

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

« 02 » апреля 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ	18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль подготовки	Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	4 / 144	18		36	90	Курсовой проект, зачет
Итого	4 / 144	18		36	90	Курсовой проект, зачет

Владимир 2015

*AP*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель курса «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» состоит в формировании у студентов знаний и умений в области основных методов и закономерностей физико-химических процессов защиты окружающей среды, основах технологий очистки пылегазовых выбросов, жидких сбросов, утилизации и переработки твердых отходов, о физических принципах защиты окружающей среды от энергетических воздействий.

Общими задачами дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» являются:

- получение базовых знаний о физико-химических процессах, лежащих в основе очистки отходящих газов, сточных вод и утилизации твердых отходов;
- приобретение практических навыков по выбору оптимального оборудования для проведения процессов по снижению загрязнения окружающей среды.

В результате изучения курса «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» выпускник получает знания и навыки, необходимые для выбора методов, способов и оборудования по очистке промышленных выбросов и созданию малоотходных технологий, осознает физико-химическую сущность основных процессов защиты окружающей среды, основ технологии рационального природопользования и защиты окружающей среды.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Данный курс относится к дисциплинам базовой части блока «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки бакалавров по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Дисциплина является продолжением курса «Процессы и аппараты химической технологии» и представляет собой взаимосвязь между высшим экологическим образованием в области защиты окружающей среды и физико-химическими дисциплинами, а также отраслевыми курсами специальной технологии.

Курс основывается на общих законах физики, теоретической механики, физической и коллоидной химии. Его освоение невозможно без знаний высшей математики, физики и химии. Знание данной дисциплины необходимо для глубокого усвоения курсов дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», а также применения знаний курсов «Физика», «Общая и неорганическая химия» и других дисциплин, в основе которых лежат такие явления, как термохимические и фазовые превращения, процессы излучения, горения и ряд других физических и химических явлений.

Знания, полученные в данном курсе, необходимы для дальнейшего обучения по профильным дисциплинам и успешного прохождения производственной и преддипломной практик.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### **1) Знать:**

- общие принципы рационального природопользования и защиты окружающей среды (ПК-5);
- основные нормативы загрязнений и показатели качества окружающей среды (ПК-5);
- методы оценки эффективности химико-технологических производств и их воздействия на окружающую среду (ПК-5);
- основные процессы и аппараты, применяемые при очистке промышленных выбросов (ПК-5, ПК-7).

#### **2) Уметь:**

- определять источники и виды загрязнений химико-технологических производств, оценивать степень их опасности для окружающей среды (ПК-5);
- производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учётом реализации задач защиты окружающей среды (ПК-7);

#### **3) Владеть:**

- методами расчета параметров и выбора аппаратуры для очистки промышленных выбросов от различного типа и концентрации загрязнителей (ПК-5, ПК-7);
- методами анализа экологической безопасности химических, нефтехимических и биохимических производств (ПК-5).

Таким образом, изучение дисциплины способствует формированию у обучающегося следующих **компетенций**:

#### *Профессиональных в области производственно-технологической деятельности:*

- готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5);
- готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств (ПК-7).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	Теоретические основы защиты окружающей среды	3	1-4	4		6		22		7/70	
2	Механические и физические методы очистки от загрязнений	3	5-10	6		14		30		16/80	1-й и 2-й рейтинг-контроли
3	Физико-химические методы очистки от загрязнений	3	11-18	8		16		38		20/83,3	3-й рейтинг-контроль
<b>Итого за курс:</b>				18		36		90		43/79,6	курсовой проект, зачет

#### 4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

##### Раздел 1. Теоретические основы защиты окружающей среды

*Лекция 1. Технология защиты окружающей среды.* Основные понятия и определения. Источники и виды загрязнений. Нормирование уровня загрязнений.

*Лекция 2. Обзор методов очистки промышленных выбросов.* Общая классификация методов очистки промышленных выбросов. Методы очистки выбросов в атмосферу. Методы очистки выбросов в гидросферу.

## **Раздел 2. Механические и физические методы очистки от загрязнений**

*Лекция 3. Гравитационное и инерционное осаждение. Пылеосадители. Назначение и классификация отстойников. Песколовки и первичные отстойники. Отстойники для разделения суспензий и эмульсий.*

*Лекция 4. Центробежное осаждение и фильтрация. Циклоны и гидроциклоны. Отстойные и фильтрующие центрифуги. Газовые фильтры. Туманоуловители. Водяные фильтры.*

*Лекция 5. Методы физической очистки. Мокрая очистка газов. Конструкции скрубберов. Барботажные (пенные) пылеуловители. Электрическая очистка газов. Электрофильтры.*

## **Раздел 3. Физико-химические методы очистки от загрязнений**

*Лекция 6. Сорбционные методы очистки. Основные понятия абсорбции и адсорбции. Классификация и конструкция абсорберов. Абсорбционные установки. Классификация и конструкция адсорберов.*

*Лекция 7. Термохимические методы очистки газов. Каталитическая очистка газов. Аппараты для каталитической очистки газов. Термическая очистка газов. Аппараты для термокatalитической очистки газов.*

*Лекция 8. Ионный обмен и химическая нейтрализация сточных вод. Основные понятия ионного обмена. Ионообменные аппараты. Химическая нейтрализация сточных вод.*

*Лекция 9. Химическое окисление и биохимическая очистка сточных вод. Химическое окисление. Общие сведения о биохимической очистке. Сооружения аэробной очистки. Сооружения анаэробной очистки.*

### **4.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

*Лабораторное занятие 1. Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины.*

*Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа 1 «Изучение процесса отстаивания сточных вод»;*

*Лабораторное занятие 3. Защита лабораторной работы 1;*

*Лабораторное занятие 4. Лабораторная работа 2 «Изучение интенсификации отстаивания сточных вод»;*

*Лабораторное занятие 5. Проведение рейтинг – контроля № 1;*

*Лабораторное занятие 6. Лабораторная работа 3 «Изучение процесса фильтрации сточных вод»;*

- Лабораторное занятие 7.* Защита лабораторной работы 2;
- Лабораторное занятие 8.* Лабораторная работа 4 «Изучение процесса адсорбции сточных вод»;
- Лабораторное занятие 9.* Защита лабораторной работы 3;
- Лабораторное занятие 10.* Лабораторная работа 5 «Изучение процесса химической нейтрализации сточных вод».
- Лабораторное занятие 11.* Проведение рейтинг – контроля № 2;
- Лабораторное занятие 12.* Лабораторная работа 6 «Изучение процесса химического окисления сточных вод»;
- Лабораторное занятие 13.* Защита лабораторной работы 4;
- Лабораторное занятие 14.* Лабораторная работа 7. «Изучение процесса электролиза сточных вод»;
- Лабораторное занятие 15.* Защита лабораторной работы 5;
- Лабораторное занятие 16.* Защита лабораторных работ 6 и 7;
- Лабораторное занятие 17.* Проведение рейтинг – контроля № 3;
- Лабораторное занятие 18.* Подведение итогового рейтинга.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Реализация компетентного подхода в рамках преподавания дисциплины реализуется при помощи следующих образовательных технологий:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на создание необходимой для успешного изучения курса базы знаний. Заключаются в использовании мультимедийных технологий при чтении лекционного курса, что обеспечивает наглядность и удобство усвоения информации. Кроме того, предполагается изучение части курса в виде самостоятельной работы с применением информационных технологий.

2. Практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений за счет установки междисциплинарных связей, при которых изучение дисциплины строится на основе ранее приобретенных знаний и умений, а полученные навыки необходимы для дальнейшего обучения по программе подготовки. Также эти технологии применяются при проведении практических занятий, ориентированных на решение задач, связанных с практической деятельностью, предусмотренной программой подготовки.

3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие навыков проблемного мышления. Заключается в постановке основных проблем тематики дисциплины на лекциях и практических занятиях, выборе тем для

самостоятельного обучения и предполагает проведение открытых индивидуальных и коллективных дискуссий по совместному с преподавателем поиску оптимальных решений.

4. Личностно-ориентированные технологии, учитывающие индивидуальные особенности и способности каждого обучающегося для обеспечения успешного изучения дисциплины. Заключаются в индивидуальных беседах со студентами во время занятий, проверки и защиты индивидуальных заданий (задач и реферата), использовании балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся.

Большая часть занятий и образовательных технологий происходит в интерактивной форме, заключающемся в обмене информацией между преподавателем и студентами, совместному поиску путей решения практических задач и проблем, а также в возможности более детального совместного рассмотрения и актуализации вопросов, представляющих наибольший интерес для обучающихся в рамках тематики занятий.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Основные понятия и определения защиты окружающей среды;
2. Источники и виды загрязнений;
3. Нормирование уровня загрязнений;
4. Общая классификация методов очистки промышленных выбросов;
5. Методы очистки выбросов в атмосферу;
6. Методы очистки выбросов в гидросферу;
7. Пылеосадители;
8. Назначение и классификация отстойников;
9. Песколовки;
10. Первичные отстойники;
11. Отстойники для разделения суспензий;
12. Отстойники для разделения эмульсий.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Циклоны и гидроциклоны;
2. Отстойные центрифуги;
3. Фильтрующие центрифуги;

4. Газовые фильтры;
5. Туманоуловители;
6. Водяные фильтры;
7. Мокрая очистка газов;
8. Конструкции скрубберов;
9. Барботажные (пенные) пылеуловители;
10. Электрическая очистка газов;
11. Электрофильтры;
12. Основные понятия абсорбции;
13. Основные понятия адсорбции;
14. Классификация и конструкция абсорберов;
15. Абсорбционные установки;
16. Классификация и конструкция адсорберов.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Каталитическая очистка газов;
2. Аппараты для каталитической очистки газов;
3. Термическая очистка газов;
4. Аппараты для термокatalитической очистки газов;
5. Основные понятия ионного обмена;
6. Ионообменные аппараты;
7. Химическая нейтрализация сточных вод;
8. Химическое окисление сточных вод;
9. Общие сведения о биохимической очистке сточных вод;
10. Сооружения аэробной очистки;
11. Сооружения анаэробной очистки.

## **6.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов заключается в самостоятельном изучении вопросов, входящих в состав теоретического курса дисциплины, подготовке к выполнению и защите лабораторных работ, обработке экспериментальных данных, в разработке курсовых работ и подготовке к их защите, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточным аттестациям.

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, доступной в библиотеке и электронным зале ВлГУ, Интернет-ресурсами, а также учебно-методическими комплексами, доступными на кафедре «Химические технологии».

Контроль за выполнением самостоятельной работы проводится по следующим вопросам:

### **Раздел 1. Теоретические основы защиты окружающей среды**

- 1.1. ПДК вредных веществ в газовых выбросах и сточных водах;
- 1.2. Нормативы допустимых физических воздействий;
- 1.3. Основные свойства аэрозолей;
- 1.4. Основные свойства водных дисперсных систем;
- 1.5. Методы защиты от энергетических воздействий.

### **Раздел 2. Механические и физические методы очистки от загрязнений**

- 2.1. Тонкослойные отстойники;
- 2.2. Нефтеловушки и маслотовушки;
- 2.3. Смолоуловители;
- 2.4. Определения размеров циклонов и их к.п.д.;
- 2.5. Механизмы осаждения частиц на волокнах фильтра;
- 2.6. Типы фильтровальных перегородок для очистки газовых выбросов;
- 2.7. Адсорбционные установки;
- 2.8. Флотационная очистка сточных вод.

### **Раздел 3. Физико-химические методы очистки от загрязнений**

- 3.1. Типы насадок, применяемые в насадочных колоннах;
- 3.2. Типы тарелок, применяемые в тарельчатых колоннах;
- 3.3. Селективность ионитов;
- 3.4. Кинетические закономерности ионного обмена;
- 3.5. Биохимическая очистка сточных вод в естественных условиях;
- 3.6. Окситенки и биотенки;
- 3.7. Биофильтры;
- 3.8. Осветлители-перегиватели.

### 6.3. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

#### Варианты заданий для курсового проектирования

##### 1) Расчёт насадочного абсорбера

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Абсорбируемый компонент (абсорбтив)	аммиак	хлористый водород	аммиак	хлористый водород	аммиак
Количество газовой смеси, поступающей в установку $V$ , м <sup>3</sup> /с	5	8	6	12	12
Начальная концентрация абсорбтива в газовой смеси $y_n$ , %	6	8	4	6	8
Начальная концентрация абсорбтива в абсорбенте $x_n$ , %	0	0,22	0,18	0,14	0,2
Степень извлечения $\epsilon$	0,95	0,92	0,89	0,91	0,94
Степень насыщения $\eta$	0,75	0,74	0,76	0,84	0,82
Температура абсорбции $t_a$ , °С	25	31	37	29	34
Давление абсорбции $P_a$ , кПа	141,5	162,5	128,9	144,6	150,3
Примечание: для всех вариантов очищаемый газ – воздух, абсорбент – вода.					

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Материальный баланс процесса;
- Определение скорости газа и диаметра абсорбера;
- Определение средней движущей силы процесса;
- Определение коэффициента массопередачи;
- Определение высоты абсорбера;
- Определение гидравлического сопротивления абсорбера;
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: насос для подачи абсорбента; газодувка (турбокомпрессор) для подачи газовой смеси.

Необходимо вычертить:

- Технологическая схема абсорбционной установки;
- Общий вид абсорбционной колонны (сборочный чертеж).

## 2) Расчёт адсорбционной установки

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Количество газовой смеси, поступающей в установку $V, \text{ м}^3/\text{с}$	6	9	11	7	12
Адсорбируемый компонент (адсорбтив)	аммиак	сероводород	диоксид углерода	пары метилового спирта	пары этилового спирта
Температура газовой смеси $t_{\text{см}}, \text{ }^\circ\text{C}$	20	24	18	22	16
Начальная концентрация адсорбтива в газовой фазе $C_{\text{н}}, \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$	1,5	2,0	1,8	1,2	2,4
Проскоковая концентрация адсорбтива $C_{\text{п}}, \%$ от $C_{\text{н}}$	5	8	4	10	6
Эквивалентный диаметр гранул адсорбента, мм	1,6	2,0	1,8	2,2	1,4

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Изотерма адсорбции;
- Диаметр и высота адсорбера;
- Коэффициент массопередачи процесса адсорбции;
- Продолжительность адсорбции. Выходная кривая. Профиль концентрации в слое адсорбента;
- Материальный баланс адсорбции
- Вспомогательные стадии цикла
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: воздуходувка, циклон, фильтр

Необходимо вычертить:

- Технологическая схема адсорбционной установки;
- Общий вид адсорбционной колонны (сборочный чертеж).

### 3) Расчёт барабанного вакуум-фильтра

Исходные данные для расчёта:

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Производительность фильтра по осадку $G_{ос}$ , кг/с	2,6	3,0	2,4	2,8	2,5
Влажность осадка $w$ , масс. %	40	45	35	50	47
Содержание твердой фазы в суспензии $x$ , масс. %	20	18	25	22	30
Перепад давления при фильтровании и промывке $\Delta P$ , кПа	75	80	78	82	86
Удельное сопротивление осадка $r$ , $\cdot 10^{-3}$ Па·с/м <sup>2</sup>	4	5	6	7	8
Сопротивление фильтрующей перегородки $R_{п}$ , $\cdot 10^6$ Па·с/м	1	0,9	0,8	1,1	1,2
Динамический коэффициент вязкости фильтрата $\mu_{ф}$ , $\cdot 10^{-3}$ Па·с	0,9	0,95	0,88	0,96	0,99
Плотность твердой фазы $\rho_{т}$ , кг/м <sup>3</sup>	2500	2650	2800	2350	2900
Плотность жидкой фазы $\rho_{ф}$ , кг/м <sup>3</sup>	1000	990	970	1100	940
Температура промывной жидкости (воды) $t_{пр}$ , °С	20	18	19	22	25
Удельный расход промывной жидкости $m$ , кг/кг осадка	3,6	3,8	3,4	4,0	4,2
Угол зоны фильтрования $\varphi_{ф}$ , °	135	120	115	145	125
Частота вращения барабана $n$ , об/мин	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4

В курсовом проекте должны быть разработаны следующие вопросы:

- Материальный баланс процесса фильтрования;
- Выбор толщины слоя осадка;
- Энергетический расчёт;
- Расчёт и выбор вспомогательного оборудования: насос, ресивер, ловушка

Необходимо вычертить:

1. Технологическая схема фильтровальной установки;
2. Общий вид барабанного вакуум-фильтра (сборочный чертеж).

#### Требования к курсовому проекту

По результатам выполнения курсового проекта и в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД, а также нормативных документов университета и кафедры, оформляется пояснительная записка общим объемом 30 – 50 стр. и выполняются чертежи на листах

формата А1. На чертежах должны быть представлены принципиальная технологическая схема установки и общий вид проектируемого аппарата (сборочный чертеж или чертеж общего вида).

### **Защита курсового проекта**

Курсовой проект считается выполненным, если он соответствует варианту задания, предъявляемым требованиям и подписан руководителем проекта. Защита курсового проекта осуществляется перед комиссией, состав которой утверждается на кафедре.

### **6.4. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ**

1. Основные понятия и определения защиты окружающей среды;
2. Источники и виды загрязнений;
3. Нормирование уровня загрязнений;
4. Общая классификация методов очистки промышленных выбросов;
5. Методы очистки выбросов в атмосферу;
6. Методы очистки выбросов в гидросферу;
7. Пылеосадители;
8. Назначение и классификация отстойников;
9. Песколовки;
10. Первичные отстойники;
11. Отстойники для разделения суспензий;
12. Отстойники для разделения эмульсий.
13. Циклоны и гидроциклоны;
14. Отстойные центрифуги;
15. Фильтрующие центрифуги;
16. Газовые фильтры;
17. Туманоуловители;
18. Водяные фильтры;
19. Мокрая очистка газов;
20. Конструкции скрубберов;
21. Барботажные (пенные) пылеуловители;
22. Электрическая очистка газов;
23. Электрофильтры;
24. Основные понятия абсорбции;
25. Основные понятия адсорбции;

26. Классификация и конструкция абсорберов;
27. Абсорбционные установки;
28. Классификация и конструкция адсорберов.
29. Каталитическая очистка газов;
30. Аппараты для каталитической очистки газов;
31. Термическая очистка газов;
32. Аппараты для термокаталитической очистки газов;
33. Основные понятия ионного обмена;
34. Ионообменные аппараты;
35. Общие принципы и аппараты для электролиза сточных вод;
36. Химическая нейтрализация сточных вод;
37. Химическое окисление сточных вод;
38. Общие сведения о биохимической очистке сточных вод;
39. Сооружения аэробной очистки;
40. Сооружения анаэробной очистки.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература:**

1. Пикалов Е.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учеб. пособие – Владимир: изд-во ВлГУ, 2015. – 79 с. (наличие в библиотеке ВлГУ доступ по интернет-ссылке <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4205/1/01415.pdf>);
2. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. Пособие - М.: Абрис, 2012. - 397 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200308.html>);
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учеб. пособие для вузов: электронный ресурс - М.: Абрис, 2012 (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200322.html>);
4. Романова С.М., Степанова С.В., Ярошевский А.Б. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов: учеб. пособие - Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. - 144 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212869.html>).

#### **б) дополнительная литература:**

1. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 208 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937923.html>);
2. Мухутдинов А.А., Степанова С.В., Сольяшинова О.А. Физико-химические методы очистки газов (лабораторный практикум) - Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. - 140 с (доступ по интернет-ссылке <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212548.html>);
3. Алексеев В.Е. Очистка сточных вод флотацией. Основы технологии и применение: монография. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 160 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300911.html>);
4. Пономарев В.Г. Процессы разделения суспензий сточных вод. Конструкции сооружений. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 228 с. (доступ по интернет-ссылке: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978543230193.html>).

#### **в) периодические издания:**

1. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, Всероссийский институт научной и технической информации РАН, г. Москва;
2. Вода и экология: проблемы и решения, ЗАО «Водопроект-Гипрокоммуноводоканал», г. Санкт-Петербург;
3. Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, ООО «Издательский дом «ОРИОН», г. Москва;
4. Инженерная защита, ООО «Журнал Инженерная защита», г. Санкт-Петербург;
5. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, ООО «Всероссийский научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности», г. Москва;
6. Экология и промышленность России, ООО «Калвис», г. Москва;
7. Экология промышленного производства, ФГУП «ВИМИ», г. Москва;
8. Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера, АО «Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха», г. Санкт-Петербург;
9. Охрана окружающей среды и природопользование, ООО "Центр обеспечения экологического контроля", г. Санкт-Петербург;
10. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», г. Архангельск.

**в) интернет-ресурсы:**

1. <http://www.ecoindustry.ru>
2. <http://ecology-education.ru>
3. <http://sprav-ekob.ru>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. наборы слайдов для прочтения лекций;
2. специализированные мультимедийные аудитории (303а-1, 305б-1, 320-1);
3. специализированная лаборатория по процессам и аппаратам (127б-1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рабочую программу составил  
доцент кафедры ХТ, к.т.н.  Е.С. Пикалов

Рецензент  
(представитель работодателя)  
ген. директор ООО «Альфасистемы»  Д.А. Потапов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
Протокол № 8 от 1.04.15 года  
Заведующий кафедрой ХТ, д.т.н., профессор  Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Протокол № 9 от 1.04.15 года  
Председатель комиссии  Ю.Т. Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_