


**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Согласовано  
Директор института заочного обучения

  
М.Н. Нестеров

« 30 » ноября 201 5 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

  
А.В. Белоусов

« 7 » декабря 201 5 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГАЗОВ**

направление подготовки (специальность):

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность программы (профиль):

**Энергетика теплотехнологий**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**заочная**


**Институт: Энергетический**

**Кафедра: Энергетики теплотехнологии**

Белгород – 201 5


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Т.И. Тихомирова)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики  
теплотехнологии**

« 16 » ноября, 201 5 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор  (В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября, 201 5 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-9	Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные положения экологической безопасности <b>Уметь:</b> определять физико-химические свойства выбросов в окружающую среду от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования, планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве. <b>Владеть:</b> навыками определения ПДК и методами их определения в реальных процессах, методами очистки воды, отходящих газов после ВТУ, принципами подбора и расчета оборудования, обеспечивающего экологическую безопасность на производстве

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Химия
2	Физика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
2	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
3	Проектирование и эксплуатация высокотемпературных установок
4	Источники и системы энергоснабжения предприятий
5	Утилизация вторичных энергетических ресурсов

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	16	16
лекции	6	6
лабораторные		
практические	10	10
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	128	128
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	83	83
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 4 Семестр 7**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Введение</b>					
	Содержание, цель и задачи дисциплины. Топливосберегающий, материалоресурсный и экологический аспекты	1	1		13
<b>2. Энергетические и технологические параметры уходящих газов.</b>					
	Методики расчетов влагосодержания и полной энтальпии уходящих газов от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования. Методики расчетов объемных, массовых расходов сухих смесей газовых компонентов, водяных паров и влажных газов. Расчет тепловых потоков уходящих газов и определение возможных количеств утилизируемой теплоты и повышения КПД теплогенераторов.	1	1		14
<b>3. Оборудование энерготехнологической обработки газов</b>					
	Контактные теплообменники, их типы, характеристики, расчет и области применения. Процессы изменения состояния влажного газа в контактных теплообменниках и построение векторов на I-x диаграмме. Поверхностные теплообменники утилизации теплоты запыленных газов, их достоинства и недостатки. Контактно-рекуперативные теплообменники комплексной обработки уходящих газов, их устройство, работа, достоинства и недостатки.	1	2		14
<b>4. Контактно-рекуперативные теплообменники</b>					

<p>Контактно-рекуперативные теплообменники с восходящим прямотоком фаз эмульгированном режиме (КРТ).</p> <p>Принцип работы и устройство контактно-рекуперативных теплообменников, их достоинства, недостатки, области применения.</p> <p>Тепловой и конструктивный расчет трубного пучка контактно-рекуперативного теплообменника. Конструирование и расчет вспомогательных узлов контактно-рекуперативных теплообменников с восходящим прямотоком фаз (форсунок, каплеуловителей, опорно-распределительных решеток, корпуса аппарата, патрубков и штуцеров).</p> <p>Газодинамический и гидравлический расчет КРТ.</p> <p>Определение массы аппарата, его ориентировочной стоимости, экономической эффективности его использования.</p>	1	2		14
<p>5 Методы улавливания оксидов серы с получением дополнительной продукции.</p>				
<p>Источники генерации оксидов серы. Классификация методов улавливания серы. Метод улавливания оксидов серы органическими поглотителями. Методы улавливания оксидов серы сульфитными растворами: аммиачные методы, магнезитовые, известняковый.</p> <p>Сорбционные методы улавливания оксидов серы твердыми поглотителями: метод поглощения SO<sub>2</sub> в кипящем слое угольными сорбентами, процесс поглощения SO<sub>2</sub> «Лурги».</p> <p>Методы обезвреживания SO<sub>2</sub> каталитическим окислением.</p>	1	2		14
<p>6. Методы промышленной очистки газов от оксидов азота</p>				
<p>Механизмы генерации оксидов азота. Классификация методов очистки газов от оксидов азота. Методы снижения генерации оксидов азота в теплогенерирующих установках.</p>	1	2		14
<p>ВСЕГО</p>	6	10	0	83

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №7				
1	Введение	Определение по заданному составу адиабатных температур и полных энтальпий, состава продуктов сгорания топлива	1	4
2	Энергетические и технологические параметры уходящих газов	Определение параметров уходящих газов с минимальным энергетическим потенциалом после теплоутилизатора	1	4
3	Оборудование энерготехнологической обработки газов	Расчет возможного количества утилизируемого тепла с оценкой затрат и определение экономической эффективности теплоутилизационного мероприятия	2	4
4	Контактно-рекуперативные теплообменники	Определение средней разности температур между теплоносителями в контактно-рекуперативных теплообменниках с восходящим прямотоком фаз.	2	4
5	Контактно-рекуперативные теплообменники	Определение требуемой поверхности теплообмена в контактно-рекуперативных теплообменниках с восходящим прямотоком фаз.	1	4
6	Методы промышленной очистки газов от оксидов азота	Конструирование трубного пучка в контактно-рекуперативных теплообменниках с восходящим прямотоком фаз	1	6
7	Контактно-рекуперативные теплообменники	Подбор и расчет форсунок	1	4
8	Контактно-рекуперативные теплообменники	Конструктивное оформление корпуса и его элементов контактно-рекуперативных теплообменников	1	4
ИТОГО:			10	34
ВСЕГО:				68

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы не предусмотрены

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в экологическую безопасность теплотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Роль теплотехнологий в народном хозяйстве.</li> <li>- Основные направления в развитии теплотехнологических процессов.</li> <li>- Теплотехнология и охрана окружающей среды</li> </ul>
2	Энергетические и технологические параметры уходящих газов.	<p>Физико-химические свойства выбросов в атмосферу от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования. Свойства газовой фазы: плотность, вязкость, расходы, энтальпии, тепловые потоки. Свойства частиц твердой фазы: виды плотностей, форма частиц, адгезионные свойства, смачиваемость, абразивность, электропроводность, дисперсный состав аэрозолей, способы выражения дисперсного состава - табличные, графические (дифференциальными и интегральными кривыми), нормально-логарифмическое распределение.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понятие о ПДК, ПДВ, их виды. Концентрация твердых частиц в газовом потоке, методы и средства их измерения.</li> </ul>
3	Оборудование энерготехнологической обработки газов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация, принцип работы, области применения, принципы подбора и расчета золопылеуловителей.</li> <li>- Классификация золопылеуловителей. Основы механики аэрозолей: скорость осаждения частиц, сила лобового сопротивления частиц движению в сплошной среде по законам Ньютона и Стокса, сила инерции и центробежная сила. Пылеосадительные камеры, их расчет.</li> </ul>
5	Методы улавливания оксидов серы с получением дополнительной продукции.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Типы золопылеуловителей.</li> <li>Центробежные золопылеуловители, их классификация. Принцип работы и подбора одиночных противоточных циклонов, одиночных прямоточных циклонов, батарейных противоточных циклонов, и прямоточных циклонов. Мокрые золопылеуловители, их классификация, области применения достоинства и недостатки.</li> <li>Полые прямоточные и центробежные скрубберы, Пенные аппараты - их типы, принцип работы, основные параметры.</li> <li>Аппараты ударно-инерционного действия, их типы, принцип работы, основные параметры.</li> </ul>
6	Методы промышленной очистки газов от оксидов азота	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Охрана водного бассейна от сбросов ТЭЦ.</li> <li>Методы очистки сточных вод.</li> <li>Механическая очистка.</li> <li>Химические методы очистки.</li> <li>Физико-химические методы очистки.</li> <li>- Биологические методы очистки а</li> </ul>

### 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

- учебным планом не предусмотрены



### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Учебным планом предусмотрено ИДЗ

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

1. Экологические проблемы в теплоэнергетике
2. Экологические проблемы в теплотехнике
3. Экологические проблемы в теплотехнологии

### **5.4. Перечень контрольных работ.**

– учебным планом не предусмотрены

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Список учебной литературы**

#### Основная литература

1. Лупандина, Н. С. Экологическая безопасность : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 140100.68 - Теплоэнергетика и теплотехника / Н. С. Лупандина, С. В. Свергузова, Н. Ю. Кирюшина. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 182 с
2. Кривошеин Д.А., Дмитренко В.П., Федотова Н.В. Основы экологической безопасности производств. учебное пособие. Издательство «Лань». 2015  
Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/60654#authors>

#### Дополнительная литература

1. Свергузова С.В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. Учебное пособие. Белгород, БГТУ , 2010
2. Лебедева Е.А. Экологическая оценка котельной установки и разработка нормативов предельно допустимых выбросов. Методические указания Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2012  
Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/16075>.— ЭБС «IPRbooks»

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

*Лекционные занятия* – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

*Практические занятия* – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений


Рабочая программа без изменений утверждена на 20 <sup>16</sup>/20 <sup>17</sup> учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (В.П. Кожевников)

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (А.В. Белоусов)

  
подпись, ФИО


## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений


Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (В.П. Кожевников)

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (А.В. Белоусов)

  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20<sup>18</sup>/20<sup>19</sup> учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 20<sup>18</sup>г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (В.П. Кожевников)

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (А.В. Белоусов)

  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

**1. Методические рекомендации по дисциплине «Энерготехнологическая обработка газов»** Цель учебной дисциплины состоит в подготовке специалистов в области энергетики теплотехнологии, способных находить научно обоснованные технические решения инженерных задач повышения теплоэнергетической эффективности производства, использования энергетических ресурсов, создания экологически безвредных и безотходных технологий.

**Методические рекомендации по дисциплине «Энерготехнологическая обработка газов»**

Курс «Энерготехнологическая обработка газов» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по специализациям ЭТ.

Целью изучения дисциплины является изучение характеристик вредных выбросов в окружающую среду в теплотехнологических процессах, методов и оборудования по улавливанию и нейтрализации вредных компонентов, мероприятий по повышению экологической безопасности эксплуатации теплотехнологического оборудования, находить научно обоснованные оптимальные технические решения инженерных задач для проектирования теплоэнергетических систем.

Целесообразно проводить занятия в виде лекций, и практических занятий.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Курс состоит из введения и 7-ми разделов.

Первый раздел рассматривает общие сведения о физико-химических свойствах выбросов в атмосферу от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования. Свойства частиц твердой фазы, понятие о ПДВ, ПДК, их виды [2] С. 261-270

Второй раздел, направленный на освоение студентами основных положений правовых и нормативных актов по природоохранной деятельности в энергетике. Изучаются Федеральные законы, основные положения государственных стандартов. [2] С. 95-137

Третий раздел посвящен изучению вопросов по охране воздушного бассейна. Лекционное изложение теоретических вопросов сопровождается здесь решением задач на практических занятиях. [2] С. 152-180

Четвертый раздел включает в себя наиболее сложные составляющие дисциплины – рассмотрение основных типов промышленных аппаратов для золопылеулавливания. Осуществляется расчет, подбор, изучается принцип работы и области применения зол пылесуловителей, циклонов, скрубберов, электрофильтров. Освоению материала способствует и проведение практических занятий по расчету, и подбору пылесадительного и золоулавливающего оборудования. Энергетический метод расчета эффективности мокрых аппаратов

помогает студентам усвоить скрубберную теорию аппаратов мокрой очистки. [2] С. 181-257

Пятый раздел курса рассматривает вопросы по охране водного бассейна. Изучаются вопросы по охране водного бассейна от сбросов ТЭЦ, методы очистки сточных вод: механическая очистка, химические методы очистки, физико-химические методы очистки, биологические методы очистки. [2] С. 284-303

Шестой раздел посвящен вопросам генерации оксидов серы и азота. Здесь же рассматриваются и воздействие их на окружающую среду, определение ПДК и ПДВ вредных компонентов, расчет процесса образования оксидов азота в топках котлов. [2] С. 199-272

Седьмой раздел курса рассматривает способы очистки отходящих газов от компонентов – адсорбция и абсорбция. Большая часть раздела посвящена изучению аппаратов очистки – различных абсорберов и адсорберов. [2] С. 422-463

Формы контроля знаний студентов предполагают текущую и промежуточную аттестацию. Текущая и промежуточная аттестации знаний проводятся в процессе проведения практических работ с решением задач и состоит из экзамена по теоретическому материалу.

### **Методические указания студентам по самостоятельному изучению дисциплины «Энерготехнологическая обработка газов»**

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов. Глубокое освоение дисциплины возможно лишь при систематической самостоятельной работе студента, требующей осмысления и повторения пройденного материала.

Исходный этап изучения курса – ознакомление с рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению. Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя. В литературе, представленной в основном и дополнительном списке, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы.

Инструментами освоения учебного материала в течение семестра являются физические представления, определения, понятия, расчетные методы и принципы подбора оборудования для обеспечения экологической безопасности теплотехнологии, составляющие основную часть дисциплины. Понимание физического смысла расчетных уравнений, их запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом. При подготовке к экзаменам во время экзаменационной сессии учебный материал, усвоенный студентом в семестре, уточняется и становится основой целостного восприятия фундаментальных знаний по изучаемой дисциплине.

Предполагается, что студент изучает и усваивает соответствующие разделы конспекта лекций и литературы при подготовке к практическим занятиям и выполнению ИДЗ.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от « 13 » июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов