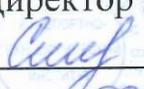


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного
обучения

Нестеров М.Н.
«09» _____ 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Горшкова Н.Г.
«09» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Термодинамика и теплопередача

специальность:

23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

специализация:

**«Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных
ситуациях»**

Квалификация

инженер

Форма обучения

заочная

Институт: **Транспортно-технологический**

Кафедра: **Подъёмно-транспортные и дорожные машины**

Белгород 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета), утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г., №1022;

плана учебного процесса БГТУ им. В. Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель:



(А.В. Губарев)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологических комплексов, машин и механизмов

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.

« 29 » августа 2016 г.



(В.С. Севостьянов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин

« 31 » августа 2016 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, доц.



(А.А. Романович)

Рабочая программа одобрена методической комиссией
Транспортно-технологического института

« 09 » сентября 2016 г., протокол № 1

Председатель
канд. техн. наук



(Т.Н. Орехова)

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин: _____

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Математика
2.	Физика
3.	Техническая механика
4.	Информатика
5.	Автоматизация производственных процессов
6.	Компьютерные технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Научные основы создания и расчет технологических комплексов
2	Оборудование для комплексной переработки техногенных материалов
3	Проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях
4	Процессы при переработке отходов производств
5	Теория технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях
6	Энергетические установки ТСПиЗЧС
7	Промышленные предприятия для утилизации техногенных материалов

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №6
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.н.:	8	8
лекции	4	4
лабораторные		
практические	4	4
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	64	64
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	2	2
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	64	64
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет	Зачет

3. 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	Лабораторные	Самостоятельные
1.	Основные понятия и законы термодинамики. Основные исходные определения. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики и энтропия. Максимальная и теряемая работа. Термодинамические потенциалы и дифференциальные уравнения термодинамики. Химический потенциал термодинамики. Многокомпонентные и многофазные системы.	1	1	0	12
2.	Термодинамические процессы. Эффективность использования первичной энергии в термодинамическом процессе. Термомеханические газостатические процессы идеального газа. Процессы фазовых превращений. Термомеханические газодинамические процессы. Термо - магнитомеханические процессы. Термоэлектрические магнитогазодинамические процессы. Термо - электромагнитные процессы. Термо - электронноэмиссионные процессы. Термоэлектрические процессы в твердых телах. Химико-термические процессы. Химико-электрические процессы. Химико-механические процессы. Ядерно-термические процессы. Электромагнито - термические процессы. Электромагнитно - электрические процессы. Магнито - термические процессы.			0	12
3.	Термодинамические циклы работы тепловых машин. Идеальный цикл тепловых машин — цикл Карно. Эффективность превращения теплоты высоко- и низкотемпературных теплоносителей в другие виды энергии. Задачи анализа и методы сравнения теоретических циклов. Теоретические процессы расширительных машин и компрессоров. Обобщенный теоретический цикл тепловых и пневматических двигателей. Теоретические циклы химических тепловых двигателей с газообразным рабочим телом. Теоретические циклы химических тепловых двигателей с парожидкостным рабочим телом. Теоретический цикл термомагнитного двигателя. Теоретические циклы химических тепловых парогазовых турбинных двигателей и магнитогазодинамических установок. Теоретические циклы термоэмиссионных и термоэлектрических электрогенераторов. Теоретические циклы ядерных тепловых двигателей. Теоретические циклы холодильных и теплонаносных установок. Теоретический цикл универсальной тепловой машины Стирлинга.	1	1	0	12
4.	Термодинамика необратимых процессов и отрицательных температурах. Понятие о термодинамике необратимых процессов. Термодинамика при отрицательных абсолютных температурах.			0	12
5.	Основные теплопередачи и тепломассообмена. Общие понятия и закономерности микропереноса энергии и массы. Виды и режимы тепло-	1	1		12

	массообмена. Основы теории подобия.				
6.	Теплопередача. Закон Фурье и коэффициент теплопередачи. Дифуравнение энергии трехмерной нестационарной теплопередачи твердых тел. Различные случаи стационарной теплопередачи. Теплопередача при нестационарном режиме.				12
7.	Конвективная теплопередача. Закон Ньютона и коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективной теплоотдачи. Теплопередача при свободном и вынужденном движении. Теплопередача при кипении и конденсации. Теплопередача в особых случаях.				12
8.	Теплопередача излучением. Основные понятия и закон Стефана—Больцмана. Коэффициенты, характеризующие теплообмен излучением. Законы распределения энергии излучения по различным направлениям и длинам волн. Теплообмен излучением между твердыми телами. Излучение и поглощение в газах.	1	1		12
9.	Сложная теплопередача. Тепломассообмен. Расчет теплообменных аппаратов.				8
10	Термодинамика и охрана окружающей среды. Критические процессы: сверхпроводимость-текучесть, кавитация, флаттер, помпаж, инфразвук. Теплонасосы. Потребность в энергии и охрана окружающей среды. Вторичные энергетические ресурсы, основные направления экономии энергоресурсов.				8
11	ВСЕГО	4	4		64

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Часы	Часы СРС
1	Основные понятия и законы термодинамики	Размерности физических величин, соотношения единиц размерностей.	1	2
2	Термодинамические процессы	Термодинамические процессы		4
3	Теоретические циклы работы тепловых машин	Теоретические циклы работы тепловых машин.	1	4
4	Термодинамика необратимых процессов и отрицательных температурах	Термодинамика необратимых процессов и отрицательных температурах.		4
5	Основные принципы теории тепломассообмена	Основные принципы теории тепломассообмена.	1	4
6	Теплопередача	Виды теплопередачи.		4
7	Конвективная теплопередача	Конвективная теплопередача.		4
8	Сложная теплопередача, расчет теплообменных аппаратов и массообмен	Сложная теплопередача, расчет теплообменных аппаратов и массообмен.	1	4
9	Термодинамика и охрана окружающей среды	Критические процессы: сверхпроводимость, сверхтекучесть, кавитация, флаттер и помпаж. Теплонасосы. Потребность в энергии и охрана окружающей среды. Вторичные энергетические ресурсы, основные направления экономии энергоресурсов.		4
ИТОГО:			4	34
ВСЕГО:				38

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: способы поиска источников информации технического, методического и справочного характера.</p> <p>Уметь: самостоятельно осуществлять поиск справочных данных, осуществлять определение физических характеристик и размеров устройств, соответствующих параметрам состояния рабочего тела.</p> <p>Владеть: навыками пользования учебной, нормативной справочной и методической литературой.</p>
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	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>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</p> <p>Уметь: определять физико-механические параметры жидкости (газа) для конкретных внешних условий; производить пересчет физических величин для различных систем единиц измерения; применять теоремы подобия при моделировании гидродинамических процессов</p> <p>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.</p>
Профессиональные			
1	ПК-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать тепломеханическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: физический смысл гидравлических, аэродинамических, тепловых сопротивлений, виды сопротивлений, зависимости для их определения.</p> <p>Уметь: производить гидравлический, аэродинамический тепловые расчеты гидромеханических машин, трубопроводов и каналов различной формы</p> <p>Владеть: методиками проведения термодинамических расчетов трубопроводов, каналов и машин.</p>
2	ПК-10	Способность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные гидродинамические и тепловые характеристики потока жидкости или газа; влияние параметров однофазного потока на режим, а двухфазного потока – на режим и структуру его течения; виды гидродинамических машин и основные показатели их работы.</p> <p>Уметь: производить расчеты термодинамических параметров потока жидкости (газа) для различных условий его протекания, производить расчеты характеристик работы термомеханических машин.</p> <p>Владеть: методиками определения характеристик работы тепломеханических оборудования.</p>

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

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

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия и законы термодинамики	<p>Основные исходные определения термодинамики. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики и энтропия. Максимальная и теряемая работа. Термодинамические потенциалы и дифференциальные уравнения термодинамики. Химический потенциал термодинамики. Многокомпонентные и многофазные системы.</p>
2	Термодинамические процессы	<p>Эффективность использования первичной энергии в термодинамическом процессе. Термомеханические газостатические процессы идеального газа. Процессы фазовых превращений. Термомеханические газодинамические процессы. Термо - магнитомеханические процессы. Термоэлектрические магнитогазодинамические процессы (элементы магнитной газодинамики). Термо - электромагнитные процессы. Термо - электронноэмиссионные процессы. Термоэлектрические процессы в твердых телах. Химико-термические процессы. Химико-электрические процессы. Химико-механические процессы. Ядерно-термические процессы. Электромагнито - термические процессы. Электромагнитно - электрические процессы. Магнито - термические процессы.</p>
3	Термодинамические циклы работы тепловых машин	<p>Идеальный цикл тепловых машин — цикл Карно. Эффективность превращения теплоты высоко- и низкотемпературных теплоносителей в другие виды энергии. Задачи анализа и методы сравнения теоретических циклов. Теоретические процессы расширительных машин и компрессоров. Обобщенный теоретический цикл тепловых и пневматических двигателей. Теоретические циклы химических тепловых двигателей с газообразным рабочим телом. Теоретические циклы химических тепловых двигателей с парожидкостным рабочим телом. Теоретический цикл термомагнитного двигателя. Теоретические циклы химических тепловых парогазовых турбинных двигателей и магнитогазодинамических установок.</p>

		<p>Теоретические циклы термоэмиссионных и термоэлектрических электрогенераторов.</p> <p>Теоретические циклы ядерных тепловых двигателей .</p> <p>Теоретические циклы холодильных и теплонаносных установок.</p> <p>Теоретический цикл универсальной тепловой машины Стирлинга.</p> <p>Понятие о термодинамике при отрицательных абсолютных температурах и о термодинамике необратимых процессов.</p> <p>Термодинамика при отрицательных абсолютных температурах.</p> <p>Понятие о термодинамике необратимых процессов.</p>
4	Теплопередача и тепломассообмен	<p>Общие понятия и закономерности микропереноса энергии и массы.</p> <p>Виды и режимы тепломассообмена.</p> <p>Основы теории подобия.</p>
5	Теплопередача	<p>Закон Фурье и коэффициент теплопередачи.</p> <p>Дифуравнение энергии трехмерной нестационарной теплопередачи твердых тел. Различные случаи стационарной теплопередачи.</p> <p>Теплопередача при нестационарном режиме.</p>
6	Теплопередача излучением	<p>Основные понятия и закон Стефана—Больцмана.</p> <p>Коэффициенты, характеризующие теплопередачу излучением .</p> <p>Законы распределения энергии излучения по различным направлениям и длинам волн.</p> <p>Теплопередача излучением между твердыми телами.</p> <p>Излучение и поглощение в газах.</p>
7	Сложная теплопередача	Сложная теплопередача, расчет теплообменных аппаратов и массообмен.
8	Термодинамика и охрана окружающей среды	Сверхпроводимость, сверхтекучесть, кавитация, флаттер и помпаж. Тепловые насосы. Потребность в энергии. Термодинамика и охрана окружающей среды. Основы энергосбережения, вторичные энергетические ресурсы, основные направления экономии энергоресурсов.

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

Согласно перечня контрольных вопросов 5.1.

5.4. Перечень контрольных работ

– Учебным планом не предусмотрены.

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. – 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.: 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. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 1. - М.: Машиностроение, 1988. - 560 с.
9. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Кн. 2. - М.: Машиностроение, 1988. - 544 с.
10. Никитин, Ю.М. Конструирование элементов деталей и узлов авиационных двигателей. -М.: Машиностроение, 1968. - 323 с.
11. Газотурбинные установки. Конструкции расчет: Справочное пособие / Под общ. ред. Л. В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. -Л.: Машиностроения, 1978. - 232 с.
12. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т.1- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006. -852 с.
13. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико- технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т. 2- Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф., 2006.-1028 с.
14. 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 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 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.

4. 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, технические плакаты.

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

Лабораторные занятия – лабораторные стенды, учебная лаборатория термодинамики и энергетического комплекса промышленных предприятий (Л 401), оборудование: центробежный вентилятор; ваттметр; трубки Пито-Прандтля; дифманометр; учебная лаборатория теплотехники (Л 407, 408), оборудование: вентиляторы; газовые счетчики; дифманометры; стенд для определения термических сопротивлений; установка для изучения газодинамики псевдооживленного слоя.

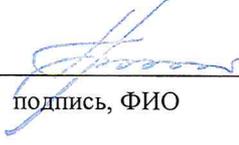
8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~17~~/20¹⁸ учебный год.

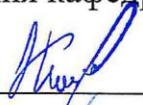
Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 20~~17~~.

Заведующий кафедрой  (В.П. Кожевников)
подпись, ФИО

Директор института  (А.В. Белоусов)
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

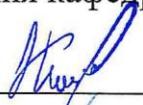
Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2018г.

Заведующий кафедрой _____  В.П. Кожевников

Директор института _____  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

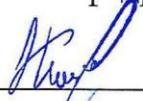
Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2019 г.

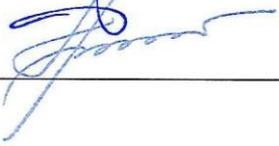
Заведующий кафедрой _____  В.П. Кожевников

Директор института _____  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2020 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 20 /20 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ В.П. Кожевников

Директор института _____ А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ В.П. Кожевников

Директор института _____ А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Курс «Термодинамика и теплопередача» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки «**Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**».

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 термодинамических 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 термодинамических машин, методиках определения их характеристик и особенностях выбора термодинамических 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 специалистов – сотрудников предприятий и служб, занимающихся освоением термодинамических процессов производства и использования различных видов энергии, проектированием, производством и эксплуатацией энергетического и термодинамического оборудования.

Исходный этап изучения курса «Термодинамика и теплопередача» 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. Инстру-

ментами 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 «**Термодинамика и теплопередача**» или сходным курсам, охватывающим вопросы теплопередачи при движении и равновесии 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 термодинамике [2, С. 5–16, 50], [4, С. 15–19]

Понятие термодинамики, основные разделы гидромеханики, их критерии. Предмет термодинамики; внешняя, внутренняя и смешанная задачи термодинамики. 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. Пересчет физических величин, используемых при рассмотрении процессов движения жидкости и газа, для различных систем единиц измерения. Основные физико-механические свойства жидкости: плотность, сжимаемость, вязкость, поверхностное натяжение. Их основные характеристики, влияние на них внешних условий. Закон Ньютона для внутреннего трения, ньютонские и неньютоновские жидкости.

Термины и понятия: термодинамика, гидромеханика, гидравлика, теоретическая гидромеханика, гидростатика, кинематика жидкости, гидрогазодинамика, внутренняя задача термодинамики, внешняя задача термодинамики, смешанная задача термодинамики, 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 жидкости, неньютоновские жидкости, поверхностное натяжение.

2. Основы гидростатики в термодинамике [1, С. 16, 29], [3, С. 15–21], [4, С. 21–35]

Предмет гидростатики; силы, действующие на находящуюся в состоянии покоя жидкость: поверхностные, массовые. Гидростатическое давление, его свойства. Условия равновесия элементарного объема жидкости. Система дифференциальных уравнений равновесия жидкости Эйлера. 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.

3. Основы кинематики жидкости в термодинамике [1, С. 12–13], [2, С. 51–60], [3, С. 37–42], [4, С. 57–58, 60–64, 219–223, 228–231]

Предмет кинематики жидкости. Установившееся и неустановившееся движение. Методы математического описания движения жидкости: особенности метода Лагранжа; особенности метода Эйлера. 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 жидкости. 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.

Термины и понятия: неустановившееся движение, установившееся движение, проекции субстанционального ускорения, проекции локального ускорения, проекции конвективного ускорения, траектория движущейся частицы, линия тока, трубка тока, элементарная струйка, поток жидкости, расход потока жидкости, живое сечение потока, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, средняя скорость потока, закон постоянства расхода.

4. Динамика жидкости и термодинамика [1, С. 26–29], [2, С. 60–68, 70–78], [3, С. 43–45, 51–58], [4, С. 70–76, 82–86, 244–249]

Предмет динамики жидкости. Силы, действующие на движущуюся жидкость. Система дифференциальных уравнений движения Эйлера для невязкой жидкости. 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. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли: измерение давления при помощи пьезометра; измерение скорости жидкости при помощи трубки Пито и пьезометра, трубки Пито–Прандтля; измерение расхода жидкости сужающими устройствами.

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, коэффициент Кориолиса, пьезометр, трубка Пито, трубка Пито–Прандтля, трубка Вентури, измерительная диафрагма.

5. Основы моделирования термодинамических 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 подобных систем, гидродинамических 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, 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. Особенности течения жидкости в трубах и каналах в термодинамике [1, С. 42, 64], [3, С. 63–64, 68–69, 78–94]

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. Расчет гидравлических сопротивлений по длине трубопровода; уравнение Дарси–Вейсбаха для определения удельного линейного падения давления; параметры, влияющие на величину коэффициента гидравлического трения. Расчет коэффициента гидравлического трения при различных режимах движения жидкости и состоянии внутренней поверхности стенок труб: формулы Пуазейля, Б.Л. Шифринсона, А.Д. Альтшуля. Расчет потерь давления за счет местных сопротивле-

ний. Физический смысл коэффициента местного сопротивления. Понятие эквивалентной длины местных сопротивлений.

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. Двухфазные термодинамические потоки и системы [1, С. 80–84, 86–90]

Понятие 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 в термодинамике.

Термины и понятия: ньютоновские и неньютоновские жидкости, 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.