

**МИНОБРНАУКИ 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.И. Нестеров

« 30 » ноября 201 5 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

  
А.В. Белоусов

« 1 » декабря 201 5 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

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 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 \_\_\_\_\_ (И.А. Щетнина)



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

« 16 » ноября 2015 г., протокол № 3

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



Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября 2015 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент \_\_\_\_\_ (А.Н. Семерниц)



# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-9	Способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия энерго-и ресурсосбережению	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> стандартные методики по соблюдению экологической безопасности на производстве и планированию экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго-и ресурсосбережению</p> <p><b>Уметь:</b> обеспечить соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго-и ресурсосбережению</p> <p><b>Владеть:</b> методами обеспечения соблюдения экологической безопасности на производстве и планированием экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго-и ресурсосбережению</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Информационные и сетевые технологии
4	Материаловедение и технология конструкционных материалов теплотехнологического оборудования
5	Техническая термодинамика
6	Тепломассообмен
7	Основы конструирования теплотехнического оборудования
8	Теплофизические основы и организация технологических процессов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

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



### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зач. единицы, 144 часа.

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	0	0
практические	10	10
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	128	128
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	92	92
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Диф. зачёт	Диф. зачёт

### 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
1.	Методы экспертных оценок теплотехнологических процессов				
	Особенности комплексного подхода к исследованию и эксплуатации теплотехнологических агрегатов. График разогрева высокотемпературных теплотехнологических установок и его особенности для различных агрегатов. Влияние мощности ВТУ, сезона на график разогрева	1	2		20
2.	"Параметры и факторы оптимизации				
	Работа футеровки в нерасчетных условиях работы. Прогноз главного фактора разрушения футеровки и обеспечение ее устойчивости. Влияние различных условий работы высокотемпературных теплотехнологических установок на разрушение футеровки. Разрушение футеровки стен, сводов, пода	1	2		20

3.	Понятие о Симплек-планировании				
	Исследование режимно-параметрических характеристик теплотехнологических агрегатов. Приборное обеспечение промышленных исследований. Методики проведения исследований и обработки результатов	1	2		20
4.	Экспериментальные оценки результатов эффективности				
	Проведение промышленных экспериментов на теплотехнологическом оборудовании. Цели и задачи промышленного эксперимента. Методика проведения промышленного эксперимента и его приборное обеспечение	1	2		20
5.	Математическая обработка результатов оптимизации				
5	Методы промышленного эксперимента, их достоинства и недостатки для высокотемпературных теплотехнологических агрегатов	2	2		12
	ВСЕГО	6	10		92

#### 4.2 Содержание практических (семинарских) занятий

Материал лекций закрепляется практическими работами. На практических занятиях проводится расчет и определение характерных параметров трансформаторов тепла.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №7				
1		Составление и анализ тепловых балансов теплотехнологических установок	1	20
2		Анализ эффективности процессов горения топлива в ВТУ	1	10
3		Подбор огнеупоров теплотехнологических установок	1	20
4		Расчет футеровок промышленных теплотехнологических установок	2	10
5		Расчет относительной ошибки результатов измерений	2	10
6		Расчет доверительного интервала оценки измеряемой величины	2	10
7		Методы исследования и промышленного эксперимента теплотехнологических установок	1	12
ИТОГО:			10	92

#### 4.3 Содержание 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 (типовых заданий)
1	Теплотехнический эксперимент	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные определения и термины, связанные с исследовательским процессом.</li> <li>2. Два основных критерия, на основе которых производится выбор экспериментальных точек</li> <li>3. Методы оптимизации, Метод крутого восхождения.</li> <li>4. Порядок проведения и планирования эксперимента.</li> <li>5. Упрощенная схем типичного эксперимента.</li> <li>6. Виды, методы и средства измерений.</li> <li>7. Условия однозначности (пять количественных характеристик)</li> <li>8. Быстрый метод исключения выскакивающих величин</li> <li>9. Виды ошибок (систематические, случайные). Виды данных (необработанные, обработанные)</li> <li>10. Быстрые методы статистической обработки.</li> <li>11. Понятие переменной величины. Независимая, зависимая, внешняя переменные.</li> <li>12. Определение интервалов между экспериментальными данными.</li> <li>13. Математическая формулировка задачи. Обобщенные переменные.</li> <li>14. Определение интервалов между экспериментальными данными.</li> <li>15. Виды, методы и средства измерений.</li> <li>16. Математическая теория планирования эксперимента. Два основных направления в теории планирования эксперимента.</li> <li>17. Методы оптимизации. Метод крутого восхождения.</li> <li>18. Эксплуатационные характеристики ВТУ.</li> <li>19. Методы оптимизации. Метод Гаусса-Зейделя (метод сечений)</li> <li>20. Математическая теория планирования эксперимента. Два основных направления в теории ПЭ.</li> <li>21. Порядок проведения и планирования эксперимента.</li> <li>22. Задачи и особенности эксплуатационных испытаний.</li> <li>23. Математическая формулировка задачи. Обобщенные переменные.</li> <li>24. Последовательность проведения эксплуатационных испытаний ВТУ.</li> <li>25. Условия (однозначности (пять количественных характеристик)</li> <li>26. Методы исследования печей.</li> <li>27. Природа экспериментальных ошибок.</li> <li>28. Лабораторные исследования промышленных печей.</li> <li>29. Производственные исследования печей.</li> <li>30. Теория инженерного эксперимента. Теоретические и экспериментальные исследования.</li> </ol>

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

Курсовая работа выполняется в соответствии с учебным планом специальности. Оформление осуществляется в соответствии с ГОСТ к научным работам. Работа состоит из введения, основной части, заключения, списка литературы. Основная часть включает в себя математическую обработку результатов исследований эффективности работы заданного теплотехнологического процесса. Объем работы 25-30 стр формата А4.

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

- учебным планом не предусмотрены

## 5.3. Перечень контрольных работ.

- учебным планом не предусмотрены

## 6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Теория теплообмена»/ В.Н. Афанасьев [и др.].— Электрон, текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013. — 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprookshop.ru/31409>. — ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprookshop.ru/31409.html>
2. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Хаванов П.А.— Электрон, текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprookshop.ru/30342>. — ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprookshop.ru/30342.html>
3. Моисеев Б.В. Источники производства теплоты [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика, и теплотехника» всех форм обучения/ Моисеев Б.В., Голуб М.Р.— Электрон, текстовые данные.— Тюмень: Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 85 с.— <http://www.iprookshop.ru/57815.html>

### 6.2 Перечень дополнительной литература

1. Анализ эффективности работы печных агрегатов : учеб, пособие / И. А. Щетинина, Т. И. Тихомирова, В. П. Кожевников, В. В. Губарева. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. - 115 с.-31 экз
2. Щетинина, И. А. Основы научных исследований : учеб, пособие для студентов специальности 140105 / И. А. Щетинина, Т. И. Тихомирова ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 92 с. - 67 экз

### Дополнительная литература электронный ресурс

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс] — Электрон, дан. — СПб. : Лань, 2013. — 384 с. — <http://e.lanbook.com/book/5107authors>
2. Теплоэнергетические установки: Сборник нормативных документов. [Электронный ресурс] — Электрон, дан. — М.: ЭНАС, 2013. — 384 с. <http://e.lanbook.com/reader/book/38574/#1>

## **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 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой  В.И. Кожевников

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



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Анализ эффективности теплотехнологических процессов»

#### Курс «Анализ эффективности теплотехнологических процессов»

1. Введение в теплотехнологию промышленных производств. [1, С. 6-18], [3, С. 421]  
Роль теплотехнологий в народном хозяйстве. Основные направления в развитии теплотехнологических процессов. Теплотехнология и охрана окружающей среды  
*Термины и понятия:* теплотехнологические процессы, теплотехнология, охрана окружающей среды
2. Основные этапы в организации теплотехнологических процессов. [1, С. 31-42], [3, С. 22-36]  
Исходные данные проектирования. Принципы составления материальных и энергетических балансов. Моделирование технологических процессов и аппаратов: физическое моделирование, математическое моделирование  
*Термины и понятия:* Исходные данные проектирования, физическое моделирование.
3. Основные закономерности теплотехнологий [1, С. 60-74]. [3, С. 40-79]  
Понятие о теплотехнологическом процессе. Классификация технологических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Константа равновесия.  
Скорость технологических процессов. Способы ее увеличения.  
Технологические связи. Энерготехнологические схемы  
*Термины и понятия,* теплотехнологический процесс, материальные и энергетические балансы, равновесие в технологических процессах
4. Промышленные реакторы. [1, С. 75-100], [3, С. 149-165, 205-214]  
Химикотехнологические системы как основное звено теплотехнологий. Основные понятия ХТС. Модели ХТС. реальных газов  
Гомогенные процессы и реакторы. Основные закономерности их протекания. Реакторы для гомогенных процессов.  
Гетерогенные процессы, механизм их протекания. Правило фаз. Классификация промышленных реакторов для осуществления гетерогенных процессов. Применение катализаторов.  
*Термины и понятия:* Химикотехнологические системы, гомогенные процессы и реакторы, правило фаз, катализаторы  
Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов - теплоэнергетиков.  
Исходный этап изучения курса «Анализ эффективности теплотехнологических процессов» предполагает 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 и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.  
В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.  
Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке контрольных работ, рефератов, докладов и выступлений необходимо ознакомиться с публикациями в периодических энергетических изданиях и статистическими материалами. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

## 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