

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Экологический факультет*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**Процессы и аппараты защиты окружающей среды**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

**направление 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

**1. Цель дисциплины** – формирование у студентов углубленных знаний о процессах, применяемых для защиты атмо-, лито- и гидросферы, их аппаратурного оформления, умений и навыков расчета основных характеристик аппаратов.

**Задачи дисциплины:**

- расширить знания об основных средствах и способах защиты окружающей среды путем очистки отходящих газов, сточных вод, утилизации и переработки отходов;
- ознакомить с аппаратами, применяющимися в промышленности для защиты окружающей среды, их классификацией и конструктивными особенностями.
- развить способность к самоорганизации и самообразованию.

**2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:**

Дисциплина **Процессы и аппараты защиты окружающей среды** относится к **базовой части блока 1** учебного плана.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **ОПК-2**
- готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду **ПК-5**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные процессы, применяемые для защиты атмо-, лито- и гидросферы, их аппаратурное обеспечение и аппараты защиты;
- основные средства и способы защиты окружающей среды путем очистки отходящих газов, сточных вод, утилизации и переработки отходов, физического (энергетического) загрязнения.

**Уметь:**

- рассчитывать параметры пылесадительной камеры, циклона, пенного пылеуловителя, скруббера Вентури, абсорбера, оборотной системы водоснабжения, замкнутой системы водоиспользования, системы водоиспользования с прудом-охладителем, вертикального отстойника, сепаратора, напорного зернистого фильтра, напорного гидроциклона, уровень шума и акустического экрана, электромагнитного экрана для защиты от ионизирующих излучений;
- определять классы опасности отходов по сумме показателей опасности составных веществ, промышленных отходов на основе расчета индекса опасности отходов производства.

**Владеть** методиками определения параметров пылесадительной камеры, циклона, пенного пылеуловителя, скруббера Вентури, абсорбера, оборотной системы водоснабжения, замкнутой системы водоиспользования, системы водоиспользования с прудом-охладителем, вертикального отстойника, сепаратора, напорного зернистого фильтра, напорного гидроциклона, уровня шума и акустического экрана, электромагнитного экрана для защиты от ионизирующих излучений, классов опасности отходов по сумме показателей опасности составных веществ и классов опасности промышленных отходов на основе расчета индекса опасности отходов производства.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		9	10	11	12
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60	36	24		
В том числе:		-	-	-	-
<i>Лекции</i>	26	18	8		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16		
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Контроль</i>	15	9	6		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	69	63	6		
Общая трудоемкость	час	<b>144</b>	108	36	
	зач. ед.	<b>4</b>	3	1	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

*Раздел 1. Введение.* Предмет, структура, цель, задачи и основная терминологическая база дисциплины.

*Раздел 2. Защита атмосферного воздуха от загрязнения.* Источники загрязнения атмосферы и их классификации. Основные примеси, обнаруженные в атмосфере, и их источники. Удельные выбросы загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива. Нормирование качества атмосферного воздуха. Предельно допустимые концентрации вещества в воздухе. Показатели, позволяющие проводить оценку санитарного состояния воздушной среды. ПДК: рабочей зоны, среднесуточная, максимально-разовая; классы опасности веществ. Комбинированное воздействие. Фоновая концентрация. Предельно допустимые выбросы. Временно согласованные выбросы. Правила и методики, применяемые при проектировании предприятия. Инвентаризация и расчет ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу. Зависимость распределения концентраций вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выброса. Санитарно-защитная зона. Пассивные и активные методы очистки отходящих газов. Сухие пылеуловители. Принципы работы и конструкции пылеосадительных камер, циклонов, ротационных, вихревых, радиальных и жалюзийных пылеуловителей. Преимущества и недостатки мокрых пылеуловителей. Конструкции и принципы работы скрубберов Вентури, скрубберов Дойля, форсуночных и центробежных скрубберов, барботажно-пенных пылеуловителей. Электрофильтры и принципы электрической очистки. Технические характеристики электрофильтров. Ячейковые и рулонные фильтры. Параметры и строение фильтров. Характеристики тканевых фильтрующих материалов. Туманоуловители: строение и принципы работы. Метод абсорбции. Строение скруббера-абсорбера с насадкой. Схема трельчатого абсорбера. Метод хемосорбции. Адсорбционные методы и материалы. Строение адсорбционной установки для удаления оксида серы из горячего топочного газа. Метод каталитической очистки газов. Метод термической очистки газов. Нейтрализаторы отработавших газов. Окислительный каталитический нейтрализатор. Окислительно-восстановительный каталитический нейтрализатор. Нейтрализация отработавших газов дизелей. Фильтры для улавливания дисперсных частиц. Характеристика фильтрующего материала. Использование новых рабочих процессов и видов энергоресурсов. Функциональная схема очистки отработавших газов дизелей при реостатных испытаниях тепловозов.

*Раздел 3. Защита водного бассейна от загрязнения.* Характеристика водопользования и водопотребления. Понятия: вода, водные ресурсы, водный объект, водный режим, природные воды, атмосферные осадки, поверхностные воды, водотоки водоемы, грунтовые и артезианские воды, сточные воды, водопотребление, водоотведение, загрязнение поверхностных и подземных вод, засорение вод. Классификация примесей промышленных сточных вод по их фазовому и дисперсному состоянию. Критерии и показатели качества

воды. Критерии оценки загрязненности воды по ПДК вредных веществ. Классификация вод по целевому назначению. Энергетическая, охлаждающая вода, технологическая, средообразующая и промышленная вода. Особенности канализования сточных вод. Условия выпуска производственных сточных вод в городскую канализацию. Величины БПК, ХПК и ДК вредных веществ в чистых растворах при очистке сточных вод в аэротенках-смесителях. Допустимые концентрации вредных веществ в сточных водах при биологической очистке. Величины предельно допустимого сброса вредных веществ в водные объекты. Установление водоохранных зон и прибрежных защитных полос. Минимальная ширина прибрежных защитных полос. Классификация сточных вод. Классификация сточных вод по критерию допустимости их использования в оборотном водоснабжении. Классификация сточных вод по дисперсному составу примесей. Классификация сточных вод в зависимости от растворенных примесей. Механические (физические) методы очистки сточных вод. Основные методы удаления взвешенных веществ: процеживание, отстаивание, фильтрация, центрифугирование. Процеживание и отстаивание примесей. Структура решеток. Песколовки. Конструкция горизонтальных, вертикальных, аэрируемых песколовки. Усреднители. Структура усреднителя прямоугольной формы. Отстойники: горизонтальные, вертикальные, радиальные, трубчатые, с наклонными пластинами. Конструкция гравитационного отстойника периодического действия. Осветление сточных вод, улавливание жиров и нефтепродуктов. Конструкция осветлителя. Конструкция маслотовушки и нефтеловушек. Фильтрация. Структура фильтров с зернистой загрузкой. Гидроциклонирование. Конструкция открытого и напорного гидроциклонов. Химическая очистка сточных вод. Нейтрализация. Электрохимическая обработка. Структура установки биохимической очистки хромсодержащих сточных вод. Физико-химические методы очистки. Коагуляция. Флокуляция и ее типы. Сорбция: аб- и адсорбция. Структура насыпного сорбционного фильтра типа ФСУ. Конструктивные и технологические показатели сорбционных фильтров с активированным углем. Ионный обмен. Схема ионообменной очистки сточных вод ванн хромирования. Жидкостная экстракция. Значения коэффициентов распределения загрязняющих веществ между экстрагентом и водой при комнатной температуре. Флотация. Основные экстрагенты, предназначенные для выделения из сточных вод тяжелых металлов и железа. Флотация с выделением воздуха из раствора. Схема процесса вакуумной флотации. Напорная флотация. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Конструкция процесса напорной флотации. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Пенное фракционирование (пенная сепарация). Установки для пенной сепарации. Электрофлотация. Электродиализ. Ультрафильтрация. Обратный осмос (гиперфильтрация). Методы биологической очистки сточных вод в естественных условиях. Почвенная очистка. Сооружения почвенной очистки сточных вод. Состав аэрируемых биологических прудов для очистки и доочистки сточных вод. Методы биологической очистки сточных вод в искусственных условиях. Биофильтры. Структура капельного биофильтра. Конструкция высоконагруженного биофильтра с реактивным оросителем. Структура аэротенков, окситенков. Доочистка сточных вод.

*Раздел 4. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления.* Источники возникновения твердых отходов в материальном производстве. Отходы производства и потребления. Классификации отходов. Нормирование допустимого количества отходов. ПДК загрязняющих веществ в почве. Классы опасности отходов. Основные технологические принципы утилизации, обезвреживания и захоронения отходов. Процессы переработки отходов: физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные. Правила размещения отходов. Способы переработки отходов на месте складирования. Методы переработки отходов пластических масс. Сжигание отходов. Обезвреживание и захоронение радиоактивных отходов. Технологический цикл обработки осадков сточных вод. Схема ликвидации и утилизации осадков сточных вод. Уплотнение, стабилизация и кондиционирование осадков. Обезвоживание и ликвидация осадков сточных вод. Конструкция установки для сжигания осадков сточных вод и твердых отходов.

*Раздел 5. Защита окружающей среды от физического (энергетического) загрязнения.*  
 Классификация энергетических загрязнений. Шум и его характеристики. Ориентировочные уровни шума (шкала). Понятия: звуковое давление, интенсивность звука, мощность источника. Нормирование шума: предельно допустимые уровни воздействия шума. Сравнение уровней шумового воздействия транспортных средств на окружающую среду. Расчет шумовых характеристик. ГОСТ 12.1.024-81, ГОСТ 12.1.025-81. Меры борьбы с шумовым загрязнением. Классификация коллективных средств защиты от шума. Коэффициенты звукопоглощения материалов от частоты звуковых колебаний. Звукоизоляция. Глушители шума: абсорбционные, реактивные, комбинированные. Электромагнитное загрязнение. Шкала электромагнитных волн. Техногенные источники электромагнитного загрязнения. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей. Нормативы продолжительности работы на ПЭВМ. Защита от электромагнитных полей расстоянием: границы санитарной зоны вдоль трассы высоковольтных линий электропередач; санитарно-защитные зоны радио- и телестанций. Защита временем от электромагнитных излучений. Экранирование.

### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Контроль	СРС	Всего час.
1.	Введение	2	2		1	13	18
2.	Защита атмосферного воздуха от загрязнения	6	6		2	13	27
3.	Защита водного бассейна от загрязнения	6	6		2	13	27
4.	Защита окружающей среды от отходов производства и потребления	6	6		3	13	27
5.	Защита окружающей среды от физического (энергетического) загрязнения	6	6		3	13	27
	Тестирование				4	4	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>26</b>	<b>34</b>		<b>15</b>	<b>69</b>	<b>144</b>

### 6. Лабораторный практикум - нет

### 7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1.	1.	Глоссарий базовых терминов в области защиты окружающей среды	1
2.	2.	Расчет параметров пылесадительной камеры	1
3.	2.	Расчет параметров циклона	2
4.	2.	Расчет параметров пенного пылеуловителя	2
5.	2.	Расчет параметров скруббера Вентури	2
6.	2.	Расчет параметров абсорбера	2
7.	2.	Промежуточное тестирование	1
8.	3.	Расчет параметров обратной системы водоснабжения	1
9.	3.	Расчет параметров замкнутой системы водоиспользования	1
10.	3.	Расчет параметров системы водоиспользования с прудом-охладителем	2

11.	3.	Расчет параметров вертикального отстойника	1
12.	3.	Расчет параметров сепаратора	1
13.	3.	Промежуточное тестирование	1
14.	3.	Расчет параметров напорного зернистого фильтра	2
15.	3.	Расчет параметров напорного гидроциклона	2
16.	3.	Промежуточное тестирование	2
17.	4.	Определение класса опасности отхода расчетным методом по сумме показателей опасности составных веществ	2
18.	4.	Определение класса опасности промышленных отходов на основе расчета индекса опасности отходов производства	1
19.	4.	Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды экспериментальным методом	2
20.	5.	Расчет уровня шума и акустического экрана	2
21.	5.	Расчет электромагнитного экрана для защиты от ионизирующих излучений	2
22.	4,5	Промежуточное тестирование	1

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- учебные аудитории, оборудованные для проведения лекционных и практических занятий с использованием мультимедийной аппаратуры;
- аудиовизуальные, технические и компьютерные средства обучения; компьютеры, оснащенные программными пакетами: Excel for Windows, Word for Windows, PowerPoint, мультимедийный проектор, экран;
- наглядные пособия: раздаточные материалы (таблицы, рисунки, схемы), мультимедийные и видеоматериалы;
- программа дисциплины, учебные и методические пособия, тестирующие материалы, карточки раздаточного материала, периодическая и научная литература, доступ к библиотечным и сетевым источникам информации.

### **9. Информационное обеспечение дисциплины**

- а) программное обеспечение Microsoft Word, Excel, PowerPoint и др.;
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
- официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Электронный адрес: <https://www.mnr.gov.ru/>;
  - официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования. Электронный адрес: <http://rpn.gov.ru/>;
  - официальный сайт Департамента ЖКХ и благоустройства г. Москвы. Электронный адрес: <http://dgkh.mos.ru/>;
  - поисковая система по экологии – Экоинформ. Электронный адрес: <https://wikiwaste.ru/kontakty/>;
  - справочно-информационная система. Система нормативов. Электронный адрес: <http://www.normacs.ru/>;
  - информационные ресурсы. Экология. Электронный адрес: <http://ecology.tverlib.ru/002.htm>

### **10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

- а) основная литература:
- Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учебное пособие для вузов / А.Г. Ветошкин. – М.: Абрис, 2012. – 639 с.
- б) дополнительная литература:

Будыкина Т.А. Процессы и аппараты защиты гидросферы / Т.А. Будыкина, С.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2010. 286 с.

Вальдберг А.Ю. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Защита атмосферы / А.Ю. Вальдберг, Н.Е. Николайкина. – М.: ДРОФО, 2008. 240 с.

Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / А.Г. Ветошкин. – М.: Высшая школа, 2008. 640 с.

Практикум «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» / Под редакцией д.х.н., проф. Глебова А.Н. – Казань: «Экоцентр», 2009. 100 с.

Сосновский В.И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов / В.И. Сосновский, Н.Б. Сосновская, С.В. Степанова. – Казань: КГТУ, 2009. 115 с.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в формах теоретических (лекции) и практических (лабораторные) занятий. Самостоятельная работа включает выполнение контрольных заданий, расчетно-графических и аналитических работ, подготовку к практическим занятиям, к промежуточному и итоговому контролю теоретических знаний и практических умений и навыков обучающихся. Материалы для самостоятельной работы студенты получают на семинарах, в информационных поисковых системах, специализированных официальных сайтах электронных библиотеках и изданиях, в учебниках и учебных пособиях по процессам и аппаратам защиты окружающей среды.

Подготовка к учебному занятию заключается в ознакомлении обучающихся с темой занятия и рассматриваемыми вопросами, предварительном анализе учебного материала, формулировке вопросов и уточнений по трудным для понимания вопросам; состоит в проверке выполненных на лабораторном занятии расчетных и аналитических работ.

Работа во время проведения занятия лабораторного типа включает консультирование студентов преподавателем, коллективного обсуждения проблем и вопросов по процессам и аппаратам защиты окружающей среды, программой выполнения задания.

Обработка, анализ и обобщение полученных результатов выполненных работ проводится обучающимися самостоятельно или под руководством преподавателя. В результате оформляется индивидуальный отчет. Подготовленная к сдаче на контроль и оценку работа сдается преподавателю. Форма отчетности может быть письменная, устная или две одновременно. Главным результатом в данном случае служит получение положительной оценки по каждому практическому заданию. Это является необходимым условием при проведении рубежного контроля и допуска к зачету/экзамену. При получении неудовлетворительных результатов обучающийся имеет право в дополнительное время пересдать преподавателю работу.

Самостоятельная работа предполагает своевременное и полное выполнение теоретических и практических заданий, защиту полученных результатов.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету/экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. К итоговому контролю допускаются лица, защитившие все работы и задания.

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

## Паспорт ФОС

### для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Контролируемые компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Оценочные средства					Баллы по разделам дисциплины
			работа на занятии	контрольные (тестовые) задания	расчетно-графические работы	аналитические работы	итоговая аттестация	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-2 ПК-5	1.	Глоссарий базовых терминов в области защиты окружающей среды	0,5	-	-	4	1	5,5
ОПК-2 ПК-5	2.	Расчет параметров пылеосадительной камеры	0,5	3	2	-	5	25,5
ОПК-2 ПК-5	2.	Расчет параметров циклона	1		3	-		
ОПК-2 ПК-5	2.	Расчет параметров пенного пылеуловителя	1		3	-		
ОПК-2 ПК-5	2.	Расчет параметров скруббера Вентури	1		3	-		
ОПК-2 ПК-5	2.	Расчет параметров абсорбера	1		2	-		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров оборотной системы водоснабжения	1	3	3	-	5	34,5
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров замкнутой системы водоиспользования	0,5		2	-		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров системы водоиспользования с прудом-охладителем	1		3	-		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров вертикального отстойника	0,5		2	-		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров сепаратора	0,5		2	-		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров напорного зернистого фильтра	1		3	3		
ОПК-2 ПК-5	3.	Расчет параметров напорного гидроциклона	1	3	3	-		
ОПК-2 ПК-5	4.	Определение класса опасности отхода расчетным методом по сумме показателей опасности составных веществ	1	3	3	-	5	19,5
ОПК-2 ПК-5	4.	Определение класса опасности промышленных отходов на основе расчета индекса опасности отходов производства	0,5					



ОПК-2 ПК-5	4.	Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды экспериментальным методом	1		3	-		
ОПК-2 ПК-5	5.	Расчет уровня шума и акустического экрана	1	3	3	-	4	15
ОПК-2 ПК-5	5.	Расчет электромагнитного экрана для защиты от ионизирующих излучений	1		3	-		
<i>Всего:</i>			<i>15</i>	<i>15</i>	<i>46</i>	<i>4</i>	<i>20</i>	<i>100</i>

### Темы рефератов

Тема реферата выбирается по желанию студента из списка дополнительных тем для самостоятельного изучения и защищается в конце семестра. Полученный балл приплюсовывается к итоговому баллу за семестр.

### Примерные контрольные вопросы

1. Перечислите механические способы очистки сточных вод.
2. Как подразделяются загрязнения сточных вод по физическому состоянию?
3. В каком виде присутствуют в сточных водах нерастворимые вещества?
4. Что такое суспензия и что такое седиментация?
5. Дайте определение закона Стокса.
6. Что такое эмульсия, дайте ее описание.
7. Что такое пены? В каком процессе очистки сточных вод используют пены? Опишите этот процесс.
8. Что такое коллоидный раствор. Строение и свойства коллоидных частиц.
9. Дайте описание нитрификации и денитрификации.
10. Что такое биохимическая и химическая потребность в кислороде?
11. Опишите принцип работы решеток и решеток дробилок.
12. Из каких соображений определяется размер решеток.
13. Принцип работы отстойников. Классификация по различным признакам.
14. Как определяется эффективность отстаивания?
15. Как определяется эффективность одиночного отстаивания (формула Стокса)?
16. Как на практике определяется эффект осветления сточной воды?
17. Что такое условная гидравлическая крупность, как она рассчитывается?
18. Опишите работу горизонтальных и вертикальных отстойников.
19. Опишите работу радиальных отстойников.
20. Перечислите методы интенсификации работы отстойников.
21. Дайте описание тонкослойных отстойников, их схемы.
22. Что такое биофлокуляция? Дайте описание.
23. Опишите принцип работы осветлителей с взвешенным осадком, их разновидности.
24. Для чего применяют вторичные отстойники? Опишите принцип их работы и стадии гравитационного разделения.
25. Перечислите способы повышения эффективности илоразделения.
26. Приведите классификацию и конструкции вторичных отстойников.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН

#### Разработчик:

Д.т.н., профессор, департамент ЭБиМКП



А.В. Луканин