный ресурс                                   |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> |
| База данных компании EBSCO                  | <a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>       |

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Курсовая работа      | Компьютер и проектор                                                            | 1                 |
| Лекция               | Компьютер и проектор                                                            | 1                 |
| Практическое занятие | Компьютер и проектор                                                            | 1                 |

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Промышленная экология»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 20.03.01 «Техносферная безопасность»

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Техносферная безопасность  
(общий профиль, СУОС)

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Охрана окружающей среды

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, курсовая работа, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Виды контроля |                |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Текущий<br>ТО | Рубежный<br>КР | Промежуточный<br>Экзамен |
| <b>Усвоенные знания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |                |                          |
| Знает классификацию отраслей добывающей и перерабатывающей промышленности, основные виды производств, потребляемые виды сырья и топлива, принципы анализа технологической схемы производства и построения схемы материального баланса производства, основные виды воздействия на атмосферный воздух и водные объекты, специфику образующихся отходов, методы и технологии защиты окружающей среды на производстве | ТО            | КР1            | ТВ                       |
| Знает наилучшие доступные технологии основных отраслей промышленного производства и способы повышения экологической эффективности производства, основные технологические процессы, используемые на производстве, методы, способы и технологии снижения экологических рисков                                                                                                                                       | ТО            | КР2            | ТВ                       |
| <b>Освоенные умения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |                |                          |
| Умеет анализировать специфику воздействия промышленного предприятия на окружающую среду с учетом видов применяемого сырья и топлива, протекающих технологических процессов и применяемого оборудования и обосновывать применение того или иного оборудования для очистки пылегазовых выбросов, сточных вод и обращения с отходами, предлагать мероприятия по повышению экологической эффективности производства   |               |                | ПЗ                       |

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)                                                                                                                                                                                             | Виды контроля |          |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                     | Текущий       | Рубежный | Промежуточный |
|                                                                                                                                                                                                                                                     | ТО            | КР       | Экзамен       |
| Умеет анализировать технологическую схему производства и выявлять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность, оценить экологические риски и предлагать организационные и технические способы снижения воздействия на окружающую среду |               |          | ПЗ            |
| <b>Приобретенные владения</b>                                                                                                                                                                                                                       |               |          |               |
| Владеет навыками обоснования предлагаемых мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности промышленных предприятий с учетом специфики деятельности предприятий и его воздействия на окружающую среду                |               |          | ПЗ            |
| Владеет навыками организации работ по проведению анализа экологической безопасности производств и оценки экологических рисков с учетом специфики промышленного производства                                                                         |               |          | ПЗ            |

*ТО – теоретический опрос; КР – контрольная работа, ТВ – теоретический вопрос, ПЗ – практическое задание*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Методы промышленной экологии», вторая КР – по модулю 2 «Технологические аспекты промышленной экологии».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Анализ материального баланса как способ выявления факторов воздействия на окружающую среду
2. Использование анализа жизненного цикла для оценки экологической эффективности производства.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Наилучшие доступные технологии, критерии и примеры.
2. Энергоемкость производства как критерий экологической эффективности.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение курсовой работы**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, используется курсовая работы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты курсовой работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для



проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Промышленная экология как наука о взаимодействии объектов хозяйственной деятельности человека с окружающей средой. *Экологические аспекты развития сферы потребления человека. Противоречие между производством и естественными экологическими системами. Компромисс между объектами природы и социальной деятельностью человека. Природно-технические геосистемы. Экологическая парадигма. Стратегия устойчивого развития общества. Город как социально-эколого-экономическая система. Проблемы экологической безопасности населенных мест.*

2. Основные понятия о загрязнении окружающей среды. Показатели качества окружающей среды. Виды загрязнений окружающей среды. *Понятие загрязнения, как изменение качественного состава параметров окружающей среды. Виды загрязнений. Определение ПДК. Виды ПДК атмосферного воздуха, воды и почвы. Нормирование выбросов и сбросов загрязняющих веществ.*

3. Ресурсоемкость производства. Материало- и энергоемкость производства. *Понятия ресурсоемкость, материалоемкость, энергоемкость, их связь с воздействием на окружающую среду. Энергоемкость экономики. Материалоемкость и энергоемкость производства, примеры. Методы снижения материалоемкости и энергоемкости производства.*

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Деревообрабатывающая промышленность как объект воздействия на окружающую среду. *Блок-схема технологического процесса и материальные потоки (на примере одного производства). Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.*

2. Черная металлургия как объект воздействия на окружающую среду. *Блок-схема технологического процесса и материальные потоки (на примере одного производства). Экологические проблемы и воздействие отрасли на окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.*

3. Пищевая промышленность как объект воздействия на окружающую среду. *Блок-схема технологического процесса и материальные потоки (на примере одного производства). Экологические проблемы и воздействие отрасли на*

окружающую среду. Методы, технологии и аппараты по защите окружающей среды. Природоохранные мероприятия и перспективные технологии.

### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Охарактеризуйте отходы бурения. Предложите мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности при обращении с отходами бурения. Рассчитайте объем полученного технического грунта при отверждении 1000 куб.м отходов бурения. Для отверждения отходы бурения предварительно отстаивают, удаляют жидкую фазу (60% объема), а твердую фазу смешивают с цементом и известью в следующей пропорции (по массе) – 20:5:2. Плотность отходов бурения – 1,5 т/куб.м, плотность жидкой фазы – 1,05 т/куб.м, плотность технического грунта – 2,3 т/куб.м.

2. Охарактеризуйте попутный нефтяной газ. Предложите мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности при обращении с попутным нефтяным газом. Рассчитайте массу выбросов диоксида углерода, которая образуется при сжигании попутного нефтяного газа (ПНГ) на непрерывно работающей факельной установке за 1 сутки, если скорость истечения ПНГ из выходного сопла факельной установки – 0,5 м/с, диаметр выходного сопла – 80 мм, плотность ПНГ – 0,8 кг/куб.м, состав ПНГ (по массе): метан – 60 %, этан – 10 %, пропан – 10 %, прочие негорючие газы – 20 %. Все углеводороды сгорают полностью с образованием только углекислого газа и воды (угарный газ, сажа и другие соединения не образуются). Атомная масса кислорода – 16, углерода – 12, водорода – 1.

3. Охарактеризуйте осадки сточных вод. Предложите мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности при обращении с осадками сточных вод. Рассчитайте массу отходов газоочистки, которые образуются при работе циклона установки по сжиганию осадков сточных вод. Масса сжигаемых осадков сточных вод – 100 т, их влажность – 98 %, зольность на сухую массу – 35 %. Зола-унос (мелкая зола в составе отходящих газов) составляет 20 % всей золы. Эффективность циклона – 85 %.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент

проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.