

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
«08» 11 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИТУС

А.В. Белоусов
« 1 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий

направление подготовки:

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергетика теплотехнологий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетический

Кафедра: энергетики теплотехнологии

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, для набора 2015 года.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетике теплотехнологии:

« 16 » ноября 2015 г., протокол № 3

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института:

« 19 » ноября 2015 г., протокол № 3

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семерлин)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции		Требования к результатам обучения
№	Компетенция	
Общепрофессиональные		
1	<p style="text-align: center;">ОПК-2</p> <p>способностью 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</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: базовый материал в области естественнонаучных дисциплин, естественнонаучную сущность проблем, основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь: демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, 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.</p> <p>Владеть: способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, навыками выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; умением применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>
Профессиональные		
2	<p style="text-align: center;">ПК-2</p> <p>Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать тепломеханическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: физический смысл гидравлических и аэродинамических сопротивлений, виды сопротивлений, зависимости для их определения тепломеханического оборудования.</p> <p>Уметь: производить гидравлический и аэродинамический расчеты тепломеханического оборудования, трубопроводов и каналов различной формы.</p> <p>Владеть: методиками проведения гидравлических и аэродинамических расчетов трубопроводов и каналов тепломеханического оборудования.</p>
3	<p style="text-align: center;">ПК-7</p> <p>Способностью обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины.</p>	<p>В результате освоения практики обучающийся должен:</p> <p>Знать: правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, нормы охраны труда, производственной и трудовой дисциплины при изучении устройства и проектировании тепломеханического оборудования.</p> <p>Уметь: соблюдать правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при изучении устройства и проектировании тепломеханического оборудования.</p> <p>Владеть: навыками организации безопасной эксплуатации промышленного оборудования, соблюдения производственной санитарии и пожарной безопасности при изучении устройства и проектировании тепломеханического оборудования.</p>

1. 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.	История развития энергетики

Содержание модуля служит основой для изучения следующих дисциплин:

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

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5зач. единицы, 180 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	20	2	18
лекции	8	2	6
лабораторные	6	-	6
практические	6	-	6
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	160		160
Курсовой проект	—		—
Курсовая работа	—		—
Расчетно-графическое задание	18		18
Индивидуальное домашнее задание	—		—
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	106		106
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)		экзамен (36)

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Объем на тематический раздел, час			
		Лекции	Практич.еск.	Лабора-	Самостоят.
1	1. Введение 1.1. Основные термины и определения. 1.2. Эффективность, достоинства и области применения пневмогидротранспорта. 1.3. Единицы измерения давления. 1.4. Шкала давлений ГМК.	2	-	-	-
	ВСЕГО	2			

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Объем на тематический раздел, час			
		Лекции	Практич.еск.	Лабора-	Самостоят.
2	2. Насосы. Классификация насосов. Центробежные насосы. 2.1. Конструкция центробежных насосов. 2.2. Уравнение Эйлера для центробежных насосов. 2.3. Статический и динамический напор. 2.4. Теоретические и действительные характеристики центробежных насосов. 2.5. Подобие центробежных насосов. 2.6. Безразмерные характеристики и коэффициент быстроходности. 2.7. Пересчет характеристик центробежных насосов. 2.8. Регулирование подачи. 2.9. Кавитация и допустимая высота всасывания. 2.10. Пример расчета и конструирования центробежного насоса.	0,5	1	1	12
3	3. Осевые насосы. 3.1. Конструкция осевых насосов. 3.2. Решетка профилей. 3.3. Уравнение энергии и теоретический напор. 3.4. Характеристики и регулирование осевых насосов. 4. Поршневые и роторные насосы. 4.1. Принцип действия поршневого насоса. 4.2. Индикаторная диаграмма. 4.3. Подача поршневого насоса. 4.4. Характеристики и регулирование поршневых насосов. 4.5. Индикаторная мощность и КПД насосов.	0,5	1	1	14

	4.6. Допустимая высота всасывания. 4.7. Роторные насосы. 4.8. Пример расчета и конструирования роторного насоса.				
4	5. Сети и работа насосов в сети. 5.1. Классификация сетей 5.2. Сопротивление и напорная характеристика сети. 5.3. Определение оптимального диаметра трубопровода. 5.4. Особенности расчета сетей транспортировки горячих газов. 5.5. Расчет газопроводов и воздухопроводов высокого давления 5.6. Устойчивость работы сети (помпаж и гидравлические удары). 5.7. Расчет пневмотранспортных сетей. 5.8. Понятие о гидроприводе. 5.9. Основы проектирования сетей. 6. Работа насосов в сети 6.1. Совместная работа нагнетателя и сети. Регулирование подачи. 6.2. Схемы соединения насосов. 6.3. Параллельное соединение. 6.4. Закономерности параллельной работы. 6.5. Работа насосов в распределенной сети. 6.6. Последовательное соединение. 6.7. Смешанное соединение. 6.8. Регулирование установки из нескольких насосов.	1	-	-	14
5	7. Системы технического водоснабжения. 7.1. Схемы технического водоснабжения. 7.2. Баланс воды предприятия. 7.3. Насосные станции. 7.4. Выбор насосов и приводов. 7.5. Выбор числа насосов в насосной станции. 7.6. Устройства для охлаждения воды. 7.7. Очистка промышленных сточных вод. 8. Теория компрессорных машин. 8.1. Классификация компрессоров. 8.2. Характеристики и типы компрессоров. 8.3. Термодинамика процесса сжатия. 8.4. Уравнение сохранения энергии процесса сжатия. 8.5. КПД и мощность компрессора. 8.6. Охлаждение газа в компрессоре. 8.7. Многоступенчатое сжатие. 8.8. Расчет расхода воды на охлаждение компрессора.	1	-	-	14
6	9. Объемные компрессоры. 9.1. Конструкции поршневых компрессоров. 9.2. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора. 9.3. Подача поршневого компрессора. 9.4. Мощность поршневого компрессора. 9.5. Многоступенчатые поршневые компрессоры и допустимая степень сжатия. 9.6. Регулирование поршневых компрессоров. 9.7. Витовые компрессоры. 9.8. Роторные компрессоры. 9.9. Пример расчета роторного компрессора. 10. Динамические компрессоры (турбокомпрессоры). 10.1. Быстроходность динамических нагнетателей. 10.2. Характеристики лопатных компрессоров и их пересчет. 10.3. Регулирование лопатных компрессоров.	0,5	1	1	12

	10.4. Центробежные компрессоры. 10.5. Расчет и конструирования центробежного нагнетателя. 10.6. Осевые компрессоры. 10.7. Пример расчета осевого компрессора. 10.8. Детали машин осевых и центробежных компрессоров.				
7	11. Центробежные вентиляторы. 11.1. Расчет и конструирование центробежного вентилятора. 12. Системы воздухообеспечения. 12.1. Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций. 12.2. Основные типы потребителей сжатого воздуха. 12.3. Приближенный расчет расхода воздуха потребителей. 12.4. Уточненный расчет расхода воздуха потребителей. 12.5. Производительность компрессора и потери воздуха в сети. 12.6. Расчет воздухопроводной сети. 12.7. Пример расчета воздухопроводной сети.	1	1	1	12
8	13. Оборудование компрессорных станций. 13.1. Выбор компрессоров системы воздухообеспечения. 13.2. Воздухозаборное устройство и фильтры для очистки воздуха. 13.3. Промежуточные и конечные холодильники. 13.4. Влагомаслоотделители. 13.5. Установки для осушки сжатого воздуха. 13.6. Ресиверы (воздухозборники). 13.7. Система водоснабжения компрессорной станции 13.8. Пример расчета компрессорной станции 14. Проектирование тепломеханического оборудования сетей. 14.1. Автоматическое проектирование и изготовление деталей осевых, центробежных компрессоров и сетей.	0,5	1	1	12
9	15. Привод тепломеханического оборудования. 15.1. Электропривод. Оптимизация электропривода. 15.2. Пример расчета ветродвигателя. 15.3. Пример расчета газотурбинного привода. 16. Автоматизация тепломеханического оборудования. 16.1. Автоматизированные передвижные компрессоры. 16.2. Автоматические компрессорные и насосные станции. 17. Энергосбережение и экология тепломеханического оборудования. 17.1. Энергосбережение в насосных установках. 17.2. Понятие о тепловых насосах. 17.3. Понятие о турбодетандерах. 17.4. Ветроэнергетика. 18. Испытания тепломеханического оборудования. 19. Стенды для испытания и исследования ГМК.	1	1	1	14
	ВСЕГО	6	6	6	106

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Насосы. Классификация насосов. Центробежные насосы.	Расчет основных параметров центробежного насоса энергетических предприятий.	1	1
2	Осевые насосы.	Расчет основных параметров осевых насосов энергетических предприятий.	1	1
3	Динамические компрессоры	Расчет основных параметров центробежного	1	1

	(турбокомпрессоры)	нагнетателя энергетических предприятий.		
4	Центробежные вентиляторы	Расчет основных параметров воздухопроводной сети энергетических предприятий.	1	1
5	Оборудование компрессорных станций	Расчет основных параметров компрессорной станции энергетических предприятий.	1	1
6	Привод тепломеханического оборудования	Расчет основных параметров ветродвигателя энергетических предприятий.	1	1
ИТОГО:			6	6

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Насосы. Классификация насосов. Центробежные насосы.	Определение геометрических параметров центробежного насоса энергетических предприятий.	1	1
2	Осевые насосы.	Определение геометрических параметров осевых насосов энергетических предприятий.	1	1
3	Динамические компрессоры (турбокомпрессоры)	Определение геометрических параметров центробежного нагнетателя энергетических предприятий.	1	1
4	Центробежные вентиляторы	Определение геометрических параметров воздухопроводной сети энергетических предприятий.	1	1
5	Оборудование компрессорных станций	Определение геометрических параметров компрессорной станции энергетических предприятий.	1	1
6	Привод тепломеханического оборудования	Определение геометрических параметров ветродвигателя энергетических предприятий.	1	1
ИТОГО:			6	6

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

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№	Наименование вопросов
1.	Эффективность, достоинства и области применения пневмогидротранспорта.
2.	Единицы измерения давления.
3.	Шкала давлений тепломеханических машин.
4.	Классификация насосов.
5.	Конструкция центробежных насосов.
6.	Уравнение Эйлера для центробежных насосов.
7.	Статический и динамический напор центробежных насосов.
8.	Теоретические и действительные характеристики центробежных насосов.
9.	Подобие центробежных насосов.
10.	Безразмерные характеристики и коэффициент быстроходности.
11.	Пересчет характеристик центробежных насосов.
12.	Регулирование подачи.

13.	Кавитация и допустимая высота всасывания.
14.	Пример расчета и конструирования центробежного насоса.
15.	Осевые насосы.
16.	Конструкция осевых насосов.
17.	Решетка профилей осевых насосов.
18.	Уравнение энергии и теоретический напор осевых насосов.
19.	Характеристики и регулирование осевых насосов.
20.	Поршневые насосы.
21.	Индикаторная диаграмма поршневого насоса.
22.	Подача поршневого насоса.
23.	Напорная характеристика и регулирование поршневых насосов.
24.	Индикаторная мощность и КПД насосов.
25.	Допустимая высота всасывания.
26.	Роторные насосы.
27.	Классификация сетей.
28.	Сопротивление и напорная характеристика сети для перемещения жидкостей.
29.	Определение оптимального диаметра трубопровода сети.
30.	Особенности расчета линий для транспортировки горячих газов.
31.	Расчет газопроводов и воздухопроводов высокого давления.
32.	Устойчивость работы сети (помпаж и гидравлические удары).
33.	Расчет пневмотранспортных сетей.
34.	Основные типы гидропривода и его применение.
35.	Основы расчета и проектирования сетей.
36.	Работа насосов в сети.
37.	Совместная работа насоса и сети. Регулирование подачи.
38.	Схемы соединения насосов.
39.	Параллельное соединение насосов.
40.	Закономерности параллельной работы.
41.	Работа насосов в распределенной сети.
42.	Последовательное соединение насосов.
43.	Смешанное соединение насосов характеристики сети.
44.	Регулирование установки из нескольких насосов.
45.	Системы технического водоснабжения.
46.	Баланс воды предприятия.
47.	Насосные станции.
48.	Выбор насосов водоснабжения.
49.	Выбор числа насосов в насосной станции.
50.	Устройства для охлаждения воды.
51.	Очистка промышленных сточных вод.
52.	Классификация компрессоров.
53.	Характеристики и типы компрессоров.
54.	Термодинамика процесса сжатия.
55.	Уравнение сохранения энергии процесса сжатия.
56.	КПД и мощность компрессора.
57.	Охлаждение газа в компрессоре.
58.	Многоступенчатое сжатие.
59.	Расчет расхода воды на охлаждение компрессора.
60.	Объемные компрессоры.

61.	Конструкции поршневых компрессоров.
62.	Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
63.	Подача и мощность поршневого компрессора.
64.	Многоступенчатые поршневые компрессоры и допустимая степень сжатия.
65.	Регулирование поршневых компрессоров.
66.	Винтовые компрессоры.
67.	Роторные компрессоры.
68.	Классификация динамических нагнетателей по быстроходности.
69.	Характеристики лопастных компрессоров и их пересчет.
70.	Регулирование лопастных компрессоров.
71.	Центробежные компрессоры.
72.	Осевые компрессоры.
73.	Особенности конструкции осевых и центробежных компрессоров.
74.	Центробежные вентиляторы.
75.	Расчет и конструирование высокоэффективного центробежного вентилятора.
76.	Системы воздухообеспечения промышленных предприятий.
77.	Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций.
78.	Основные типы потребителей сжатого воздуха.
79.	Приближенный расчет расхода воздуха потребителей.
80.	Уточненный расчет расхода воздуха потребителей.
81.	Производительность компрессорной станции и потери воздуха в сети.
82.	Расчет воздухопроводной сети.
83.	Оборудование компрессорных станций.
84.	Выбор компрессоров системы воздухообеспечения.
85.	Воздухозаборное устройство и фильтры для очистки воздуха.
86.	Промежуточные и концевые холодильники.
87.	Влагомаслоотделители.
88.	Установки для осушки сжатого воздуха.
89.	Ресиверы (воздухосборники).
90.	Система водоснабжения компрессорной станции.
91.	Автоматическое проектирование и изготовление деталей осевых и центробежных компрессоров и сетей.
92.	Электроприводтепломеханических машин.
93.	Расчета ветродвигателя.
94.	Расчета газотурбинного привода.
95.	Автоматизация тепломеханических машин.
96.	Автоматизированные передвижные компрессоры.
97.	Автоматические насосные станции.
98.	Энергосбережение и экология тепломеханических машин.
99.	Энергосбережение в насосных установках.
100.	Понятие о тепловых насосах.
101.	Понятие о турбодетандерах.
102.	Ветроэнергетика, ветрогенераторы ветродвигатели.
103.	Испытания тепломеханических машин.
104.	Стенды для контроля параметров, испытания и исследования тепломеханических машин.

5.2.Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ,

их краткое содержание и объем

– Учебным планом не предусмотрено.

5.3.Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

№	Тема РГЗ
1	Расчет, испытания и мониторинг ГТУ.
2	Расчет, испытания и мониторинг воздуходувок БГТУ.
3	Расчет, испытания и мониторинг водородных турбин.
4	Расчет, испытания и мониторинг ветроустановок.
5	Расчет, испытания и мониторинг паровых котлов.
6	Расчет, испытания и мониторинг водогрейных котлов.
7	Расчет, испытания и мониторинг дымососов.
8	Расчет, испытания и мониторинг насосов.
9	Расчет, испытания и мониторинг рукавных фильтров.
10	Расчет, испытания и мониторинг тепловых насосов.
11	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.

Цель расчетно-графической работы: изучение студентами методик и приобретение навыков аэродинамического расчета и методик испытания тепломеханического оборудования и сетей трубопроводов, и каналов.

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

Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

1. Введение.
2. Описание тепломеханической установки.
3. Аэродинамический расчет тепломеханической установки по участкам:
 - а) сопротивление трения;
 - б) местные сопротивления;
 - г) сопротивление поперечно обтекаемых труб;
 - д) термостатические перепады давлений.
 - е) систему автоматизации установки.
4. Заключение.

Графическая часть представляет собой лист формата А1, содержащий схему тракта и устройство тепломеханической установки.

5.4. Перечень контрольных работ

– Учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

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. – 175с.
3. Лапшев, Н.Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для студентов учреждений ВПО / Н.Н. Лапшев, Ю.Н. Леонтьева. – М.: Издательский центр “Академия”, 2012. – 400с.
4. Гусев, А.А. Гидравлика: учебник для вузов / А.А. Гусев. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 285с. – 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.: Гостехиздат, 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.

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. Подлипенский, В.С., Сабинин Ю.А., Юрчук Л.Ю. Элементы и устройства автоматики: / Под ред. Сабинина Ю.А. - М.: Машиностроение, 2001. - 472 с.
4. Троянкин, Ю.В. Проектирование и эксплуатация высокотемпературных технологических установок. / Ю.В. Троянкин. - М.: МЭИ, 2002. – 324 с.
5. Теплотехнические испытания котельных установок./ В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер и др. -2-е изд. перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1991. 416 с.
6. 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.
7. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод) / под ред. С.И. Мочана. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1977. – 256 с.
8. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т.1. 920 с.
9. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т.2. 912 с.
10. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 кн. - М.: Машиностроение, 2001. - Т. 3. 864 с.
11. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 1. - М.: Машиностроение, 1988. - 560 с.
12. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 2. - М.: Машиностроение, 1988. - 544 с.
13. Никитин, Ю.М. Конструирование элементов деталей и узлов авиационных двигателей. -М.: Машиностроение, 1968. - 323 с.
14. Газотурбинные установки. Конструкции расчет: Справочное пособие / Под общ. ред. Л. В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. -Л.: Машиностроения, 1978. - 232 с.
15. Детали машин. Расчет и конструирование. Справочник. Т. 3. / Под. ред. Н.С. Ачеркана. -М.: Машиностроение, 1969. - 471 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. / Под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.
17. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. / Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова. -М.: Машиностроение, 1972. - 694 с.
18. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т.1- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006. -852 с.
19. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник, Т. 2- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006.-1028 с.
20. 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).
3. <http://www.csoft.vrn.ru/Siemens.asp> – CSoft Воронеж является стратегическим Авторизованным 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 MentorGraphics 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 SolidWorksTomsk.
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.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

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

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

Лабораторные занятия – лабораторные стенды, учебная лаборатория термодинамики и энергетического комплекса промышленных предприятий (Лк 401), оборудование: стенды для испытания насосов и вентиляторов, для определения гидравлических сопротивлений, коэффициентов Струхала, Рейнольдса, волнового сопротивления; вентиляторы; газовые счетчики; измерительные коллекторы БГТУ, дифманометры; электронный частотомер; шумомер; ваттметр; трубки Пито-Прандтля; 1,2,3,5 канальные микрозонды БГТУ, микрогребёнки и батарей-


ный манометр БГТУ; образцовые термометры, амперметры и вольтметры; учебная лаборатория теплотехники (Лк 407, 408), оборудование: вентиляторы; газовые счетчики; дифманометры; установка для изучения газодинамики псевдоожигенного слоя.

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. 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.И. Кожевников**

Директор института  _____ **А.В. Белоусов**

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 2018 г.

Заведующий кафедрой  _____ В.П. Кожевников

Директор института  _____ А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс «Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий» 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 и экспериментальными методами исследования движения жидкости и газа в элементах энергетического и теплотехнологического оборудования.

Предметом изучения в общем случае являются 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 и их расчет.

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

- приобрести необходимые знания о закономерностях движения жидкости, газа, двухфазных потоков в трубах и каналах;
- изучить основы методов гидравлического и аэродинамического расчета трубопроводов, энергетического и теплотехнологического оборудования;
- сформировать представление о 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 экзамен.

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 «Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий» 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 **«Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий»** 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.

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