

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 25.10.2023 11:50:04  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Инженерная защита окружающей среды»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

20.03.01 «Техносферная безопасность»

по профилю

**«Инженерная защита окружающей среды»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Гурская Т.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИЗОС  
28.04.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ИЗОС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»**

Дисциплина «Промышленная экология» охватывает круг вопросов, связанных с негативным воздействием промышленных предприятий на окружающую среду, последовательностью, методам и техническим средствам защиты окружающей среды. Изучение дисциплины позволяет узнать принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«INDUSTRIAL ECOLOGY»**

The discipline "Industrial Ecology" covers a range of issues related to the negative impact of industrial enterprises on the environment, consistency, methods and technical means of environmental protection. The study of the discipline allows you to learn the principles of operation, technical characteristics, design features of the developed and used technical means.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. При освоении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания в области промышленной экологии, позволяющие в процессе производственной деятельности идентифицировать на производственных объектах источники загрязнения окружающей среды и практических навыков оценивать имеющиеся и предлагать новые технические средства снижения уровня загрязнений.

2. Задачи дисциплины:

Получение базовых знаний о технологических процессах и принципах работы технических средств и оборудования для очистки и обезвреживания отходящих газов, сточных вод, утилизации отходов производства и потребления.

Формирование умений анализировать и прогнозировать экологические последствия различных видов производственной деятельности.

Освоение навыков выбора и расчетного обоснования необходимых технических средств и конкретных видов оборудования для защиты окружающей среды.

3. В результате изучения дисциплины студент получает знания о строении и функционировании очистных систем, методах очистки промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод, принципов работы аппаратов обезвреживания и очистки газовых выбросов и стоков производств, методов утилизации твердых отходов.

4. В результате изучения дисциплины у студента формируются умения обоснования и выбора очистных технологий и систем, выбирать методы, технологии и аппараты очистки газовых выбросов, стоков, утилизации твердых отходов.

5. Освоение навыков расчета элементов очистных систем и особенностей их проектирования, обоснования выбора технических средств защиты окружаю-

щей среды; расчета элементов очистных систем и особенностей их проектирования.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика»
2. «Химия»
3. «Экология»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Управление техносферной безопасностью»
2. «Экономика природопользования и природоохранной деятельности»
3. «Междисциплинарный проект "Методы и средства повышения техносферной безопасности"»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;
<i>ОПК-2.3</i>	<i>Идентифицирует основные опасности среды обитания человека, оценивает риск их реализации, выбирает методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности</i>
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ОПК-4.2</i>	<i>Может применять на практике основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлимого риска</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение.	2	0		1
2	Краткие сведения по промышленной вентиляции	2	4		4
3	Загрязнение атмосферы	4	4		14
4	Методы и устройства очистки воздуха	4	10		12
5	Очистка сточных вод	2	8	0	12
6	Основные методы переработки отходов	2	8		10
7	Заключение	1		1	3
	Итого, ач	17	34	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение.	Содержание дисциплины, последовательность изложения, содержание лекций и практических занятий. Основные понятия в дисциплине
2	Краткие сведения по промышленной вентиляции	Определение вентиляции, классификация. Характеристика местной и общеобменной вытяжной вентиляции. Характеристика местных отсосов: вытяжные зонты, отсасывающие панели, шарнирно-телескопические отсосы, бортовые отсосы, вытяжные шкафы и вентилируемые камеры, кожухи-воздухоприемники. Эффективность местных отсосов. Расчет кратности воздухообмена в помещении.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Загрязнение атмосферы	Основные вещества, загрязняющие атмосферу. Индекс загрязнения атмосферы. Нарушение озонового слоя, парниковый эффект, кислотные дожди. Монреальский протокол, Парижское соглашение. Загрязнение атмосферы твердыми частицами. Основные свойства пылей: форма и дисперсность частиц; свойства пылевых частиц в зависимости от их крупности; адгезионные свойства частиц; абразивность, смачиваемость и гигроскопичность частиц; электрическая проводимость слоя пыли; электрическая заряженность частиц; самовозгорание и образование взрывоопасных смесей с воздухом.
4	Методы и устройства очистки воздуха	Эффективность очистки. Сухие механические пылеуловители: циклоны; батарейные циклоны; вихревые пылеуловители; динамические (ротационные) пылеуловители. Очистка газов в фильтрах и электрофильтрах. Мокрые пылеуловители: улавливание каплями жидкости; улавливание пленками жидкости; полые газопромыватели; насадочные скрубберы; скрубберы с подвижной насадкой; тарельчатые (барботажные и пенные) скрубберы; ударно-инерционного действия; центробежного действия; механические газопромыватели; скоростные газопромыватели. Улавливание туманов. Абсорбционные методы очистки газов. Адсорбционные методы очистки газов. Методы каталитической очистки. Методы термической очистки.
5	Очистка сточных вод	Свойства и классификация сточных вод. Удаление взвешенных частиц из сточных вод. Первичная очистка: процеживание; отстаивание; фильтрование. Процеживание через решетки: наклонные; барабанные; ступенчатые. Отстаивание: песколовки, отстойники, осветлители. Физико-химические методы очистки сточных вод: коагуляция; флокуляция; флотация; адсорбция; ионный обмен; экстракция; обратный осмос и ультрафильтрация; десорбция, дезодорация и дегазация; электрохимические методы. Биохимические методы очистки сточных вод: аэробные методы очистки в природный условиях; аэробная очистка в искусственных сооружениях; анаэробные методы очистки. Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация; окисление и восстановление; озонирование; удаление ионов тяжелых металлов. Термические методы очистки сточных вод: концентрирование сточных вод; кристаллизация; сушка; термоокислительные методы обезвреживания; метод жидкофазного окисления; метод парофазного каталитического окисления; огневой метод.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Основные методы переработки отходов	Классификация и кодифицирование отходов. Виды обращения с отходами. Переработка и утилизация твердых отходов. Уменьшение размеров кусков, частиц. Дробление. Классификация и сортировка материалов. Укрупнение размеров частиц (прессование и компактирование). Смешение. Процессы обогащения твердых отходов. Обезвреживание и размещение отходов.
7	Заключение	Перспективы развития очистных технологий в XXI веке.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Укрупненный расчет механической вентиляции производственного помещения	4
2. Расчет воздухообмена в производственных помещениях	2
3. Характеристика пылей. Классификация и выбор пылеулавливающих устройств	2
4. Пылеосадительная камера	4
5. Расчет характеристик циклона	4
6. Тканевые фильтры.	4
7. Расчет мокрых пылеуловителей. Полый форсуночный скруббер	2
8. Расчет характеристик решетки.	4
9. Расчет характеристик горизонтальной песколовки с прямолинейным движением воды.	4
10. Расчет характеристик первичного горизонтального отстойника	2
11. Расчет установки измельчения твердых отходов	2
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

## 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Цель задания: освоение навыков выбора и расчетного обоснования необходимых технических средств и конкретных видов оборудования для защиты окружающей среды.

### Примерные темы индивидуальных домашних заданий:

#### 1) Расчет пылеосадительной камеры

Цель: рассчитать параметры пылеосадительной камеры по исходным данным, представленным в таблице с вариантами.

Требования к содержанию работы: в работе должны быть отражены следующие пункты

1. Минимальный размер пылевых частиц  $d_{ch}$ , которые необходимо уловить в пылеосадочной камере.
2. Параметры, определенные по номограмме: скорость витания частиц минимального размера  $V_{ch}$ . Штриховыми линиями на диаграмме показан пример определения скорости витания частиц пыли размером 10 мкм с плотностью 6000 кг/м<sup>3</sup> при температуре отходящих газов 100°C.
3. Расчёт необходимую площадь поперечного сечения камеры.
4. Произвольно высоту камеры и рассчитываю ее ширину.
5. Минимальная длина пылеосадительной камеры определяется по выражению (1). Полученное значение округляют до десятых долей метра в большую сторону.

#### 2) Расчет характеристик циклона

Цель: рассчитать все характеристики циклона по данным, указанным в таблице

14. Барометрическое давление  $P_{бар}$  принять равным атмосферному при нормальных условиях, избыточное давление газа  $P_{г}$  при входе в циклон равным

100 Па. Плотность газа при нормальных условиях принять равным плотности воздуха.

Требования к содержанию работы: в работе должны быть отражены следующие пункты

1. Определить требуемый диаметр циклона.
2. Полученное значение  $D$  округлить до ближайшего из стандартного ряда. Если значение  $D$  превышает максимальное значение их стандартного ряда, то предусматривают несколько одинаковых циклонов. Затем на основе принятого значения диаметра циклона  $D_{ц}$  рассчитывают действительную скорость движения запыленного воздуха в циклоне. Действительная скорость газа в циклоне не должна отклоняться от оптимального значения более чем на  $\pm 15\%$ . При скоростях, выходящих за указанные пределы в большую сторону, возрастает расход энергии, в меньшую сторону – снижается эффективность. Если рассчитанная скорость газов отличается более, чем на  $15\%$ , необходимо выбрать циклон другого диаметра.
3. Гидравлическое сопротивление циклона  $\Delta P$ , Па
4. Определить эффективности очистки газа в циклоне.
5. Эффективность циклонов может быть охарактеризована двумя параметрами:  $d_{50т}$  – среднемедианный размер частиц пыли, улавливаемых в данном аппарате, и  $lg \sigma_T$  – среднеквадратическое отклонение от размера улавливаемых частиц пыли. Численные значения этих параметров для различных типов циклонов определены экспериментальным путем и представлены в таблице.
6. Для выбранного типа циклона принимаются табличные параметры  $d_{50т}$  и  $lg \sigma_T$ , на основании которых определяют аналогичный параметр  $d_{50}$  для рабочих условий по формуле.
7. Рассчитать параметр  $x$  по формуле.
8. Определить значение вероятностной функции распределения  $\Phi(x)$  по табли-

це Приложения, которое представляет собой эффективность очистки газа, выраженную в долях единицы.

9. При очистке газов с высокой концентрацией пыли ( $Z > 10$  г/м<sup>3</sup>) степень очистки газа в циклоне обычно несколько увеличивается и может быть определена по следующей эмпирической зависимости

### **3) Расчет характеристик рукавного фильтра**

**Цель:** рассчитать все характеристики рукавного фильтра типа ФРКИ по данным, указанным в таблице 12. Фильтровальный материал лавсан. Барометрическое давление  $P_{бар}$  принять равным атмосферному при нормальных условиях, избыточное давление газа  $P_{г}$  – равным 0. Концентрация пыли в очищенных газах не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup>. Длительность цикла фильтрования  $\tau = 600$  с. Плотность газа при нормальных условиях принять равным плотности воздуха. Площадь входного патрубка 1,32 м<sup>2</sup>.

Требования к содержанию работы: в работе должны быть отражены следующие пункты

При расчете фильтровальных аппаратов определяют площадь фильтровальной перегородки, частоту и продолжительность циклов регенерации фильтровальных элементов, гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки и аппарата в целом. Расчет проводят в следующей последовательности:

1. Определение фильтрующей поверхности аппарата или группы аппаратов  $F_{ф}$ , м<sup>2</sup>, производят по формуле
2. Выбор фильтра из стандартного ряда.

Существуют различные типы рукавных фильтров, некоторые из них перечислены ниже:

- фильтр рукавный каркасный с импульсной продувкой (ФРКИ);
- фильтр рукавный импульсный (ФРИ);

- фильтр рукавный с регенерацией обратной продувкой (ФРО);
- фильтр рукавный с обратной продувкой сжатым воздухом (ФРОС);
- фильтр рукавный каркасный конструкции НИИОГАЗ (ФРКН).

Технические характеристики некоторых типов фильтров приведены в таблицах 19-22. Технические характеристики разных типов фильтров представлены в каталогах газоочистного оборудования, на сайтах производителей и т.д.

3. Расчет скорости газа  $W$  через фильтровальную поверхность, производится по формуле.

4. Расчет гидравлического сопротивления рукавных фильтров  $\Delta P_f$  производится по формуле

5. Мощность электродвигателя вентилятора, необходимого для транспортирования очищаемых газов через фильтр, подсчитывается по выражению.

#### **4) Расчет характеристик решетки**

**Цель:** рассчитать все характеристики решетки по исходным данным, представленным в таблице 1, при условии, что мы принимаем среднюю скорость движения воды в трубопроводе и скорость движения воды в прозорах по максимальным значениям, а угол наклона стержней решеток равным  $60^\circ$ .

Требования к содержанию работы: в работе должны быть отражены следующие пункты

1. Поперечное сечение стержней решеток может иметь прямоугольную, овальную или круглую формы. Стержни решеток устанавливаются на пути движения очищаемых вод под углом  $\alpha = 60-90^\circ$ . Прозоры  $b$  решеток должны быть не более 16 мм. Толщина стержней  $S$  составляет 8-15 мм. Число прозоров в решетке и основные ее размеры принимаются с расчетом, чтобы скорость движения сточной воды при максимальном потоке составила 0,8-1 м/с для механизированных решеток, 1,2 м/с – для решеток-дробилок.

2. При расчете решеток необходимо определять их размеры и потери напора, которые возникают при прохождении сточных вод.
3. Размеры решеток определяются по расходу и средней скорости прохождения сточных вод, ширине прозоров между стержнями решетки и их ширине.
4. Диаметр трубопровода  $B$ , м, рассчитывается по формуле.
5. Определение живого сечения трубопровода  $F_c$ , м<sup>2</sup> производят по формуле.
6. Определение числа прозоров решетки  $n$  осуществляется по формуле.
7. Ширина решетки  $B_r$ , м, определяется по формуле.
8. Общая строительная длина решетки определяется по формулам.
9. Определение потеряннного напора  $h_{пот}$ , м производят по формуле.

### **5) Расчет характеристик песколовки**

**Цель:** рассчитать все характеристики горизонтальной песколовки с прямолинейным движением воды по данным, указанным в таблице с вариантами.

Требования к содержанию работы: в работе должны быть отражены следующие пункты

1. Расчет песколовки начинают с определения максимального секундного расхода сточных вод, который рассчитывают по формуле.
2. Максимальный коэффициент часовой неравномерности ( $k_{max}$ ) выбирают в зависимости от среднего расхода сточных вод по таблице. При промежуточных значениях  $q_{ср}$  коэффициент  $k_{max}$  определяют интерполяцией.
3. Живое сечение песколовки ( $F$ , м<sup>2</sup>) можно рассчитать по формуле.
4. При расчете горизонтальных песколовок следует определять их длину  $L$  по формуле.
5. Коэффициент  $K$  выбирают по таблице 2:
6. Для горизонтальных песколовок  $H_p$  составляет 0,5-2 м.

7. Гидравлическая крупность  $u_0$  принимаемая по табл.3 в зависимости от требуемого диаметра задерживаемых частиц песка.
8. Для горизонтальных песколовков продолжительность протекания сточных вод при максимальном притоке должна быть не менее 30 секунд.
9. Ширину одного отделения песколовки ( $B$ , м) определяют по формуле. Полученная ширина округляется до целого значения.
10. По рассчитанным значениям длины и ширины принимается типовая песколовка или проектируется индивидуально под конкретный случай.
11. Объем осадочной части песколовки рассчитывают по формуле.
12. По СНиП 2.04.03-85 количество песка, задерживаемое в песколовках  $p$ , для бытовых сточных вод надлежит принимать 0,02 л/(чел·сут), влажность песка 60%, объемный вес 1,5 т/м.
13. Во избежание загнивания осадка  $T_{ос}$  принимают не более 2 суток.
14. Высоту слоя песка в песколовке определяют по формуле.

Оформление индивидуального домашнего задания выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ.

Оценивание работы на защите производится по следующим критериям:

«отлично» - задача решена полностью верно;

«хорошо» - в решение задачи есть арифметические ошибки, принцип решения задачи верный;

«удовлетворительно» - не полностью верный принцип решения задачи;

«неудовлетворительно» - задача решена не верно.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.



#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотр-

рены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	0
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	3
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	10
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>56</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Панкратова, Мария Юрьевна. Промышленная экология [Текст] : учеб.-метод. пособие / М. Ю. Панкратова, Т. В. Гурская, И. В. Веженкова, 2019. - 43 с.	59
2	Захаров, Игорь Сергеевич. Технологии оздоровления окружающей среды [Текст] : учеб. пособие / И.С. Захаров, А.В. Пожаров, В.М. Сидоренко, 2010. -79 с.	32
3	Ларионов, Николай Михайлович. Промышленная экология [Текст] : учеб. для бакалавров вузов по направлению подгот. 280700 "Техносферная безопасность" / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков, 2015. -495 с.	20
4	Стурман, Владимир Ицхакович. Оценка воздействия на окружающую среду [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Экология и природопользование" / В. И. Стурман, 2015. -343 с.	17
Дополнительная литература		
1	Ветошкин А. Г. Технические средства инженерной экологии [Электронный ресурс], 2022. -424 с.	неогр.
2	Голицын, Артур Николаевич. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды [Текст] : учеб. для средн. проф. образования / А.Н. Голицын, 2007. -332 с.	неогр.

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Гаджимусаева З. Г., Ашурбекова Т. Н. Промышленная экология: курс лекций <a href="https://e.lanbook.com/book/293753">https://e.lanbook.com/book/293753</a>
2	Пимнева Л. А., Загорская А. А. Промышленная экология: учебное пособие <a href="https://e.lanbook.com/book/237167">https://e.lanbook.com/book/237167</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13067>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Промышленная экология» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Допуск к экзамену обучающиеся получают при:

1. Посещении не менее 75 % занятий,
2. Получении положительных оценок по результатам 2 коллоквиумов,
3. Выполнении 5 индивидуальных домашних заданий.

Экзамен проводится в форме собеседования по билетам, в билете 3 теоретических вопроса. Во время экзамена студенты с разрешения экзаменатора могут пользоваться справочной литературой и другими пособиями. При подготовке к ответу на устном экзамене обучающийся может вести записи в листе устного ответа, который по окончании экзамена сдается экзаменатору. В процессе сдачи экзамена экзаменатор может задавать экзаменуемому вопросы, сверх указанных в билете по программе курса.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Определение вентиляции, классификация. Характеристика местной и общеобменной вытяжной вентиляции.
2	Характеристика местных отсосов.
3	Расчет кратности воздухообмена в помещении
4	Основные вещества, загрязняющие атмосферу. Индекс загрязнения атмосферы
5	Нарушение озонового слоя, парниковый эффект, кислотные дожди.
6	Загрязнение атмосферы твердыми частицами.
7	Основные свойства пылей.
8	Циклоны
9	Батарейные циклоны;
10	Вихревые пылеуловители;
11	Динамические (ротационные) пылеуловители.
12	Очистка газов в фильтрах и электрофильтрах
13	Улавливание каплями жидкости;
14	Улавливание пленками жидкости;
15	Полые газопромыватели;
16	Насадочные скрубберы

17	Скрубберы с подвижной насадкой
18	Тарельчатые (барботажные и пенные) скрубберы
19	Скрубберы ударно-инерционного действия
20	Скрубберы центробежного действия
21	Механические газопромыватели
22	Скоростные газопромыватели
23	Улавливание туманов
24	Абсорбционные методы очистки газов
25	Адсорбционные методы очистки газов
26	Методы каталитической очистки
27	Методы термической очистки
28	Свойства и классификация сточных вод
29	Удаление взвешенных частиц из сточных вод
30	Первичная очистка: процеживание; отстаивание; фильтрование
31	Процеживание через решетки: наклонные; барабанные; ступенчатые
32	Отстаивание: песколовки, отстойники, осветлители
33	Физико-химические методы очистки сточных вод: коагуляция; флокуляция; флотация; адсорбция
34	Физико-химические методы очистки сточных вод: ионный обмен; экстракция
35	Физико-химические методы очистки сточных вод: обратный осмос и ультрафильтрация.
36	Физико-химические методы очистки сточных вод: десорбция, дезодорация и дегазация. Физико-химические методы очистки сточных вод: электрохимические методы
37	Биохимические методы очистки сточных вод: аэробные методы очистки в природных условиях.
38	Биохимические методы очистки сточных вод: аэробная очистка в искусственных сооружениях.
39	Биохимические методы очистки сточных вод: анаэробные методы очистки.
40	Химические методы очистки сточных вод: нейтрализация; окисление и восстановление.
41	Химические методы очистки сточных вод: озонирование.
42	Химические методы очистки сточных вод: удаление ионов тяжелых металлов.
43	Термические методы очистки сточных вод: концентрирование сточных вод; кристаллизация; сушка.
44	Термические методы очистки сточных вод: термоокислительные методы обезвреживания. метод жидкофазного окисления; метод парофазного каталитического окисления; огневой метод.
45	Классификация и кодифицирование отходов.
46	Виды обращения с отходами.
47	Переработка и утилизация твердых отходов. Уменьшение размеров кусков, частиц.
48	Переработка и утилизация твердых отходов. Дробление.
49	Переработка и утилизация твердых отходов. Классификация и сортировка материалов.

50	Переработка и утилизация твердых отходов. Укрупнение размеров частиц (прессование и компактирование).
51	Переработка и утилизация твердых отходов. Смешение.
52	Переработка и утилизация твердых отходов. Процессы обогащения твердых отходов.
53	Обезвреживание и размещение отходов.

### **Форма билета**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Дисциплина **Промышленная экология** ФИБС

1. Загрязнение атмосферы твердыми частицами.
2. Физико-химические методы очистки сточных вод: коагуляция; флокуляция; флотация; адсорбция.
3. Переработка и утилизация твердых отходов. Классификация и сортировка материалов.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИЗОС

Т.В. Кустов

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

#### **Примерные темы для коллоквиума №1:**

- 1) Определение вентиляции, классификация. Характеристика местной и общеобменной вытяжной вентиляции.
- 2) Основные вещества, загрязняющие атмосферу. Индекс загрязнения атмосферы.

- 3) Загрязнение атмосферы твердыми частицами.
- 4) Основные свойства пылей.
- 5) Батарейные циклоны

**Примерные темы для коллоквиума №2:**

- 1) Методы каталитической очистки
- 2) Свойства и классификация сточных вод.
- 3) Отстаивание: песколовки, отстойники, осветлители.
- 4) Физико-химические методы очистки сточных вод: обратный осмос и ультрафильтрация.
- 5) Химические методы очистки сточных вод: озонирование.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3



### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Краткие сведения по промышленной вентиляции	
2		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
3	Загрязнение атмосферы	
4		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
5	Методы и устройства очистки воздуха	
6		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
7	Краткие сведения по промышленной вентиляции Загрязнение атмосферы Методы и устройства очистки воздуха	
8		Коллоквиум
9		
10	Очистка сточных вод	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
11	Основные методы переработки отходов	
12		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
13	Методы и устройства очистки воздуха Очистка сточных вод Основные методы переработки отходов	
14		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### 1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

1.1. Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### 2. Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях

2.1. Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75 % занятий);

- участие в обсуждении по темам коллоквиумов, высказывание своего мнения, демонстрация эрудиции, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям в целом за семестр:

- «отлично» - активное участие в обсуждениях, умение высказать и аргументировано отстоять свою точку зрения, умение дать ответы на допол-

нительные вопросы (студент участвовал в дискуссии на более чем 80 % занятий);

- «хорошо» - активное участие в большинстве случаев (более 50 % занятий) или в ответах содержатся неточности, не во всех случаях студент может обосновать ответ;
- «удовлетворительно» - активность студента низкая (студент высказывается по теме занятия не более чем на 50 % занятий), не может обосновать высказанные позиции;
- «неудовлетворительно» - активность студента очень низкая, участвует в дискуссиях на менее чем 20 % занятий.

- выполнение индивидуального домашнего задания (оценка за которое выставляется по четырехбалльной шкале):

- «отлично» - задача решена полностью верно;
- «хорошо» - в решение задачи есть арифметические ошибки, принцип решения задачи верный;
- «удовлетворительно» - не полностью верный принцип решения задачи;
- «неудовлетворительно» - задача решена не верно.

Оформление ИДЗ студентами осуществляется в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ.

### **3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1-2.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, компьютер или ноутбук, проектор и экран	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, компьютер или ноутбук, проектор и экран	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>