

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.Н.Нестеров

2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

А.В. Белоусов

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Компьютерные технологии в теплоэнергетике

направление подготовки:

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергообеспечение предприятий

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 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, актуализированного в 2015 году, для набора 2015 года.

Составитель, к.т.н., доцент  (В.Г.Чертов)

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

« 16 » 11 2015 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: к.т.н., профессор  (В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 19 » 11 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	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные физические свойства газов и жидкостей, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности режимов течения жидкости; основы физического и математического моделирования ее течения Уметь: определять физико-механические параметры жидкости (газа) для конкретных внешних условий; проводить пересчет физических величин для различных систем единиц измерения; применять теоремы подобия при моделировании гидродинамических процессов Владеть: навыками определения параметров потока жидкости или газа при помощи стандартных средств измерения, методиками определения режима течения жидкости или газа для конкретных параметров потока, а также конфигурации и размеров канала устройств
Профессиональные			
1	ПК-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать тепломеханическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: физический смысл гидравлических и аэродинамических сопротивлений, виды сопротивлений, зависимости для их определения Уметь: производить гидравлический и аэродинамический расчеты гидромеханических машин, трубопроводов и каналов различной формы Владеть: методиками проведения гидравлических и аэродинамических расчетов трубопроводов и каналов

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.	Техническая механика
4.	Информационные и сетевые технологии
5.	Начертательная геометрия инженерная графика

Содержание дисциплины служит основой для изучения дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математическое моделирование в теплоэнергетике
2	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки
3	Экологическая безопасность теплотехнологии
4	Энерготехнологическая обработка газов
5	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
6	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки
7	Источники и системы энергоснабжения предприятий

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	16	16
лекции	6	6
лабораторные	10	10
практические	0	0
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	128	128
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	—	—
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	д.зачет	д.зачет

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Лекций	Объем на раздел, час		
			Практика	Лаборатор.	Самостоят.
1	Введение. Общие вопросы и основные понятия о технических средствах автоматизации (ТСА). Роль и значение компьютерных технологий в обществе и энергетике моделировании и обучении. Основные этапы и современные тенденции развития ТСА. Распределения технических средств автоматизации по уровням иерархии в АСУ ТЛ. Классификация элементов автоматических систем. Общие характеристики ТСА.	1		4	20
2	Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Структура ГСП. Принципы совместимости ТСА. Стандартизация и унификация ТСА. Агрегатный принцип использования ТСА.				
3	Пневматические средства автоматизации. Основные понятия и соотношения в пневматических цепях. Узлы пневматических устройств автоматизации. Дросселирующие и емкостные элементы. Преобразователь сопло-заслонка, золотниковый преобразователь. Струйные преобразователи. Преобразователи рода энергии: электропневматические и пневмоэлектрические. Аналоговые пневматические элементы и их характеристики. Делители. Повторители и усилители мощности. Элементы сравнения и сумматоры. Пневматические вычислительные и функциональные устройства. Дискретные пневматические элементы. Пневматические реле и распределители потоков. Исполнительные пневматические элементы. Механизмы исполнительные поршневого типа. Пневмомоторы. Мембраны. Вспомогательные устройства пневмоавтоматики. Агрегатный комплекс средств пневматического контроля и регулирования.	1		4	20
4	Электромеханические измерительно-преобразовательные устройства систем автоматизации. Назначение и классификация измерительных преобразователей. Потенциометрические измерительные преобразователи положения. Индуктивные измерительные преобразователи положения.	1		4	20

	Шифраторы приращений. Сельсинные измерительные преобразователи. Тахогенераторы постоянного и переменного тока. Вращающиеся трансформаторы (синусно-косинусный, линейный).				
6	Электромеханические исполнительные и усилительно-преобразовательные устройства автоматизации. Электромашинные и электромагнитные усилители (реле). Реле постоянного тока. Поляризованные электромагнитные, реле переменного тока. Способы искрогашения, линеаризация характеристик реле. Электромашинные усилители и преобразователи: назначение, устройство, принцип работы, динамические характеристики. Исполнительные двигатели постоянного тока. Способы управления двигателями постоянного тока. Передаточные функции двигателей постоянного тока. Электрические микродвигатели постоянного тока. Асинхронные исполнительные двигатели переменного тока. Способы управления скорости и положения асинхронного привода. Частотное управление асинхронным двигателем. Асинхронные микродвигатели и их применение. Синхронные двигатели, их характеристики и применение в системах автоматизации. Шаговые двигатели в системах позиционирования исполнительных механизмов.	2		2	10
5	Электрические и электронные средства автоматизации. Электрические средства автоматизации. Магнитные элементы автоматических систем. Магнитные усилители (МУ). Устройство и принцип действия. Основные характеристики. Обратная связь и смещение в МУ. Электронные средства автоматизации. Полупроводниковые измерительно-преобразовательные устройства. Полупроводниковые усилительно-преобразовательные устройства. Тиристорные преобразователи. Полупроводниковые вычислительные и функциональные преобразователи аналоговых сигналов. Полупроводниковые коммутаторы аналоговых сигналов. Формирователи типовых законов управления регулирующих устройств. Непрерывные и импульсные регуляторы. Электронные измерители уровня, температуры, расхода, концентрации, газоанализаторы.	2		2	10
7	Цифровые средства автоматизации. Основные характеристики логических элементов цифровых средств. Классификация по схемотехническому принципу и рекомендации по применению полупроводниковых элементов. Функционально-логические элементы микропроцессорных (МП) систем. Функционально необходимые элементы ЭВМ. Запоминающие устройства. Накопители информации. Устройства ввода-вывода. Вычислительные процессоры. Классификация. Обобщенная структурная схема. Способы обработки данных. Программное обеспечение МП. Централизованный и распределенный принцип построения МП систем автоматизации.	2		2	10
8	Программные средства автоматизации. Обзор лингвистических средств программирования микропроцессорных автоматических систем. Программные средства автоматизации проектирования, управления производством, технологическими процессами, приборами и средствами труда.	2		2	10
9	Системы автоматизированного управления промышленными теплоэнергетическими комплексами	2		2	10
ВСЕГО		17		51	76

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практических и семинарских занятий планом не предусмотрено.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Наименование лабораторной работы	К-во часов
1	2	Исследование магнитного усилителя	4
2	4	Электронный аналоговый САР температуры	5
3	4	Изучение МП запоминающих устройств	6
4	5	Изучение универсального однокристалльного МП	6
5	5	Электромеханические реле	6
6	8	Устройство и характеристики ПК	6
7	8	Модернизация ПК	6
8	9	Интерфейс управления теплотехническим оборудованием	6
		ИТОГО	51

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

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№	Наименование
1.	Роль и значение компьютерных технологий в обществе и энергетике, моделировании и обучении.
2.	Основные этапы и современные тенденции развития ТСА.
3.	Распределения технических средств автоматизации по уровням иерархии в АСУТЛ. Классификация элементов автоматических систем.
4.	Общие характеристики ТСА.
5.	Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП).
6.	Структура ГСП.
7.	Принципы совместимости ТСА.
8.	Стандартизация и унификация ТСА.
9.	Агрегатный принцип использования ТСА.
10.	Основные понятия и соотношения в пневматических цепях.
11.	Узлы пневматических устройств автоматики.
12.	Дросселирующие и емкостные элементы.
13.	Преобразователь сопло- заслонка, золотниковый преобразователь.
14.	Струйные преобразователи.
15.	Преобразователи рода энергии: электропневматические и пневмоэлектрические.
16.	Аналоговые пневматические элементы и их характеристики.
17.	Пневматические делители.
18.	Пневматические повторители и усилители мощности.
19.	Пневматические элементы сравнения и сумматоры.
20.	Пневматические вычислительные и функциональные устройства.
21.	Дискретные пневматические элементы.
22.	Пневматические реле и распределители потоков.
23.	Исполнительные пневматические элементы.
24.	Механизмы исполнительные поршневого типа.
25.	Пневмомоторы.
26.	Мембранные исполнительные элементы.

27.	Вспомогательные устройства пневмоавтоматики.
28.	Агрегатный комплекс средств пневматического контроля и регулирования.
29.	Назначение и классификация измерительных преобразователей.
30.	Потенциометрические измерительные преобразователи положения.
31.	Индуктивные измерительные преобразователи положения.
32.	Дискретные оптические измерительные преобразователи положения.
33.	Шифраторы приращений.
34.	Сельсинные измерительные преобразователи.
35.	Тахогенераторы постоянного и переменного тока.
36.	Вращающиеся трансформаторы (синусно-косинусный, линейный).
37.	Электромашинные и электромагнитные усилители (реле).
38.	Реле постоянного тока.
39.	Поляризованные электромагнитные, реле переменного тока.
40.	Способы искрогашения, линеаризация характеристик реле.
41.	Электромашинные усилители и преобразователи: назначение, устройство, принцип работы, динамические характеристики.
42.	Исполнительные двигатели постоянного тока.
43.	Способы управления двигателями постоянного тока.
44.	Передаточные функции двигателей постоянного тока.
45.	Электрические микродвигатели постоянного тока.
46.	Асинхронные исполнительные двигатели переменного тока.
47.	Способы управления скорости и положения асинхронного привода.
48.	Частотное управление асинхронным двигателем.
49.	Асинхронные микродвигатели и их применение.
50.	Синхронные двигатели, их характеристики и применение в системах автоматизации.
51.	Шаговые двигатели в системах позиционирования исполнительных механизмов.
52.	Электрические средства автоматизации.
53.	Магнитные элементы автоматических систем.
54.	Магнитные усилители (МУ). Устройство и принцип действия.
55.	Основные характеристики. Обратная связь и смещение в МУ.
56.	Электронные средства автоматизации.
57.	Полупроводниковые измерительно-преобразовательные устройства.
58.	Полупроводниковые усилительно-преобразовательные устройства.
59.	Тиристорные преобразователи.
60.	Полупроводниковые вычислительные и функциональные преобразователи аналоговых сигналов.
61.	Полупроводниковые коммутаторы аналоговых сигналов.
62.	Формирователи типовых законов управления регулирующих устройств. Непрерывные и импульсные регуляторы.
63.	Электронные измерители уровня, температуры, расхода, концентрации, газоанализаторы.
64.	Основные характеристики логических элементов цифровых средств.
65.	Классификация по схемотехническому принципу и рекомендации по применению полупроводниковых элементов.
66.	Функционально- логические элементы микропроцессорных (МП) систем.
67.	Функционально необходимые элементы ЭВМ.
68.	Запоминающие устройства ЭВМ.
69.	Накопители информации ЭВМ.
70.	Устройства ввода- вывода ЭВМ.
71.	Вычислительные процессоры. Классификация.
72.	Обобщенная структурная схема процессора.
73.	Способы обработки данных процессора.
74.	Программное обеспечение микропроцессоров (МП).

75.	Централизованный и распределенный принцип построения МП систем автоматизации.
76.	Обзор лингвистических средств программирования автоматических систем.
77.	Программные средства автоматизации проектирования, управления производством, технологическими процессами, приборами и средствами труда.

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 выполнение расчетно-графической работы.

№	Тема РГЗ
1	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг ГТУ.
2	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг воздуходувок БГТУ.
3	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг водородных турбин.
4	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг ветроустановок.
5	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг паровых котлов.
6	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг водогрейных котлов.
7	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг дымососов.
8	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг насосов.
9	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг рукавных фильтров.
10	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг тепловых насосов.
11	Автоматизированный расчет, испытания и мониторинг турбодетандеров.
12	Системы автоматизации, испытания и мониторинг турбодетандеров.
13	Системы автоматизации, испытания и мониторинг тепловых насосов.
14	Системы автоматизации, испытания и мониторинг ветроустановок.
15	Системы автоматизации, испытания и мониторинг дымососов.
16	Системы автоматизации, испытания и мониторинг воздуходувок БГТУ.
17	Системы автоматизации, испытания и мониторинг паровых котлов.
18	Системы автоматизации, испытания и мониторинг водогрейных котлов.
19	Системы автоматизации, испытания и мониторинг ГТУ.
20	Системы автоматизации, испытания и мониторинг насосов.
21	Обзор САПРов.
22	Система автоматизированного проектирования энергооборудования Компас
23	Система автоматизированного проектирования энергооборудования Автокад
24	САПР Unigraphics в энергетическом оборудовании.

Цель расчетно-графической работы: изучение студентами методик и приобретение навыков автоматизированного аэродинамического расчета и обработки экспериментальных данных испытаний технологического оборудования, трубопроводов и каналов.

Расчетно-графическая работа включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

1. Описание тепломеханической установки
2. Аэродинамический расчет тепломеханической установки по участкам:
 - а) сопротивление трения;
 - б) местные сопротивления;
 - г) сопротивление (повышение давления) агрегата;
 - д) термостатические перепады давлений;
 - е) систему автоматизации установки.

Графическая часть представляет собой два листа формата А3 (на 1 листе А1), содержащем схему автоматизации и устройство тепломеханической установки.

5.4. Перечень контрольных работ

–Учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Чертов В.Г. Основы компьютерных технологий в теплоэнергетике. Учебное пособие по дисциплине и выполнению РГЗ и курсовых работ. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 108 с.

1. Кузнецов, В.А. Основы гидрогазодинамики: учеб. пособие для студентов вузов / В.А. Кузнецов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012.–108 с.

2. Кудинов, В.А. Гидравлика: учебное пособие для вузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – М.: Высш. шк., 2006. – 175 с.

3. Лапшев, Н.Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для студентов учреждений ВПО / Н.Н. Лапшев, Ю.Н. Леонтьева. – М.: Издательский центр “Академия”, 2012. – 400 с.

4. Гусев, А.А. Гидравлика: учебник для вузов / А.А. Гусев. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 285 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

5. Аверкин, А.Г. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. Примеры и задачи по курсу: учеб. пособие для вузов. / А.Г. Аверкин - М.: АСВ, 2003. - 126 с.

6. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент.: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. / Под. общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. - М.: МЭИ.- Кн. 2. 2001. - 561 с.

7. Рогов, В.А. Методика и практика технических экспериментов: учеб. пособие. / В.А. Рогов - М.: АCADEMA, 2005. - 282 с.

8. Галеркин, Ю.Б., Рекстин Ф.С. Методы исследования центробежных компрессорных машин. / Ю.Б. Галеркин, Ф.С. Рекстин. - Л.: Машиностроение, 1969. - 323 с.

9. Пешехонов, Н.Ф. Приборы для измерения давления, температуры и направления потока в компрессорах./Н.Ф. Пешехонов.- М.: Оборонгиз, 1962.-184 с.

10. Горлин, С.М., Сезингер, И.И. Аэромеханические измерения. Методы и приборы. / С.М. Горлин, И.И. Сезингер.- М.: Наука, 1964. - 720 с.

11. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ. Справочник. / П.П. Кремлевский. - СПб.: Политехника, 2002. - 409 с.

12. Попов С.Г. Измерение воздушных потоков. / С.Г. Попов. - М.-Л.: Гос-техиздат, 1947. - 296 с.
13. Светлов, Ю.В. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока. Теория, эксперимент, методы расчета. / Ю.В. Светлов.- М.: Энергоатомиздат, 2004. - 304 с.
2. Пресс, Б., Пресс, М. Ремонт и модернизация ПК. / Б. Пресс, М. Пресс. Библия пользователя, 3-е издание. Пер. с англ.: - М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. 1120 с.
3. Воробьев, Е. А. Датчики-преобразователи информации: Учеб. Пособие / Е. А. Воробьев - СПб.: СПбГУАП. 2001. 43 с.
4. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. -2-е изд. перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1990. 400 с.
5. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. -2-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. 368 с.
6. Монтаж средств измерений и автоматизации: Справочник / Под ред. А.С. Ключева. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1988. 488 с.
7. Подлипенский, В.С., Сабинин Ю.А., Юрчук Л.Ю. Элементы и устройства автоматики: / Под ред. Сабинина Ю.А. - М.: Машиностроение, 2001. - 472 с.
8. Панфилов Д.И., Иванов В.С., Чепурин И.Н. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Лаборатория на компьютере. В 2 т. / Под общ. ред. Д.И. Панфилова. - Т. 1: Электротехника. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 304 с.
9. Панфилов Д.И., Иванов В.С., Чепурин И.Н., Обухов С.Г., Миронов В.Н., Шитов В.А. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Лаборатория на компьютере. В 2 т. / Под общ. ред. Д.И. Панфилова. - Т. 2: Электроника. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 332 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Гидрогазодинамика: метод. указания к выполнению лаб. работ / сост. В.В. Губарева, В.А. Кузнецов, В.В. Носатов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. – 31 с.
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; ред. П.Г. Романков. 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия: Ленинградское отд-ние, 1987. – 576 с.
3. Троянкин, Ю.В. Проектирование и эксплуатация высокотемпературных технологических установок. / Ю.В. Троянкин. - М.: МЭИ, 2002. – 324 с.
4. Теплотехнические испытания котельных установок./ В.И. Трембовля, Е.Д. Фингер и др. -2-е изд. перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1991: 416 с.
5. Кудрявцев Е. М., Степанов В.В. Выполнение выпускной квалификационной работы на компьютере: Учебное пособие для вузов. / Е.М. Кудрявцев, В.В. Степанов. — М.: Издательский Дом «БАСТЕТ», 2013. — 240 с.
6. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод) /

под ред. С.И. Мочана. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1977. – 256 с.

7. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т.1. 920 с.

8. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т.2. 912 с.

9. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т. 3. 864 с.

10. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 1. - М.: Машиностроение, 1988. - 560 с.

11. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 2. - М.: Машиностроение, 1988. - 544 с.

12. Никитин, Ю.М. Конструирование элементов деталей и узлов авиационных двигателей. -М.: Машиностроение, 1968. - 323 с.

13. Газотурбинные установки. Конструкции расчет: Справочное пособие / Под общ. ред. Л. В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. -Л.: Машиностроении, 1978. - 232 с.

14. Детали машин. Расчет и конструирование. Справочник. Т. 3. / Под. ред. Н.С. Ачеркана. -М.: Машиностроение, 1969. - 471 с.

15. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. / Под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. / Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова. -М.: Машиностроение, 1972. - 694 с.

17. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т.1- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006. -852 с.

18. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 2- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006.-1028 с.

19. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 3- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006. -968 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. [ru.wikipedia.org/wiki/Математическая модель](http://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая_модель).

2. http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/ – Siemens PLM Software - ведущий мировой поставщик программного обеспечения по управлению жизненным циклом изделия (PLM). Мы помогаем тысячам предприятий выпускать отличные изделия благодаря оптимизации процессов жизненного цикла — от замысла и разработки до изготовления и технической поддержки.

3. <http://www.csoft.vrn.ru/Siemens.asp> – CSoft Воронеж является стратегическим Авторизированным региональным партнёром Siemens PLM Software и предоставляет полный комплекс услуг в области поставки, внедрения и сопровождения программных продуктов Siemens PLM Software.

4. <http://cadflo.ru/> – CADFlo C.I.S. — инженерно-консалтинговая компания, имеющая статус официального представителя компании Mentor Graphics с правом распространения на рынке России и СНГ программных продуктов.

5. <http://www.plmsolutions.lv/index.php> – сайт компании "BALTIC PLM Solutions", официального представителя компании "Siemens PLM Software".

6. <http://ideal-plm.ru/> – Ideal PLM является официальным партнером компании Siemens PLM Software. Сайт содержит видеозаписи обучающих вебинаров по работе с NX.

7. <http://solidworks.tpu.ru> – Авторизованный учебный центр SolidWorks Tomsk.

8. http://portal.tpu.ru/DITE/dite_Structure/lab05_SAPR – Лаборатория технологий, систем и инструментов для автоматизированного инжиниринга и промышленного дизайна отдела информатизации образования ТПУ.

9. <http://www.sapr.ru/> – Web – сервер журнала САПР и графика.

10. <http://www.nslabs.ru/> – российская IT-компания, работающая в области САПР, занимается внедрением CAD/CAM/CAE/PDM/PLM решений на основе программного обеспечения компании Siemens PLM Software.

11. <http://www.plm-s.ru/> – компания PLM-сервис; Внедрение CALS-технологий.

12. <http://www.plm-forum.ru/forum/> – Форум русскоязычных пользователей CATIA, NX.

13. <http://www.cae.ru/> – Форум о CAD/CAE технологиях.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером), электронная доска, компьютерный класс, электронные материалы, матобеспечение.

Практические занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером), электронная доска, компьютерный класс, электронные материалы, матобеспечение.

Лабораторные занятия – лабораторные стенды, учебная лаборатория термодинамики и энергетического комплекса промышленных предприятий (Лк 401), оборудование: патентованные стенды для испытания насосов и вентиляторов, для определения гидравлических сопротивлений, коэффициентов Струхаля, Рейнольдса, волнового сопротивления; вентиляторы; газовые счетчики; дифманометры; электронный секундомер; электронные весы, частотомер; шумомер; ваттметр; микротрубки Пито-Прандтля БГТУ; 1,2,3,5 канальные микрозонды, гребёнки и батарейный манометр БГТУ; дифманометр; учебная лаборатория теплотехники (Лк 407, 408), оборудование: вентиляторы; газовые счетчики; дифманометры; установка для изучения газодинамики псевдоожигенного слоя, электронная доска, компьютерный класс, электронная диспетчерская теплоснабжения БГТУ, электронный пульт управления котельной, препарированный компьютер, электронные материалы, матобеспечение.

Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 201~~7~~/201~~8~~ учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от « 25 » 05 201~~7~~ г.

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 201 /201 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.

Курс **«Компьютерные технологии в теплоэнергетике»** представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки **«Теплоэнергетика и теплотехника»**.

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний о закономерностях, а также овладение практическими навыками методами автоматизированного расчета, моделирования, исследования и обработки экспериментальных данных движения жидкости и газа в элементах энергетического и теплотехнологического оборудования.

Предметом изучения в общем случае являются методы автоматизированного расчета, моделирования, исследования и обработки экспериментальных данных процессы движения жидкости и газа в трубопроводах и каналах, их основные закономерности, основы определения потерь энергии при движении среды в каналах различной формы, конфигурации и размеров, а также основные характеристики тепломеханических машин.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда задач, что дает возможность студентам:

- приобрести необходимые знания о методах автоматизированного расчета, моделирования, исследования и обработки экспериментальных данных и закономерностях движения жидкости, газа, двухфазных потоков в трубах и каналах;
- изучить основы методов автоматизированного гидравлического и аэродинамического расчета трубопроводов, энергетического и теплотехнологического оборудования;
- сформировать представление о методах автоматизированного расчета, моделирования, исследования и обработки экспериментальных данных автоматизации, назначении и основных принципах работы гидродинамических машин, методиках определения их характеристик и особенностях выбора гидродинамических машин для конкретных условий.

Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Большое значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, защит лабораторных работ, решений задач и проведения письменных работ. Формой итогового контроля является дифференцированный зачет.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров – сотрудников предприятий и служб, занимающихся освоением теплотехнологических процессов производства и использования различных видов энергии, проектированием, производством и эксплуатацией энергетического и теплотехнологического оборудования.

Исходный этап изучения курса **«Компьютерные технологии в теплоэнергетике»** 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 и лабораторным 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 выполнении расчетно-графического задания, докладов и выступлений необходимо ознакомиться с публикациями в научно-производственных, научно-популярных и производственно-технических периодических изданиях, тематика материалов, публикуемых в которых, охватывает сферы теплоэнергетики и теплотехники. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на тесты, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по курсу **«Компьютерные технологии в теплоэнергетике»** или сходным курсам, охватывающим вопросы движения и равновесия жидкостей и газов. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к практическим занятиям и методических указаниях для студентов. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

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

Содержание разделов дисциплины.

1. Основные понятия и определения в автоматизированных расчетах гидрогазодинамики [2, С. 5–16, 50], [4, С. 15–19].

Пересчет физических величин, используемых при рассмотрении процессов движения жидкости и газа, для различных систем единиц измерения. Понятие гидромеханики, основные разделы гидромеханики, их критерии. Предмет гидрогазодинамики; внешняя, внутренняя и смешанная задачи гидрогазодинамики. Гипотеза о непрерывности жидкой среды, ее актуальность при исследовании процессов движения жидкости и газа; случаи правомерного ее использования. Понятие жидкости; понятия сжимаемой и несжимаемой жидкостей; текучесть жидкости; вязкость жидкости; понятие идеальной жидкости. Основные физикомеханические свойства жидкости: плотность, сжимаемость, вязкость, поверхностное натяжение. Их основные характеристики, влияние на них внешних условий. Закон Ньютона для внутреннего трения, ньютоновские и неньютоновские

жидкости.

Термины и понятия: гидромеханика, гидравлика, теоретическая гидромеханика, гидростатика, кинематика жидкости, гидрогазодинамика, внутренняя задача гидрогазодинамики, внешняя задача гидрогазодинамики, смешанная задача гидрогазодинамики, гипотеза о непрерывности жидкой среды, жидкость, сжимаемые жидкости, несжимаемые жидкости, текучесть жидкости, вязкость, идеальная жидкость, плотность однородной жидкости, удельный объем жидкости, сжимаемость, коэффициент сжимаемости, модуль упругости, число Маха, закон Ньютона для внутреннего трения, динамическая вязкость, кинематическая вязкость, ньютоновские и неньютоновские жидкости, поверхностное натяжение.

2. Основы автоматизированных расчетов гидростатики [2, С. 16, 29], [3, С. 15–21], [4, С. 21–35]

Система дифференциальных уравнений равновесия жидкости Эйлера. Силы, действующие на находящуюся в состоянии покоя жидкость: поверхностные, массовые. Гидростатическое давление, его свойства. Условия равновесия элементарного объема жидкости. Основное дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Понятие поверхности равного давления, дифференциальное уравнение поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля. Понятие атмосферного, избыточного и абсолютного давления, вакуума.

Термины и понятия: сила гидростатического давления, среднее гидростатическое давление, гидростатическое давление в точке, поверхность равного давления, свободная поверхность жидкости, закон Паскаля, атмосферное давление, избыточное давление, абсолютное давление, вакуум, сверхтекучесть жидкости.

3. Основы автоматизированных расчетов кинематики потоков [2, С. 12–13], [2, С. 51–60], [3, С. 37–42], [4, С. 57–58, 60–64, 219–223, 228–231].

Методы математического описания движения жидкости: особенности метода Лагранжа; особенности метода Эйлера. Установившееся и неуставившееся движение. Понятия траектории движущейся частицы и линии тока; дифференциальные уравнения линии тока. Понятия трубки тока и элементарной струйки; свойства элементарной струйки. Понятия расхода и средней скорости потока. Физический смысл уравнения неразрывности; дифференциальное уравнение неразрывности в общем виде; дифференциальное уравнение неразрывности для частных случаев: установившегося течения сжимаемой и несжимаемой жидкости. Закон постоянства расхода, уравнение постоянства расхода, одномерные, двухмерные, трехмерные потоки.

Термины и понятия: установившееся и неуставившееся движение, треугольники скоростей и ускорений, траектории потоков, линия тока, трубка тока, элементарная струйка, поток жидкости, объемный и массовый расход потока, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, средняя скорость потока, закон неразрывности потока.

4. Автоматизированные расчеты динамики жидкости [2, С. 26–29], [2, С. 60–68, 70–78], [3, С. 43–45, 51–58], [4, С. 70–76, 82–86, 244–249].

Система дифференциальных уравнений движения Эйлера для невязкой и

вязкой жидкости. Силы, действующие на движущуюся жидкость. Допущения, принимаемые для вывода уравнения Бернулли; вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости; физический и геометрический смысл уравнения Бернулли. Напряжения, действующие на элементарную площадку в вязкой жидкости. Система дифференциальных уравнений движения вязкой жидкости Навье – Стокса. Уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Особенности плавно изменяющегося движения жидкости, одномерные, двухмерные, трехмерные потоки, Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли: измерение давления при помощи пьезометра; измерение скорости потока при помощи трубки Пито и пьезометра, микротрубки Пито–Прандтля; 1,2,3,5 канальные микрозонды БГТУ, гребёнки и батарейный манометр БГТУ; измерение расхода жидкости сужающими коллекторами БГТУ.

Термины и понятия: принцип Д’Аламбера, полный (гидродинамический) напор жидкости, геометрический напор, пьезометрический напор, динамический напор, удельная потенциальная энергия положения, удельная потенциальная энергия давления, удельная кинетическая энергия, геометрическая высота, пьезометрическая высота, скоростная высота, нормальное напряжение, касательное напряжение, гидравлический уклон, пьезометрический уклон, плавно изменяющееся движение, гидравлическая гладкость потоков, коэффициент Кориолиса, пьезометр, микротрубки Пито–Прандтля БГТУ, 1,2,3,5 канальные микрозонды БГТУ, гребёнки и батарейный манометр БГТУ, трубка Вентури, измерительная диафрагма, коллекторы БГТУ.

5. Основы моделирования гидродинамических процессов [1, С. 36–41], [2, С. 81–94], [3, С. 173–193], [4, С. 207–215].

Виды моделирования. Цель физического моделирования. Понятие о подобии гидродинамических процессов: признаки геометрически и кинематически подобных систем, термодинамических процессов. Понятие о группе подобных явлений. Критерии гидродинамического подобия: определение и физический смысл критериев Фруда, Эйлера, Рейнольдса, гомохронности, Вебера, Галилея, Архимеда, Лященко. Прямая и обратная теоремы подобия. Пи-теорема теории подобия.

Термины и понятия: физическое моделирование, математическое моделирование, обработка экспериментальных данных, подобные процессы, геометрическое подобие, константа подобия, инварианты подобия, симплекс, комплекс, критерий Фруда, критерий Эйлера, критерий Рейнольдса, критерий гомохронности, критерий Вебера, критерий Галилея, критерий Архимеда, критерий Лященко, прямая теорема подобия, обратная теорема подобия, определяющие критерии подобия, определяемые критерии подобия, пи-теорема теории подобия.

6. Автоматизированные расчеты течения жидкости в трубах и каналах [2, С. 42, 64], [3, С. 63–64, 68–69, 78–94].

Автоматизированный расчет гидравлических сопротивлений по длине трубопровода; уравнение Дарси–Вейсбаха для определения удельного линейного падения давления; параметры, влияющие на величину коэффициента гидравли-

ческого трения. Автоматизированный расчет коэффициента гидравлического трения при различных режимах движения жидкости и состоянии внутренней поверхности стенок труб: формулы Пуазейля, Б.Л. Шифринсона, А.Д. Альтшуля. Автоматизированный расчет потерь давления за счет местных сопротивлений. Режимы движения жидкости: ламинарный, турбулентный, переходный. Число Рейнольдса как критерий, характеризующий режим движения жидкости; критические числа Рейнольдса. Гидравлическое сопротивление трубопроводов: необходимость определения потерь давления в трубопроводе; физический смысл гидравлического сопротивления; причины гидравлических сопротивлений, гидравлическая гладкость каналов. Физический смысл коэффициента местного сопротивления. Понятие эквивалентной длины местных сопротивлений. Гидравлический удар, сверхзвуковой барьер, кавитация.

Термины и понятия: ламинарный режим течения, турбулентный режим течения, переходный режим течения, переходный режим течения, нижнее критическое число Рейнольдса, верхнее критическое число Рейнольдса, гидравлическое сопротивление, аэродинамическое сопротивление, линейное падение давления, местные сопротивления, шероховатость трубы, эквивалентная шероховатость трубы, гидравлически гладкая труба, гидравлически шероховатая труба, эквивалентная длина местных сопротивлений.

7. Автоматизированные расчеты двухфазных потоков и систем [1, С. 80–84, 86–90].

Понятие автоматизированного расчета псевдооживленного состояния зернистого слоя; порозность слоя; фиктивная скорость жидкости. Условие псевдооживленного состояния твердой фазы в слое; основы расчета гидродинамического сопротивления псевдооживленного слоя. Структура потока пароводяной смеси в вертикальных и горизонтальных трубах: условия возникновения той или иной структуры потока и характер движения фаз для различных структур потока. Основные показатели характеризующие двухфазный и трехфазный газожидкостный поток.

Термины и понятия: ньютоновские и неньютоновские жидкости, одномерные, двухмерные, трехмерные потоки, газодинамические функции, одно-двух-трехфазные системы, псевдооживленное состояние взвешенного слоя, кипящий слой, порозность слоя, фиктивная скорость жидкости, скорость псевдооживления, скорость уноса, пузырьковая структура газожидкостного потока, снарядная структура газожидкостного потока, стержневая структура газожидкостного потока, эмульсионная структура газожидкостного потока, массовая скорость потока, средняя скорость потока, приведенная скорость, паросодержание, объемное паросодержание, напорное паросодержание.