

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

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

**очная**

**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 \_\_\_\_\_ (И.А. Щетинина)



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. Семернин)



# 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 планировать экозащитные мероприятия 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	Гидрогазодинамика
4	Техническая термодинамика
5	Тепломассообмен
6	Источники энергии теплоэнергетики
6	Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Автоматизированные системы мониторинга и управления распределёнными объектами теплотехнологии
2	Математическое моделирование в теплоэнергетике
3	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
4	Промышленные тепловые электрические станции
5	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	0	0
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Другие виды самостоятельной работы	57	57
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Диф. зачёт	Диф. зачёт

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

##### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1 Методы экспертных оценок теплотехнологических процессов.</b>					
	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.	2	4	-	8
<b>2. Параметры и факторы оптимизации.</b>					
	Работа футеровки в нерасчётных условиях работы. Прогноз главного фактора разрушения футеровки и обеспечение её устойчивости. Влияние различных условий работы высокотемпературных теплотехнологических установок на разрушение футеровки. Разрушение футеровки стен, сводов, пода теплотехнологических агрегатов	3	6	-	9
<b>3. Понятие о Симплекс-планировании</b>					

	Исследование режимно-параметрических характеристик теплотехнологических агрегатов. Приборное обеспечение промышленных исследований. Методики проведения исследований и обработки результатов.	4	8	-	10
<b>4. Экспериментальные оценки результатов эффективности.</b>					
	Проведение промышленных экспериментов на теплотехнологическом оборудовании. Цели и задачи промышленного эксперимента. Методика проведения промышленного эксперимента и его приборное обеспечение.	4	8	-	15
<b>5. Математическая обработка результатов оптимизации</b>					
	Методы промышленного эксперимента, их достоинства и недостатки для высокотемпературных теплотехнологических агрегатов\	4	8	-	15
<b>ВСЕГО</b>		<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>57</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1		Составление и анализ тепловых балансов теплотехнологических установок	4	8
2		Анализ эффективности процессов горения топлива в ВТУ	4	8
3		Контрольная работа	2	4
4		Подбор огнеупоров теплотехнологических установок	4	8
5		Расчёт футеровок промышленных теплотехнологических установок	4	8
6		Расчёт относительной ошибки результатов измерений	4	8
7		Расчёт доверительного интервала оценки измеряемой величины	4	8
8		Методы исследования и промышленного эксперимента теплотехнологических установок	8	5
		<b>ИТОГО:</b>	<b>34</b>	<b>57</b>

#### 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
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 схема 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 интервала между экспериментальными данными.</li> <li>13. Математическая формулировка задачи. Обобщённые переменные.</li> <li>14.Математическая теория планирования эксперимента. Два основных направления в теории планирования эксперимента.</li> <li>15. Методы оптимизации. Метод крутого восхождения.</li> <li>16.Эксплуатационные характеристики ВТУ.</li> <li>17. Методы оптимизации. Метод Гаусса –Зайделя (метод сечений).</li> <li>18. Порядок проведения и планирования эксперимента.</li> <li>19. Задачи и особенности эксплуатационных испытаний.</li> <li>20. Методы исследования печей.</li> <li>21. Природа экспериментальной ошибок.</li> <li>22. Лабораторные исследования промышленных печей.</li> <li>23.Производственные исследования печей.</li> <li>24. Теория инженерного эксперимента. Теоретические и экспериментальные исследования</li> </ol>

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

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы.

Курсовая работа выполняется в соответствии с учебным планом специальности.

Тема курсовой работы:

Расчёт теплотехнологического комплекса.

Цель курсовой работы: изучение студентами методик и приобретение навыков расчёта теплотехнологического комплекса.

Курсовая работа включает в себя расчётно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчётно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа).

Расчётно-пояснительная записка должна содержать:

- сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
- задание на курсовую работу, подписанное студентом и преподавателем;
- основную часть, включающую в себя математическую модель заданного теплотехнологического процесса, математическую обработку результатов моделирования и исследований работы заданного теплотехнологического процесса.
- выводы и заключение.

В записке даются указания, обоснования и пояснения расчёта теплотехнологического процесса.

Графическая часть представляет собой один лист формата А4, содержащий схему теплотехнологического комплекса с указанием геометрических характеристик, условных изображений, графики расчётов.

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

- учебным планом не предусмотрены

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

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

#### Основная литература электронный ресурс

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. текстов. данные. - М.: Московский государственный технический университет имени И.Э. Баумана, 2013. - 84 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31409>. - БС << IPRbooks >> <http://www.iprbookshop.ru/31409.html>
2. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография / Хаванов П.А. - Электрон. текстов. данные. - М.: Московский государственный строительный университет. ЭБС АСВ, 2015. - 85 с. -

#### Основная литература печатный ресурс

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.-115с.-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.-92с.-67 экз.

#### **6.2 Перечень дополнительной литературы электронный ресурс**

- 1.Семёнов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. [Электронный ресурс ] – Электрон. дан. – СПб.: Лань,2013/-384 с.- [https:// e. Lanbook.com/5107 =authors](https://e.Lanbook.com/5107=authors)
2. Теплоэнергетические установки: Сборник нормативных документов [Электронный ресурс ] Электрон. дан. – М.: ЭНАС,2013/-384 с.- [https:// e. lanbook.com/reader/book/38574 = 1](https://e.lanbook.com/reader/book/38574=1)

#### Дополнительная литература печатный ресурс

- 1.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.-92с.-67 экз.

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

*Лекционные занятия* - аудитории, оборудованные мультимедийными средствами обучения, оснащённые письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

*Практические занятия* - аудитории, оборудованные мультимедийными средствами обучения, оснащённые 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 « 28 » 05 20<sup>16</sup>г.

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 « 15 » 05 2017 г.

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

Подпись ФИО

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

## 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)

## ПРИЛОЖЕНИЯ

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

Курс «**Анализ эффективности теплотехнологических процессов**» представляет собой неотъемлемую часть подготовки студентов по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника». Курс содержит:

1. Введение в теплотехнологию промышленных производств. [1, С.6-18], [3, с.4-21]

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.

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 её 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]

Химико-технологические 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:* химико-технологические 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 дисциплины «**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 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 курсовых 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. завсдующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов

**Утверждение рабочей программы без изменений**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «17» июня 20 20 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.

**Утверждение рабочей программы без изменений**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.