


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 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

  
А.В. Белоусов

« 4 » декабря 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

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 – 2015

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 01 октября 2015 г., № 1081.

плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н, доц. \_\_\_\_\_



(Кулешов М.И)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Энергетики  
теплотехнологии

« 16 » ноября 2015 г., протокол №3

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф. \_\_\_\_\_



(В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института  
19» ноября 2015 г., протокол №3

Председатель к.т.н., доцент \_\_\_\_\_



(А. Н. Семернин)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	ПК-9	способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго ресурсосбережению на производстве	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основы экологической безопасности на производстве, основы экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго ресурсосбережению на производстве</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основы экологической безопасности на производстве, основы экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго ресурсосбережению на производстве</p> <p><b>Владеть:</b> навыками и способами обеспечения и соблюдения экологической безопасности на производстве, обеспечения экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго ресурсосбережению на производстве</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Тепломассообмен
2	Техническая термодинамика
3	Гидрогазодинамика
4	Экологическая безопасность теплотехнологии
5	Источники энергии теплоэнергетики
6	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
2	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
3	Основы трансформации теплоты
4	Основы конструирования теплотехнического оборудования
5	Теплофизические основы и организация технологических процессов



6	Экологическая безопасность теплотехнологии
---	--

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 5зач. единицы, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	20	20
лекции	10	10
лабораторные	0	0
практические	10	10
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	160	160
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	9	9
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	151	151
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	К-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b>1. Классификация и направления использования энергетических отходов</b>					
1	Классификация и направления использования энергетических отходов 1. Энергетические отходы технологических систем 2. Направления внешнего энергетического использования тепловых отходов	1	1		10

2	Регенерация теплоты отходящих газов 1. Назначение регенерации теплоты отходящих газов 2. Классификация подогревателей компонентов горения 3. Устройство и работа регенераторов 4. Устройство и работа рекуператоров 5. Схемы включения подогревателей компонентов горения в газовый тракт 6. Тепловой расчет рекуператоров	1	1		15
3	Котлы-утилизаторы (КУ) 1. Назначение и классификация 2. Конструкции и принцип работы КУ	1	1		20
4	Энерготехнологические агрегаты (ЭТА) 1. Назначение и классификация 2. Конструкции и принцип работы 3. Схемы включения	1	1		15
5	Тепловой расчет КУ и ЭТА 1. Тепловая схема агрегата 2. Расчет испарительных поверхностей нагрева 3. Расчет пароперегревателя 4. Расчет экономайзера	1	1		35
6	Аппараты глубокого охлаждения продуктов горения 1. Контактные аппараты 2. Контактно-поверхностные аппараты 3. Конденсационные котлы 4. Основы расчета контактных аппаратов	1	1		20
7	Определение экономии топлива за счет использования ВЭР 1. Экономия горючих ВЭР 2. Экономия тепловых ВЭР	1	1		18
8	Утилизация низкопотенциальных ВЭР 1. Назначение и типы теплонасосных установок (ТНУ) 2. Схемы включения ТНУ в систему 3. Основы расчета ТНУ	3	3		18
ВСЕГО		10	10		151

#### 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	Классификация и направления использования энергетических отходов	1. Энергетические отходы технологических систем. 2. Направления внешнего энергетического использования тепловых отходов.	2	15
2	Регенерация теплоты отходящих газов	1. Назначение регенерации теплоты отходящих газов 2. Классификация подогревателей компонентов горения	2	15



		3. Устройство и работа регенераторов 4. Устройство и работа рекуператоров 5. Схемы включения подогревателей компонентов горения в газовый тракт 6. Тепловой расчет рекуператоров		
3	Утилизация низкопотенциальных ВЭР	1. Назначение и типы теплонасосных установок (ТНУ) 2. Схемы включения ТНУ в систему 3. Основы расчета ТНУ	2	26
4	Аппараты глубокого охлаждения	1. Контактные аппараты 2. Контактно-поверхностные аппараты 3. Конденсационные котлы 4. Основы расчета контактных аппаратов	2	30
5	Котлы-утилизаторы (КУ). Энерготехнологические агрегаты (ЭТА). Тепловой расчет КУ и ЭТА	1. Назначение и классификация КУ 2. Конструкции и принцип работы КУ 3. Назначение и классификация ЭТА 4. Конструкции и принцип работы ЭТА 5. Схемы включения ЭТА 6. Тепловая схема агрегата 7. Расчет испарительных поверхностей нагрева 8. Расчет пароперегревателя 9. Расчет экономайзера	2	65
ВСЕГО			10	151

#### 4.3. Перечень лабораторных занятий

Учебным планом 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
1	Классификация и направления использования энергетических отходов	1. Энергетические отходы технологических систем. 2. Направления внешнего энергетического использования тепловых отходов.
2	Регенерация теплоты отходящих газов	1. Назначение регенерации теплоты отходящих газов 2. Классификация подогревателей компонентов горения 3. Устройство и работа регенераторов 4. Устройство и работа рекуператоров 5. Схемы включения подогревателей компонентов горения в газовый тракт 6. Тепловой расчет рекуператоров
3	Утилизация низкопотенциальных ВЭР	1. Назначение и типы теплонасосных установок (ТНУ) 2. Схемы включения ТНУ в систему 3. Основы расчета ТНУ
4	Аппараты глубокого	1. Контактные аппараты 2. Контактно-поверхностные аппараты

	охлаждения	3. Конденсационные котлы 4. Основы расчета контактных аппаратов
5	Котлы-утилизаторы (КУ). Энерготехнологические агрегаты (ЭТА). Тепловой расчет КУ и ЭТА	1. Назначение и классификация КУ 2. Конструкции и принцип работы КУ 3. Назначение и классификация ЭТА 4. Конструкции и принцип работы ЭТА 5. Схемы включения ЭТА 6. Тепловая схема агрегата 7. Расчет испарительных поверхностей нагрева 8. Расчет пароперегревателя 9. Расчет экономайзера

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

Учебным планом не предусмотрены.

## 5.3. Перечень расчетно-графических заданий

Цель – самостоятельно и более детально рассмотреть отдельные моменты лекционного материала. Изучить законодательную (нормативную) базу теоретических вопросов, не рассматриваемых на лекционных и практических занятиях конкретно (не углубленно). Изучить и рассмотреть темы, не вошедшие в лекционный курс, но имеющие практическую ценность.

**Темы:**

1. Расчёт котла-утилизатора
2. Тепловой расчет рекуператоров
3. Расчет экономайзера
4. Схемы и принцип работы радиационных трубчатых рекуператоров
5. Схемы и принцип работы радиационных кольцевых рекуператоров
6. Расчет испарительных поверхностей нагрева котла
7. Расчет пароперегревателя котла
8. Энергетические отходы технологических систем
9. Направления внешнего энергетического использования тепловых отходов
10. Назначение регенерации теплоты отходящих газов. Классификация подогревателей компонентов горения
11. Устройство и работа регенераторов с неподвижной насадкой
12. Устройство и работа регенераторов с подвижной насадкой
13. Тепловой расчет стальных рекуператоров
14. Схема и принцип работы вертикального газотрубного котла-утилизатора
15. Схема и принцип работы горизонтального газотрубного котла-утилизатора
16. Схема, характеристика и принцип работы водотрубного котла-утилизатора.



17. Схема, характеристика и принцип работы водотрубного пакетно-конвективного котла-утилизатора для сажевого производства
18. Схема, характеристика и принцип работы газотрубного энерготехнологического котла (реактора-генератора)
19. Схема, характеристика и принцип работы водотрубного энерготехнологического агрегата обжига серного колчедана
20. Технологическая схема энерготехнологического агрегата обжига серного колчедана
21. Схема, характеристика и принцип работы регенерационного энерготехнологического котла
22. Схема, характеристика и принцип работы энерготехнологического агрегата для гидротермической переработки фосфоритов
23. Составление тепловой схемы котельного агрегата
24. Тепловой баланс котельного агрегата

#### **5.4. Перечень контрольных работ Учебным планом не предусмотрен**

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

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. *Васильченко, Ю.В.* Энергетический комплекс промышленных предприятий.
- Ч. 2: Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. пособие для студентов заоч. формы обучения с применением дистанц. технологий специальностей 140105.65, 140100.62 / Ю.В. Васильченко, А.В. Губарев, А.С. Горлов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 268 с.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – 4-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2007. – 632 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 4).
3. *Лисиенко, В.Г.* Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 2: Справочное издание / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев // Под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2005. – 768 с.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Промышленные теплообменные процессы и установки: учебник для вузов / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О.Л. Данилов и др. // Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.
2. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А.П. Воинов, В.А. Зайцев, Л.И. Куперман, Л.Н. Сидельковский // Под ред. Л.Н.



Сидельковского. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с. – (Экономия топлива и электроэнергии).

3. Назмеев, Ю.Г. Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий: Учебное пособие для студентов вузов / Ю.Г. Назмеев, И.А. Конахина. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 407 с.

4. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях / В.Г. Григоров, В.К. Нейман, С.Д. Чураков и др. – М.: Химия, 1987. – 240 с

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.news.elteh.ru/>
2. <http://www.electronpribor.ru/>
3. <http://www.mars-energo.ru/emworknet.htm>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Аудитории, оборудованные мультимедийными средствами обучения. Предусматривается в интерактивной форме проводить обучение в объеме 12 ч., что составляет 23,5 % от аудиторных занятий.

Перечень демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий для преподавания дисциплины «Утилизация вторичных энергетических ресурсов»

№	Наименование	Количество
<b>Демонстрационное оборудование с разрезами узлов и агрегатов</b>		
1	Испытательный стенд конденсационного водогрейного котла. Натурные модели контактно-рекуперативных утилизаторов теплоты продуктов горения.	10
2	Натурные образцы отдельных деталей и агрегатов котла утилизатора	15
<b>Учебно-наглядные пособия</b>		
1	Комплект плакатов с изображением устройства и принципа работы водогрейного котла	1
2	При чтении дисциплины «Утилизация вторичных энергетических ресурсов» используются активные и интерактивные формы проведения занятий.	1

- Лаборатория №401, №404, №407, №408 лабораторного корпуса, макеты теплотехнологического оборудования,

- Лаборатория испытания котельного и теплоутилизационного оборудования (в здании опытно-производственных мастерских).

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

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

Заведующий кафедрой  В.П. Кожсвников

Директор института  А.В. Белоусов




## 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 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 24 » 05 2018г.

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов



### Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) «Утилизация вторичных энергетических ресурсов» предполагает следующие виды самостоятельной работы студентов в течение семестра:

- Работа с теоретическими материалами, изучение материалов лекций.
- Выполнение заданий и практических упражнений, предлагаемых в качестве практикума.
- Написание рефератов на основе информации в Интернете и научных печатных изданий.
- Прохождение экспресс - тестирования на практических (семинарских) занятиях.
- Выполнение самостоятельных работ.
- Работа с рекомендуемой основной и дополнительной литературой, нормативными документами.

Студенты должны составлять конспекты лекций, систематически готовиться к практическим занятиям, вести глоссарий и быть готовы ответить на контрольные вопросы в ходе лекций и практических занятий.

Успешное освоение программы дисциплины предполагает прочтение ряда оригинальных работ и выполнение практических заданий на основе материалов предприятий.

По некоторым темам дисциплины студенты могут провести теоретические исследования и результаты отразить в реферате (для очной формы обучения), а в дальнейшем включить в научную публикацию.

Работа в правовых базах «Консультант», «Гарант» и других позволит студентам найти хронологические или отраслевые выборки происходящих изменений, отыскать сведения о проектах новых нормативных правовых актов, которые могут повлиять на деятельность интересующей студента организации.

Самостоятельная работа позволяет раскрыть научно-исследовательский и творческий потенциал студентов. Самостоятельная работа выполняется студентами с целью изучения теоретических вопросов и получения практических навыков по формированию рабочей документации.

В процессе освоения курса «Утилизация вторичных энергетических ресурсов» студентам рекомендуется участвовать в интерактивных формах обучения, заниматься самообразованием.

В ходе подготовки к занятиям студентам рекомендуется составлять планы – конспекты ответов, формулировать сложные вопросы для обсуждения, составлять блок-схемы и рисунки, являющиеся опорными конспектами при ответе на вопрос.

В процессе освоения курса «Утилизация вторичных энергетических ресурсов» при подготовке к занятиям студентам рекомендуется не только использовать предложенную в программном блоке литературу, но и материалы периодических изданий, информацию Internet-ресурсов, баз данных, электронных библиотек. В ходе освоения курса необходимо активно использовать дидактические материалы комплекса.

Основой изучения любой дисциплины является освоение ее понятийного аппарата. Простое заучивание терминов часто расценивается как бесполезная трата времени, а также снижает мотивацию изучения курса. Поэтому для освоения терминологии рекомендуется использовать такие формы работы как составление и решение кроссвордов и логических задач.



## 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