

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ	Код модуля 1122024 (для учебного плана № 6009 и учебных планов заочной формы обучения 6252 и 6298); 1103852 (для учебного плана № 5065 и учебных планов заочной формы обучения 5420 и 5650)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП 1 «Промышленная теплоэнергетика»; ТОП 2 «Тепловые электрические станции»; ТОП 3 «Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике»
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 20__

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Белоусов Виктор Семенович	Доктор техн. наук, профессор	профессор	Теплоэнергетика и теплотехника	
2	Черепанова Екатерина Владимировна	Канд. техн. наук, доцент	доцент	Теплоэнергетика и теплотехника	

Руководитель модуля

В.С. Белоусов

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль

Е.В. Черепанова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»

1.1. Объем модуля: 18 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теоретические основы теплоэнергетики» относится к базовой части для УП №5065 и к вариативной части ВУЗа для УП №6009. Модуль составляет теоретический фундамент профильного образования по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Изучение дисциплин модуля опирается на большой объем ранее изученного материала в курсах физики и математики, который применяется к изучаемым в данном модуле явлениям. Теоретический материал излагается в традиционной форме. Это материал закрепляется на практических занятиях и при выполнении проекта по модулю. Наглядное представление об основных законах и процессах студенты получают при выполнении лабораторных работ, в которых предусматривается электронная обработка результатов эксперимента.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Очная форма обучения: учебный план № 5065

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(Б) Техническая термодинамика	3-4	51	51	17	119	97	Э (18 ч) Э (18 ч)	252	7
2.	(Б) Гидрогазодинамика	4	51	17	17	85	77	Э (18 ч)	180	5
3.	(Б) Теплообмен	4	51	34	17	102	96	Э (18 ч)	216	6
Всего на освоение модуля			153	102	51	306	270	72	648	18

Заочная форма с полным сроком обучения: учебный план № 5420

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(Б) Техническая термодинамика	4	12	14	6	32	202	Э (18 ч)	252	7
2.	(Б) Газодинамика	5	10	6	6	22	140	Э (18 ч)	180	5
3.	(Б) Теплообмен	5	14	12	6	32	166	Э (18 ч)	216	6
Всего на освоение модуля			36	32	18	86	508	54	648	18

Заочная форма ускоренного обучения: учебный план № 5650

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(Б) Техническая термодинамика	3-4	12	14	6	32	184	Э (18 ч) Э (18 ч)	252	7
2.	(Б) Газодинамика	4	10	6	4	20	142	Э (18 ч)	180	5
3.	(Б) Теплообмен	4	10	14	4	28	170	Э (18 ч)	216	6
Всего на освоение модуля			32	34	14	80	496	72	648	18

Очная форма обучения: учебный план № 6009

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Техническая термодинамика	3-4	51	51	17	119	97	Э (18 ч) Э (18 ч)	252	7
2.	(ВВ) Газодинамика	4	34	17	17	68	58	Э (18 ч)	144	4
3.	(ВВ) Тепломассообмен	4	51	34	17	102	96	Э (18 ч)	216	6
4.	Проект по модулю	4	0	0	0	0	36	ПМ	36	1
Всего на освоение модуля			136	102	51	289	287	72	648	18

Заочная форма с полным сроком обучения: учебный план № 6252

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Техническая термодинамика	4	12	14	6	32	202	Э (18 ч)	252	7
2.	(ВВ) Газодинамика	5	8	6		14	112	Э (18 ч)	144	4
3.	(ВВ) Тепломассообмен	5	14	12	6	32	166	Э (18 ч)	216	6
4.	Проект по модулю	6	0	0	0	0	36	ПМ	36	1
Всего на освоение модуля			34	32	12	78	516	54	648	18

Заочная форма ускоренного обучения: учебный план № 6298

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Техническая термодинамика	4	12	12	4	28	206	Э (18 ч)	252	7
2.	(ВВ) Газодинамика	4	10	6	4	20	106	Э (18 ч)	144	4
3.	(ВВ) Тепломассообмен	4	10	10	4	24	174	Э (18 ч)	216	6
4.	Проект по модулю	5	0	0	0	0	36	ПМ	36	1
Всего на освоение модуля			32	28	12	72	522	54	648	18

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Техническая термодинамика (пререквизит); Газодинамика (постреквизит); Тепломассообмен (постреквизит)
3.2.	Корреквизиты	Газодинамика; Тепломассообмен

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения (РО), которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
13.03.01/01.01	РО-04: способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК-2 – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность 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; ПК-2 – способность проводить

		расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.
--	--	---

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ОПК-2	ПК-2
1	Техническая термодинамика	*	*	*
2	Гидрогазодинамика	*	*	*
3	Тепломассообмен	*	*	*

Компетенции одинаковы, но области знаний дисциплин разные.

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 7,5.

Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

выполнение и защита проекта по модулю.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

к рабочей программе модуля «Теоретические основы теплоэнергетики»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю:

не предусмотрен.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю:

1) Термодинамический расчет цикла паротурбинной установки с отбором пара на теплофикацию. Тепловой и гидрогазодинамический расчет сетевого подогревателя.

2) Термодинамический расчет цикла паротурбинной установки с отбором пара на теплофикацию. Тепловой и гидрогазодинамический расчет конденсатора паротурбинной установки.

5.3.2.3. Перечень основных разделов проекта по модулю:

1) Термодинамический расчет теплофикационного цикла.

2) Тепловой расчет конденсатора (сетевого подогревателя).

3) Гидравлический расчет теплообменника.

**6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ»**

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теоретические основы теплоэнергетики	Код модуля 1122024 (для учебного плана № 6009 и учебных планов заочной формы обучения 6252 и 6298); 1103852 (для учебного плана № 5065 и учебных планов заочной формы обучения 5420 и 5650)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Белоусов Виктор Семенович	Докт. техн. наук, профессор	Профессор	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	

Руководитель модуля

В.С. Белоусов

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Техническая термодинамика» изучается в модуле «Теоретические основы теплоэнергетики», включающем также дисциплины «Гидрогазодинамика» и «Тепломассообмен». Дисциплина посвящена изучению разделов термодинамики, касающихся процессов взаимопревращения теплоты и механической энергии. Излагаются основные законы термодинамики, анализируются основные термодинамические процессы идеальных и реальных газов, рассматриваются особенности термодинамического рассмотрения закономерностей в потоке вещества. На основе полученных соотношений изучается эффективность получения и использования энергии в теплоэнергетических установках различного назначения.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-2 – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность 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;

ПК-2 – способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные физические свойства жидкостей и газов;
- термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках;
- основные направления и перспективы развития теплоэнергетических систем;
- основные нетрадиционные источники энергии;
 - физические основы эксперимента и способы их реализации.

Уметь:

- анализировать результаты решения конкретных задач с целью построения более совершенных моделей;
- использовать математический аппарат и информационные технологии при проведении расчетов;
- пользоваться справочными данными и информационными базами по характеристикам материалов и способам их обработки;
- проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;
- измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений;
- проводить физические эксперименты, анализировать результаты эксперимента с привлечением методов математической статистики и информационных технологий;

- анализировать, обрабатывать и систематизировать исходную научную и техническую информацию;
- правильно оценивать результаты расчетов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами практического использования современных компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения инженерных задач;
- первичными навыками и основными средствами решения математических задач из общепрофессиональных и специальных дисциплин профилизации;
- основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определение параметров их работы, тепловой эффективности;
- основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешности измерений;
- проблематикой и применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- современной научной аппаратурой.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	3-й семестр	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	119	119	51	68
2.	Лекции	51	51	34	17
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы	17	17	0	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	97	17,85	39	58
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	141,51	108	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		3	4

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр	
1.	Аудиторные занятия	32	32	32	
2.	Лекции	12	12	12	
3.	Практические занятия	14	14	14	
4.	Лабораторные работы	6	6	6	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	202	4,80	202	
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	39,13	252	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		7	

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	3-й семестр	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	32	32	20	12
2.	Лекции	12	12	12	0
3.	Практические занятия	14	14	8	6
4.	Лабораторные работы	6	6	0	6
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	184	4,80	142	42
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	41,46	180	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		5	2

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	28	28	28
2.	Лекции	12	12	12
3.	Практические занятия	12	12	12
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	206	4,20	206
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	252	34,53	252
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	7		7

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение. Основные понятия термодинамики	Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс. Внутренняя энергия, работа, теплота, теплоемкость
P2	Основные законы термодинамики	I закон термодинамики. Энтальпия термодинамической системы и внешняя работа. II закон термодинамики. Различные формулировки второго закона термодинамики (Томсона, Клаузиуса, Каратеодори). Энтропия, принцип возрастания энтропии. III закон термодинамики.
P3	Дифференциальные уравнения термодинамики	Уравнения для первого закона термодинамики, внутренней энергии и энтальпии, энтропии и теплоемкости. Закон Джоуля. Формула Майера. Вычисление термодинамических функций.
P4	Основные термодинамические процессы	Политропный процесс. Частные случаи политропного процесса. Обобщающее значение политропного процесса.
P5	Термодинамика потока	Основные законы термодинамики для потока. Методы описания и основные законы для потока вещества.

		Уравнение баланса механической энергии. Скорость звука. Число Маха. Режимы течения. Принцип обращения воздействия. Сопло и диффузор. Типы сопел. Термодинамика геометрического сопла. Адиабатическое торможение потока. Дросселирование.
P6	Термодинамика систем с переменным числом частиц	Термодинамические потенциалы и характеристические функции. Термодинамика фазовых переходов. Реальные газы (водяной пар). Основные термодинамические процессы воды и водяного пара. Расчет процессов при помощи таблиц и диаграмм.
P7	Влажный воздух	Термодинамические свойства, h-d диаграмма и расчет процессов влажного воздуха.
P8	Основы химической термодинамики	Законы химической термодинамики. Закон Гесса. Закон действующих масс. Равновесный состав продуктов реакции.
P9	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	Прямые и обратные циклы. Первый и второй законы термодинамики для циклов тепловых двигателей. Термический КПД цикла. Цикл Карно. Теоремы Карно. Регенерация теплоты. Обобщенный цикл Карно.
P10	Газовые циклы	Циклы двигателей внутреннего сгорания с изохорным, изобарным и смешанным подводом теплоты. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термодинамический анализ работы компрессора. Циклы прямоточного турбореактивного и ракетного двигателей.
P11	Циклы паротурбинных установок	Цикл Карно в области влажного пара. Цикл Ренкина. Промежуточный перегрев пара в цикле паротурбинной установки (ПТУ), регенерация теплоты и теплофикация в циклах ПТУ. КПД реальных циклов. Особенности циклов АЭС. Бинарные циклы.
P12	Обратные циклы	Обратный цикл Карно. Принципиальные схемы и расчет воздушной и пароконпрессорной холодильных установок. Рабочие тела пароконпрессорных холодильных установок. Циклы тепловых насосов и трансформаторов теплоты.
P13	Эксергия термодинамических систем	Определение эксергии. Эксергия теплоты термодинамического процесса, неподвижного рабочего тела и вещества в потоке. Эксергетический анализ необратимых процессов. Эксергетический анализ циклов.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Объем модуля (зач.ед.): 18
Объем дисциплины (зач.ед.): 7

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)									Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)																				
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)			Контрольная работа*	Коллоквиум*																		
1	Введение. Основные понятия термодинамики	19	12	4	4	4	7	7	2	2	3																																			
2	Основные законы термодинамики	14	8	4	4		6	4	2	2																		2	1																	
3	Дифференциальные уравнения термодинамики	6	4	2	2		2	2	1	1																																				
4	Основные термодинамические процессы	24	12	6	4	2	12	6	2	2	2		6	1																																
5	Термодинамика потока	20	13	6	4	3	7	7	2	2	3																																			
6	Термодинамика систем с переменным числом частиц	36	20	6	6	8	18	12	2	4	6		6	1																																
7	Влажный воздух	12	4		4		8	2		2			6	1																																
8	Основы химической термодинамики	6	4	4			2	2	2																																					
9	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	6	4	2	2		2	2	1	1																																				
10	Газовые циклы	19	12	6	6		7	7	3	4																																				
11	Циклы паротурбинных установок	20	13	6	7		7	7	3	4																																				
12	Обратные циклы	9	6	2	4		3	3	1	2																																				
13	Эксергия термодинамических систем	11	7	3	4		4	4	2	2																																				
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	204	119	51	51	17	97	65	23	28	14	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0																	
	Всего по дисциплине (час.):	252	119				133																																							
																							0	36	0	12																				

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																														
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)											
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*			Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*						
1	Введение. Основные понятия термодинамики	3,5	0,5	0,5			3	3	3																									
2	Основные законы термодинамики	9	1	1			8	6	6														2	1										
3	Дифференциальные уравнения термодинамики	21	3	1	2		18	18	6	12																								
4	Основные термодинамические процессы	37	5	1	2	2	32	32	6	12	14																							
5	Термодинамика потока	8	2	1	1		6	6	6	6																								
6	Термодинамика систем с переменным числом частиц	55	7	1	2	4	34	48	6	12	30																							
7	Влажный воздух	7	1	1			6	6	6																									
8	Основы химической термодинамики	21	3	1	2	0	18	18	6	12																								
9	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	21	3	1	2	0	18	18	6	12																								
10	Газовые циклы	8	2	1	1	0	6	6	6	6																								
11	Циклы паротурбинных установок	7	1	1			6	6	6																									
12	Обратные циклы	21	3	1	2		18	18	6	12																								
13	Эксергия термодинамических систем	3,5	0,5	0,5			3	3	3																									
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	222	32	12	14	6	202	188	72	72	44	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0									
	Всего по дисциплине (час.):	252	32				220	В т.ч. промежуточная аттестация														0	18	0	12									

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)				Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по мод. (час.)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы				Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*			Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	
1	Введение. Основные понятия	3,5	0,5	0,5			3	3	3																					
2	Основные законы термодинамики	9	1	1			8	6	6														2	1						
3	Дифференциальные уравнения термодинамики	21	3	1	2		18	18	6	12																				
4	Основные термодинамические процессы	37	5	1	2	2	32	32	6	12	14																			
5	Термодинамика потока	8	2	1	1		6	6	6	6																				
6	Термодинамика систем с переменным числом частиц	55	7	1	2	4	34	48	6	12	30																			
7	Влажный воздух	7	1	1			6	6	6																					
8	Основы химич. термодинамики	21	3	1	2	0	18	18	6	12																				
9	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	21	3	1	2	0	18	18	6	12																				
10	Газовые циклы	8	2	1	1	0	6	6	6	6																				
11	Циклы паротурбинных установок	7	1	1			6	6	6																					
12	Обратные циклы	21	3	1	2		18	18	6	12																				
13	Эксергия термодинамич. систем	3,5	0,5	0,5			3	3	3																					
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	222	32	12	14	6	184	188	72	72	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0					
	Всего по дисциплине (час.):	252	32				220																							
																					В т.ч. промежуточная аттестация			0	36	0	12			

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																															
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)															
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/или семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*				Перевод иноязычной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*									
1	Введение. Основные понятия термодинамики	3,5	0,5	0,5			3	3	3																													
2	Основные законы термодинамики	9	1	1			8	6	6													2	1															
3	Дифференциальные уравнения термодинамики	23	3	1	2		20	20	6	14																												
4	Основные термодинамические процессы	43	5	1	2	2	38	38	6	14	18																											
5	Термодинамика потока	15	2	1	1		13	13	6	7																												
6	Термодинамика систем с переменным числом частиц	43	5	1	2	2	38	38	6	14	18																											
7	Влажный воздух	7	1	1			6	6	6																													
8	Основы химич. термодинамики	15	2	1	1	0	13	13	6	7																												
9	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	23	3	1	2	0	20	20	6	14																												
10	Газовые циклы	15	2	1	1	0	13	13	6	7																												
11	Циклы паротурбинных установок	7	1	1			6	6	6																													
12	Обратные циклы	15	2	1	1		13	13	6	7																												
13	Эксергия термодинамич. систем	3,5	0,5	0,5			3	3	3																													
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	222	28	12	12	4	206	192	72	84	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Всего по дисциплине (час.):	252	28				224	В т.ч. промежуточная аттестация																	0	18	0	12										

Зачет
Экзамен
Интегрированный экзамен по модулю
Проект по модулю

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Определение теплоёмкости воздуха при постоянном давлении	4
P4	2	Определение показателя адиабаты воздуха методом Клемона – Дезорма	2
P5	3	Определение скорости звука в газах и показателя адиабаты методом стоячей волны	3
P6	4	Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного водяного пара при низких давлениях	4
P6	5	Определение удельной теплоты парообразования воды	4

Всего: 17

Для заочной формы (учебный план № 5420, 6252, 5650)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P4	1	Определение показателя адиабаты воздуха методом Клемона – Дезорма	2
P6	2	Определение удельной теплоты парообразования воды	4

Всего: 6

Для заочной формы ускоренного обучения (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер работы	Тема работы	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Определение показателя адиабаты воздуха методом Клемона – Дезорма	2
P6	2	Определение удельной теплоты парообразования воды	2

Всего: 4

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-2	Введение. Основные понятия термодинамики	4
P2	3-4	Основные законы термодинамики	4
P3	5	Дифференциальные уравнения термодинамики	2
P4	6-7	Основные термодинамические процессы	4
P5	8-9	Термодинамика потока	4
P6	10-12	Термодинамика систем с переменным числом частиц	6
P7	13-14	Влажный воздух	4
P9	15	Термодинамика циклов. Основные законы и понятия для циклов	2
P10	17-18	Газовые циклы	6
P11	19-22	Циклы паротурбинных установок	7
P12	22-23	Обратные циклы	4
P13	24-25	Эксергия термодинамических систем	4

Всего: 51

Для заочной формы обучения (учебный план № 5420, 6252, 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Введение. Основные понятия термодинамики	2
P4	3	Основные термодинамические процессы	2
P5	4	Термодинамика систем с переменным числом частиц	2
P6	5	Влажный воздух	1
P7	6	Термодинамика потока	2
P10	7	Газовые циклы	2
P11	8	Циклы паротурбинных установок	2
P12	9	Обратные циклы	1

Всего: 14

Для заочной формы ускоренного обучения (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Введение. Основные понятия термодинамики	1
P4	3	Основные термодинамические процессы	2
P5	4	Термодинамика систем с переменным числом частиц	2
P6	5	Влажный воздух	1
P7	6	Термодинамика потока	2

P10	7	Газовые циклы	1
P11	8	Циклы паротурбинных установок	2
P12	9	Обратные циклы	1
Всего:			12

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Расчет зависимости теплоемкостей от температуры.
2. Политропный процесс идеального газа.
3. Истечения газа из сопла.
4. Процессы нагрева и сушки влажного воздуха.
5. Термодинамический анализ работы компрессора.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Основные законы термодинамики. Основные законы для циклов. Цикл Карно.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Теплопроводность при нестационарном режиме
2. Теплообмен при фазовых превращениях

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Р11. Циклы паротурбинных установок	*											

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**к рабочей программе дисциплины «Техническая термодинамика»
6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ
В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 3,0. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

III Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Контрольная работа	III, 6	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен*		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение домашней работы №1	III, 13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

IV Семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Выполнение домашней работы №2	IV, 6	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен*		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение домашней работы №3	IV, 13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Отчеты по лабораторным работам	IV, 16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы: не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр III	0,4
Семестр IV	0,6

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы: не предусмотрено

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.fepo.rf); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. По трубопроводу течет газ, объемным расходом $20 \text{ м}^3/\text{мин}$ при температуре 15°С и давлении 10 бар. Найти расход этого газа при нормальных физических условиях.

2. В баллоне объемом 1 м^3 находится кислород под давлением 50 бар и при температуре 27°С . Какая масса кислорода была израсходована из баллона, если давление в нем упало до 25 бар, а температура до 17°С .

3. Имеются два баллона, заполненные водородом. В первом баллоне, объемом 50 л, абсолютное давление 5 ат и температура 77°С . Во втором баллоне, объемом 100 л, абсолютное давление 1 ат и температура 27°С . После соединения баллонов устанавливается температура 61°С . Определить давление после соединения баллонов.

4. Определить теплоту, необходимую для нагрева смеси газов массой 5 кг при постоянном давлении от температуры 40°С до температуры 800°С , если смесь газов имеет следующий массовый состав: 20 % – азот N_2 ; 80 % – углекислый газ CO_2 . При расчетах:

- 1) учесть зависимость теплоемкости от температуры;
- 2) теплоемкости c_v и c_p вычислить методами молекулярно-кинетической теории.

Сравнить полученные результаты, определив относительную погрешность вычисления тепла.

5. Зависимость мольной изобарной теплоемкости газообразного фосфата кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ от температуры выражается уравнением

$$\mu c_p(T) = 203,3 + 170,1 \cdot 10^{-3} T - 26,11 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ кДж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К}).$$

Найти значение мольной изобарной теплоемкости этого газа в интервале температур от 600 К до 900 К.

6. 1 кг воздуха сжимается по политропе с показателем $n = 0,8$ от давления 1 бар до давления 5 бар. Начальная температура воздуха 227°С .

Найти параметры воздуха (p, v, T) в начале и в конце процесса, удельные теплоту, работу изменения объема и внешнюю полезную работу, удельное изменение термодинамических функций состояния – внутренней энергии, энтальпии, энтропии. Изобразить процесс в диаграммах $p-v$ и $T-s$. Теплоемкости воздуха C_p, C_v считать постоянными.

7. Трехатомный газ, занимающий при давлении 2 бара и температуре 40°C объем 2 м^3 , сжат до объема $0,5\text{ м}^3$, давление при этом стало равным 11 бар. Определить показатель политропы процесса сжатия, а также конечную температуру газа, теплоту и работу процесса.

8. Каким значениям показателя политропы соответствуют процессы с отрицательной теплоемкостью?

9. К соплам газовой турбины подводятся продукты сгорания с параметрами $p_1=10$ бар и $t_1=600^\circ\text{C}$. Давление за соплами $p_0=1,2$ бар. Расход газа через одно сопло $0,4$ кг/с. Определить тип сопла и его геометрические размеры (диаметры выходного отверстия и горловины сопла). Считать, что рабочее тело обладает свойствами воздуха.

10. Воздух с начальным давлением $p_1=15$ бар и температурой $t_1=100^\circ\text{C}$ истекает через суживающееся сопло $d=12$ мм в среду с давлением $p_0=2$ бара. Определить действительные скорость истечения и секундный расход воздуха через сопло, если скоростной коэффициент сопла $\varphi=0,8$.

11. Определить при помощи диаграммы $h-s$ температуру насыщения и теплоту парообразования при давлении 10 бар. Сравнить полученные результаты с табличными величинами.

12. Параметры пара в котле $p_1=20$ бар, $t_1=300^\circ\text{C}$. При закрытых вентилях давление пара падает до $p_2=18$ бар. Определить параметры пара в конечном состоянии и количество теплоты, отданное 1 кг пара.

13. 2 кг пара, имеющего давление 8 бар и объем $0,15\text{ м}^3$, изотермически расширяются до объема $0,35\text{ м}^3$. Определить начальное и конечное состояния пара, работу, совершенную паром и количество подведенной к пару теплоты.

14. В цикле ДВС с подводом тепла при постоянной объеме начальное давление рабочего тела $p_1=0,1$ МПа и начальная температура $t_1=20^\circ\text{C}$. Степень сжатия $\varepsilon=6$. Степень повышения давления $\lambda=2,5$. Найти параметры рабочего тела в характерных точках цикла, полезную работу цикла и термический КПД.

15. Найти параметры в характерных точках цикла и термический КПД цикла ГТУ с подводом тепла при $p=\text{const}$, если параметры воздуха на входе в компрессор $p_1=1,05$ бар и $t_1=17^\circ\text{C}$, степень повышения давления в компрессоре $\beta=6$. Максимальная температура газов в цикле $t_3=750^\circ\text{C}$.

16. В паротурбинной установке мощностью $N=500$ МВт параметры пара перед турбиной: $p_1=170$ бар, $t_1=550^\circ\text{C}$. Давление пара в конденсаторе $p_2=0,03$ бара. Охлаждающая вода в конденсаторе нагревается на $\Delta t_{\text{в}}=15^\circ\text{C}$. Топливо – природный газ с теплотворной способностью $Q_{\text{р}}^{\text{н}}=45$ МДж/кг. КПД парогенератора $\eta_{\text{пг}}=0,95$.

Определить параметры и функции рабочего тела в характерных точках цикла, удельные количества подведенной и отведенной теплоты, работы турбины, насоса и цикла, термический КПД, расходы пара, топлива и охлаждающей воды.

Определить расход рабочего тела через ГТУ и расход сжигаемого топлива, если мощность установки $N=20$ МВт, а теплотворность топлива $Q_{\text{н}}^{\text{р}}=40$ МДж/кг.

17. Воздушная холодильная установка имеет холодопроизводительность $\dot{Q}_{\text{х}}=100$ МДж/ч. Параметры воздуха на входе в компрессор (см. рис.): $p_1=1$ бар и $t_1=-5^\circ\text{C}$. После сжатия воздух имеет давление $p_2=5$ бар. Температура воздуха после охладителя $t_3=22^\circ\text{C}$. Определить параметры воздуха в характерных точках цикла, удельную холодопроизводительность установки, затраченную в цикле работу, холодильный коэффициент, расход воздуха, мощности привода компрессора и детандера.

18. Парокомпрессорная холодильная установка работает с использованием фреона R-22. В компрессоре холодильной установки сжимается влажный пар. Температура рабочего тела в

испарителе холодильной камере $t_1 = -10$ °С. Температура конденсации пара в охладителе $t_3 = 20$ °С. Холодопроизводительность установки $\dot{Q}_x = 100$ кВт.

Определить параметры и функции рабочего тела в характерных точках цикла, воспользовавшись диаграммой ($\lg p-h$) для фреона R-22. Найти удельную холодопроизводительность установки; теплоту, отдаваемую окружающей среде; затраченную в цикле работу; холодильный коэффициент установки; расход холодильного агента и мощность привода компрессора.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Термодинамическая система. Параметры состояния и уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Теплоемкость. Факторы, влияющие на теплоемкость. Классическая и квантовая теории теплоемкости.
3. Работа и теплота. Вычисление количеств работы и теплоты в термодинамике.
4. Первое начало термодинамики. Математическое выражение первого начала термодинамики.
5. Внутренняя энергия. Вычисление внутренней энергии идеального газа.
6. Энтальпия термодинамической системы. Полезная внешняя работа.
7. Второе начало термодинамики в формулировках Клаузиуса и Томсона. Вечный двигатель второго рода.
8. Закон Джоуля. Соотношение Майера.
9. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса в координатах $p-v$. Показатель политропы. Политропный процесс идеального газа.
10. Частные случаи политропного процесса. Расчёт, изображение на термодинамических диаграммах адиабатического, изотермического, изобарного и изохорного процессов идеального газа.
11. Термодинамика потока. Основные законы термодинамики для потока. Скорость звука. Число Маха. Термодинамика геометрического сопла. Дросселирование.
12. Прямые и обратные термодинамические циклы. I и II законы термодинамики для цикла. Термический КПД цикла. Среднеинтегральные температуры подвода и отвода теплоты.
13. Цикл Карно. Термический КПД цикла Карно. Теоремы Карно. Регенерация теплоты, обобщенный цикл Карно.
14. Циклы ДВС с изобарным и изохорным подводом теплоты. Расчёт термического КПД. Графическое сравнение циклов.
15. Термодинамический анализ работы компрессора. Выбор оптимального отношения давлений в многоступенчатом компрессоре.
16. Цикл ГТУ $p=\text{const}$. Расчёт его термического КПД. Цикл ГТУ $p=\text{const}$ с учётом потерь в компрессоре и в турбине. Относительные внутренние КПД компрессора и турбины. Расчет термического КПД цикла. Цикл ГТУ с многоступенчатым сжатием и расширением.
17. Первый закон термодинамики для систем с переменной массой. Химический потенциал. Фазовая диаграмма $p-t$.
18. Условия термодинамического равновесия двухфазной системы. Правило фаз Гиббса.
19. Вычисление параметров влажного пара. Степень сухости.
20. Изобарный процесс водяного пара. Расчёт процесса. Изображение процесса в диаграммах $p-v$, $T-s$, $h-s$.
21. Простейшая схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Диаграмма $T-s$ цикла.

22. Цикл Ренкина с промежуточным перегревом пара. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.

23. Цикл Ренкина с отбором пара на регенерацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.

24. Теплофикационный цикл Ренкина с противодавлением. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.

25. Цикл Ренкина с отбором пара на теплофикацию. Схема установки, расчёт, изображение в диаграммах $T-s$ и $h-s$.

26. Бинарный и парогазовый циклы.

27. Учет необратимых потерь в цикле Ренкина. Система КПД.

28. Циклы воздушной и парокompрессорной холодильных установок. Холодильный коэффициент.

29. Тепловые насосы и трансформаторы теплоты. Отопительный коэффициент и коэффициент трансформации теплоты.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

8.3.9 Примерные задания для проведения домашних работ

1. Один килограмм воздуха при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и начальном давлении $0,1\text{ МПа}$ сжимается изотермически до конечного значения 1 МПа . Определить конечный объем, затраченную работу и количество теплоты, которое необходимо отвести от газа.

2. Определить теоретические значения скорости истечения и расхода воздуха, вытекающего из воздухопровода через отверстие диаметром 5 мм в атмосферу. Избыточное давление в воздухопроводе $0,2 \cdot 10^5\text{ Па}$, температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Барометрическое давление 758 мм рт. ст.

3. Во сколько раз изменится теоретическая скорость истечения сухого насыщенного пара ($p_1 = 4,5\text{ МПа}$) в атмосферу, если суживающееся сопло заменить соплом Лавала? Трение в сопле не учитывать.

4. Компрессор сжимает $100\text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при температуре $t_1 = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ от давления $p_1 = 0,098\text{ МПа}$ до $p_2 = 0,8\text{ МПа}$. Определить мощность, необходимую для привода идеального (без потерь) компрессора, считая сжатие: а) изотермическим; б) адиабатическим; в) политропным с показателем политропы $n = 1,2$.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Теплотехника. Учебник для втузов/ Под общей редакцией А.М. Архарова и В.Н. Афанасьева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 712 с. (42 экз.)

2. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. – М: Изд-во МЭИ, 2004.- 158 с. (102 экз.)

3. Техническая термодинамика. В 2 ч. Ч. 1: учебное пособие / А.В. Островская, Е.М. Толмачёв, В.С. Белоусов, С.А. Нейская. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2009. 155 с. (44 экз.)

4. Техническая термодинамика: учебное пособие. В 2 ч. Ч.2 / А.В.Островская, Е.М.Толмачев, В.С.Белоусов, С.А.Нейская. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 106 с. (60 экз.)
5. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М.: Изд-во МЭИ, 1999 – 168 с. (64 экз.)
6. Королев В. Н. Техническая термодинамика : учеб. пособие / В. Н. Королев, Е. М. Толмачев. - 2-е изд. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 (Екатеринбург). 179 с. (51 экз.)
7. Королев В. Н. Техническая термодинамика : учеб. пособие / В. Н. Королев, Е. М. Толмачев. - 2-е изд. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2001 (Екатеринбург). 180 с. (74 экз.)

9.1.2.Дополнительная литература

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин С.А. Техническая термодинамика. - М.: Наука, 1983.- 416 с. (27 экз.)
2. Базаров И.П. Термодинамика. - М.: Высшая школа, 1991. - 376 с. (33 экз.)
3. Сборник задач по технической термодинамике / Андрианова Т.М., Дзампов Б.В., Зубарев В.Н., Ремизов С.А. М.: МЭИ. 2006. - 356 с. (20 экз.)
4. Толмачев Е.М. Техническая термодинамика. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 1 / Толмачев Е.М. — ЭИ .— 2007. Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4056.
5. Толмачев Е.М. Техническая термодинамика. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 2 / Толмачев Е.М. — ЭИ .— 2007. Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4057.
6. Толмачев Е.М. Техническая термодинамика. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 3 / Толмачев Е.М. — ЭИ .— 2007. Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4058.

9.2.Методические разработки

1. Термодинамические свойства некоторых жидкостей, газов и газовых смесей. Справочно-информационные материалы / Белоусов В.С., Жилкин Б.П., Нейская С.А., Островская А.В., Ясников Г.П. Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. Екатеринбург. – 2009.
2. Методические указания к лабораторным работам / Толмачев Е.М., Белоусов В.С., Жилкин Б.П., Островская А.В., Ясников Г.П. Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. Екатеринбург. – 2006.

9.3.Программное обеспечение

Операционная система Windows XP.

Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel).

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
2. Информационно-аналитическая система для хранения и распространения библиографических и численных данных о теплофизических свойствах веществ «Информационный триптих теплофизических свойств веществ» www.thermophysics.ru/triptych
3. Информационно-справочная система WaterSteamPro.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Белоусов В.С., Нейская С.А., Ширяева Н.П., Ясников Г.П. Термодинамические свойства и процессы влажного воздуха. [Электронный ресурс] <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/189>.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лабораторных занятий имеется аудитория Т-127, рассчитанная на проведение лабораторных занятий 12 студентами.

Лабораторные стенды:

Определение изобарной теплоемкости воздуха методом проточного калориметра
Определение показателя политропы графическим способом
Определение показателя адиабаты методом Кленорма-Дезорма
Исследование зависимости давления насыщения водяного пара от температуры
Определение скрытой теплоты парообразования воды
Определение скорости звука в воздухе

11. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛО-ЭНЕРГЕТИКИ	Код модуля 1122024 (для учебного плана № 6009 и учебных планов заочной формы обучения 6252 и 6298); 1103852 (для учебного плана № 5065 и учебных планов заочной формы обучения 5420 и 5650)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Гальперин Леонид Гдалевич	Докт. техн. наук, доцент	Профессор	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	
2	Черепанова Екатерина Владимировна	канд. техн. наук, доцент	доцент	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	

Руководитель модуля

В.С. Белоусов

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в модуль «Теоретические основы теплоэнергетики», изучается параллельно с другими дисциплинами этого модуля: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен».

Основная цель курса – ввести студентов в проблематику принципов функционирования и оптимизации современных теплотехнологий, поисков путей их совершенствования, методов решения задач энергосбережения. Курс «Гидрогазодинамика» наряду с дисциплинами «Техническая термодинамика» и «Тепломассообмен» составляет теоретический фундамент профильного образования по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». В прикладных задачах «Гидрогазодинамика» знакомит студентов с теоретическими основами инженерных методов расчета энергетических агрегатов и систем, использующих жидкости и газы в качестве рабочих тел.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

РО-О4: способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности составлять техническое задание на проектирование и проводить расчеты по типовым методикам с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-2 – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность 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;

ПК-2 – способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей; область применения, типы и принципы действия гидро-, пневмо- и газовых машин, используемых в теплоэнергетике, в которых работают законы гидрогазодинамики;
- **уметь** рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин, проводить гидравлический расчет трубопроводов; формулировать задачи переноса основных гидродинамических величин, составлять соответствующие уравнения баланса; решать на их базе как задачи обработки экспериментальных данных, так и уметь составлять корректные физические и математические модели процессов и явлений теплоэнергетических систем, в которых существенно использование гидрогазодинамики;

- **владеть** методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов; навыками работы с литературой и машинами, используемыми в теплоэнергетике для контроля, управления и выполнения определенных действий в технологической цепочке, где существенно используются гидрогазодинамические законы.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	85	85	85
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	65	12,75	65
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	180	100,08	180
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	58	10,20	58
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	80,53	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5-й семестр
1.	Аудиторные занятия	22	22	22
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	6	6	6
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	128	3,30	128
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	180	27,63	180
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5-й семестр
1.	Аудиторные занятия	14	14	14
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	112	2,10	112
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	20,43	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	20	20	20
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	130	3	130
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	180	25,33	180
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	20	20	20
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	106	3	106
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	25,33	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике. Модель сплошности. Основные физические свойства сред: сжимаемость, вязкость.	Основные физические свойства сред, параметры состояния. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Сжимаемость. Модель несжимаемой среды, область ее адекватности. Вязкость сред. Режимы течения вязких сред, ламинарный и турбулентный, их особенности. Число Рейнольдса. Модель идеальной жидкости, область ее адекватности.
P2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа) как отражение фундаментальных свойств пространства, времени и материи.	Баланс массы. Уравнение непрерывности. Уравнение диффузии. Баланс импульса. Силы, действующие в сплошных средах – массовые и поверхностные. Понятие о тензоре напряжений. Уравнения движения сплошных сред. Уравнение движения идеальной среды (уравнение Эйлера). Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье – Стокса). Основное уравнение гидрогазостатики. Баланс энергии. Уравнение теплопроводности. Одномерные формы уравнения энергии для стационарного течения. Уравнение Бернулли.
P3	Основы гидрогазостатики.	Статика несжимаемой среды. Поле давления в тяжелой несжимаемой жидкости. Расчет сил, действующих на погруженные в жидкость поверхности. Естественная циркуляция в экранных трубах котлов. Гидрозатворы. Относительное равновесие жидкости. Принцип сепарации смесей жидкости с примесными частицами иной плотности. Статика газов. Модели атмосферы. Расчет тяги дымовой трубы. Принцип сепарации газовых смесей.
P4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	Уравнение Бернулли для течения вязкой среды в трубопроводах. Расчет сифона. Расчет высоты установки насоса над уровнем всасывания. Гидравлические потери на трение по длине. Формула Дарси – Вейсбаха. Расчет коэффициента потерь на трение по длине трубопровода. Гидравлические местные сопротивления магистральных, кольцевых трубопроводов и газопроводов. Нестационарные одномерные течения. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Формула Н.Е. Жуковского. Явление кавитации. Основы антикавитационного расчета насосов.
P5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия. Основы измерения скоростей и расходов сред.	Скорость распространения звука в газах. Число Маха. Параметры торможения газа. Критические параметры. Закон обращения воздействия. Элементарная теория скачков уплотнения. Ударная адиабата и ее свойства. Волновое сопротивление. Вихревой эффект Ранка. Вихревая труба. Методы измерения скоростей и расходов жидкостей.

Р6	Ламинарные течения жидкости.	Поле скоростей при ламинарном течении в круглой трубе (течение Пуазейля). Основы гидродинамической теории смазки. Принцип масляного клина. Основы конструкций опорных и упорных подшипников скольжения. Основы теории фильтрации. Сопротивление фильтрующего слоя. Закон Дарси. Формула Эргуна.
Р7	Турбулентные течения.	Осреднение турбулентных течений. Уравнения Рейнольдса. Дополнительные турбулентные напряжения. Основы теории турбулентности Л.Прандтля. Поле скоростей при турбулентном течении в трубе. Струйные течения.
Р8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	Расчет сил, действующих на омываемые тела из уравнения баланса импульса. Тяга воздушно-реактивного двигателя. Реакция потока на стенки криволинейного канала. Сопротивление шара в потоке. Формула Стокса.
Р9	Элементы расчета двухфазных потоков.	Характеристики двухфазных потоков. Расчет сопротивления при двухфазном течении.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Объем модуля (зач.ед.): 18
Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																	Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)											
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*															
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*						Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*										
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	6	4	4			2	2	2																													
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	10	6	6			4	4	4																													
3	Основы гидрогазостатики.	23	14	6	4	4	9	9	4	2	3																											
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	38	20	6	6	8	18	12	4	4	4	6	1																									
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	21	10	6	4	0	11	9	4	2	3																2		1									
6	Ламинарные течения жидкости.	12	8	6		2	4	4	4																													
7	Турбулентные течения.	10	6	6			4	4	4																													
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	22	12	6	3	3	10	8	4	2	2																2		1									
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	8	5	5			3	3	3																													
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	150	85	51	17	17	65	55	33	10	12	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0			
	Всего по дисциплине (час.):	180	85				95	В т.ч. промежуточная аттестация																	0	18	0	12										

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Ни семинар. семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*			
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	4	3	3			1	1	1																				
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	6	4	4			2	2	2																				
3	Основы гидрогазостатики.	19	12	4	4	4	7	7	2	2	3																		
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	27	18	4	6	8	15	9	2	3	4	6	1																
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	17	8	4	4	0	9	7	2	2	3													2	1				
6	Ламинарные течения жидкости.	8	6	4		2	2	2	2																				
7	Турбулентные течения.	6	4	4			2	2	2																				
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	17	10	4	3	3	7	5	2	2	1													2	1				
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	4	3	3			1	1	1																				
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	114	68	34	17	17	58	36	16	9	11	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
	Всего по дисциплине (час.):	144	68				76	В т.ч. промежуточная аттестация																		0	18	0	12

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																			Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)				Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)							
						Всего по разделу, теме (час.)		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																						
						Код раздела, темы	Наименование раздела, темы				Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*									Курсовая работа*	Курсовой проект*				
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	6	1	1			5	5	5																													
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	6	1	1	0	0	5	5	5																													
3	Основы гидрогазостатики.	33	5	1	2	2	28	28	5	12	11																											
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	38	4	1	2	1	34	28	5	12	11		6	1																								
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	27	3	2	1	0	24	22	10	6	6													2		1												
6	Ламинарные течения жидкости.	8	3	1	0	2	5	5	5																													
7	Турбулентные течения.	6	1	1	0	0	5	5	5																													
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	20	3	1	1	1	17	17	5	6	6																											
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	6	1	1			5	5	5																													
Всего (час), без учета промежуточной аттестации:		150	22	10	6	6	128	120	50	36	34	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0													
Всего по дисциплине (час.):		180	22				158	В т.ч. промежуточная аттестация																0	18	0	12											

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																											
						Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)												Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю			
																															2	2	2
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	3,5	0,5	0,5			3	3	3																								
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	3,5	0,5	0,5	0		3	3	3																								
3	Основы гидрогазостатики.	23	3	1	2		20	20	6	14																							
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	29	3	1	2		26	20	6	14			6	1																			
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	17	2	1	1		15	13	6	7														2	1								
6	Ламинарные течения жидкости.	7	1	1	0		6	6	6																								
7	Турбулентные течения.	7	1	1	0		6	6	6																								
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	16	2	1	1		14	14	6	8																							
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	7	1	1			6	6	6																								
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	114	14	8	6	0	100	92	49	43	27	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0							
	Всего по дисциплине (час.):	144	14				118	В т.ч. промежуточная аттестация																		0	18	0	12				

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																							
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*				Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*								
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	7	1	1			6	6	6																												
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	7	1	1	0	0	6	6	6																												
3	Основы гидрогазостатики.	29,5	5	1	2	2	24,5	24,5	6	12	6,5																										
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	34,5	4	1	2	1	30,5	24,5	6	12	6,5			6	1																						
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	29,5	3	2	1	0	26,5	24,5	12	6	6,5												2	1													
6	Ламинарные течения жидкости.	7	1	1	0	0	6	6	6																												
7	Турбулентные течения.	7	1	1	0	0	6	6	6																												
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	21,5	3	1	1	1	18,5	18,5	6	6	6,5																										
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	7	1	1			6	6	6																												
	Всего (час) , без учета промежуточной аттестации:	150	20	10	6	4	130	122	60	36	26	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0												
	Всего по дисциплине (час.):	180	20				160																														

В т.ч. промежуточная аттестация

0 18 0 12

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)														
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*			Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*											
1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике.	6	1	1		5	5	5																														
2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа)	6	1	1	0	0	5	5	5																													
3	Основы гидрогазостатики.	22	5	1	2	2	17	17	5	9	3																											
4	Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	26	4	1	2	1	22	16	5	9	2		6	1																								
5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия	21	3	2	1	0	18	16	9	5	2												2		1													
6	Ламинарные течения жидкости.	6	1	1	0	0	5	5	5																													
7	Турбулентные течения.	6	1	1	0	0	5	5	5																													
8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами.	15	3	1	1	1	12	12	5	5	2																											
9	Элементы расчета двухфазных потоков.	6	1	1			5	5	5																													
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	114	20	10	6	4	94	86	49	28	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всего по дисциплине (час.):	144	20			112																																
В т.ч. промежуточная аттестация																	0	18	0	12																		

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Силы давления на плоскую поверхность	2
P3	2	Относительное равновесие вращающейся жидкости	2
P4	3	Определение режима движения вязкой жидкости	2
P4	4	Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном режиме	4
P4	5	Построение напорной и пьезометрической линии	2
P6	6	Течение газа по каналу переменного сечения	2
P8	7	Определение аэродинамических характеристик профиля турбинной лопатки	3

Всего: 17

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Силы давления на плоскую поверхность	1
P3	2	Относительное равновесие вращающейся жидкости	1
P4	3	Определение режима движения вязкой жидкости	1
P6	4	Течение газа по каналу переменного сечения	2
P8	5	Определение аэродинамических характеристик профиля турбинной лопатки	1

Всего: 6

Заочная форма обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650, 6298)

Код раздела, темы	Номер работы	Тема работы	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Силы давления на плоскую поверхность	1
P3	2	Относительное равновесие вращающейся жидкости	1
P4	3	Определение режима движения вязкой жидкости	1
P8	4	Определение аэродинамических характеристик профиля турбинной лопатки	1

Всего: 4

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Поле давления в покоящихся тяжелых средах. Расчет сил, действующих на погруженные поверхности.	2
P3	2	Относительное равновесие жидкостей.	2
P4	3	Гидравлический расчет простых трубопроводов	2
P4	4	Последовательное и параллельное соединения трубопроводов. Контрольная работа №2.	2
P4	5	Гидравлический расчет паро- и газопроводов. Гидравлический удар. Кавитация.	2
P5	6	Модели атмосферы. Расчет адиабатно изолированных течений газа.	2
P5	7	Скорость распространения звука в газах.	2
P8	8	Внешнее обтекание тел. Расчет сил, действующих на частицы дисперсных топлив в потоках.	3

Всего: 17

Для заочной формы обучения (учебный план № 5420, 6252, 5650, 6298)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Поле давления в покоящихся тяжелых средах. Расчет сил, действующих на погруженные поверхности. Контрольная работа №1.	2
P4	2	Гидравлический расчет простых трубопроводов	2
P5	3	Модели атмосферы. Расчет адиабатно изолированных течений газа.	1
P8	4	Внешнее обтекание тел. Расчет сил, действующих на частицы дисперсных топлив в потоках.	1

Всего: 6

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет процесса слива жидкости из железнодорожной цистерны (10 вариантов).

Расчет струйного эжектора (элеватора) для тепlopунктов систем отопления (10 вариантов).

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5 Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6 Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7 Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8 Примерная тематика контрольных работ

1. Основы гидрогазостатики. Расчет сил, действующих на погруженные в среды покоящихся поверхностей.

2. Основы гидравлического расчета трубопроводов.

3. Основы газодинамики. Параметры торможения. Критические параметры.

4.3.9 Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Р4. Одномерные течения жидкостей. Основы гидравлического расчета трубопроводов.	*											

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

к рабочей программе дисциплины «Гидрогазодинамика»

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ
В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1,5. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Контрольная работа №1	IV, 6	50
Контрольная работа №2	IV, 10	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен*		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение домашней работы	IV, 13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторных работ (6)	IV	30
Отчеты о выполнении лабораторных работ (6)	IV	30
Защита отчетов	IV	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы: не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр IV	1,0

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Рассчитать предельную высоту подъема аэростата с жесткой оболочкой, заполненного водородом, используя изотермическую модель атмосферы. Вес оболочки 100 кг, объем баллона 200 м³.

2. Рассчитать высоту подъема аэростата, если барометр на борту показывает 500 мм рт.ст. Условия на земле $p_0=760$ мм рт.ст., $T_0=10^\circ\text{C}$.

3. Число Маха при полете аппарата в воздухе равно $M=3$ на высоте 12 км ($t^\circ\text{C}=-56$). Найти скорость полета V , м/с.

4. Как изменится число Маха при движении самолета со скоростью 3200 км/час в воздухе при изменении температуры от -56°C до $+10^\circ\text{C}$?

5. Рассчитать тягу трубы высотой 30 м, если температура газов внутри трубы составляет $t_r = 180^\circ\text{C}$, а температура наружного воздуха $t_b = -10^\circ\text{C}$. Барометрическое давление $p_0= 735$ мм рт.ст. Плотность газов считать по эмпирической формуле $\rho_r=1,25 - 0,0027 \cdot t_r$, кг/м³.

6. Рассчитать давление в точке на глубине 12 м в воде ($\rho=1000$ кг/м³), если на поверхности водоема $p_0=760$ мм рт.ст.

7. Рассчитать давление воздуха на высоте 1,5 км, используя модель изотермической атмосферы. Условия на земле: $P_0=740$ мм рт.ст., $t^\circ\text{C}=-10$.

8. Сравнить высоту подъема дирижабля по данным различных моделей атмосферы, если показания барометрического высотомера на борту $p=500$ мм рт ст, а условия на земле $p_0=740$ мм рт.ст, $t^\circ\text{C} = -10$.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Силы, действующие в жидкости
2. Методы изучения движения жидкости
3. Траектория, линия тока, трубка тока, струя
4. Градиент, дивергенция, циркуляция, вихрь
5. Основная теорема кинематики (первая теорема Гельмгольца)

6. Тензор скоростей деформации
7. Уравнение сплошности
8. Нормальное и касательное напряжение, действующие в движущейся жидкости
9. Уравнение движения сплошной среды в напряжениях
10. Напряжения, действующие в идеальной жидкости
11. Уравнение движения идеальной жидкости (Эйлера)
12. Уравнение движения идеальной жидкости (Эйлера) в форме Громека
13. Теорема Бернулли
14. Основные понятия и определения потенциальных течений
15. Комплексный потенциал, комплексная скорость
16. Частные случаи плоских потенциальных течений
17. Безциркуляционное обтекание круглого цилиндра
18. Обобщенный закон Ньютона
19. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье-Стокса)
20. Подобие гидродинамических явлений
21. Критериальные уравнения. Критерии и числа подобия
22. Моделирование гидрогазодинамических явлений
23. Ламинарное и турбулентное движение
24. Пограничный слой и его характерные толщины
25. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

8.3.9 Примерные задания для проведения домашних работ

Задача 1. Определить режим течения масла (плотность 860 кг/м^3 , кинематическая вязкость $35 \text{ см}^2/\text{с}$) в круглом трубопроводе диаметром 24 мм. Расход масла 20 кг/с.

Задача 2. Рассчитать пропускную способность трубопровода диаметром 100 мм, если потери напора на трение по длине $\Delta H/L = 0,1$. Плотность перекачиваемой жидкости 992 кг/м^3 , кинематическая вязкость $0,786 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Шероховатость стенок трубы $\Delta_{\text{экр}} = 0,2 \text{ мм}$.

Задача 3. Трубный пучок конденсатора паровой турбины состоит из 500 параллельно включенных труб диаметром 24 мм. Определить сопротивление трубного пучка, если суммарный расход циркуляционной воды через конденсатор составляет 500 л/с. Кинематическая вязкость воды $0,862 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Трубы считать гидравлически гладкими. Сопротивлениями входа и выхода из пучка пренебречь.

Задача 4. Отношение площадей двух последовательно расположенных сечений трубопровода составляет 2. Определить, пренебрегая потерями, скорости потока воздуха в этих сечениях, если разность давлений в них составляет 15 мм вод. ст. Воздух считать несжимаемой средой. Изменением потенциальной энергии при течении пренебречь.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Лапшев, Николай Николаевич. Гидравлика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Стр-во" / Н. Н. Лапшев .— Москва : Академия, 2007 .— 272 с. : ил. ; 22 см .— (Высшее профессиональное образование, Строительство) .— Библиогр.: с. 265 (15 назв.). — Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 978-5-7695-2704-8. (41 экз.)

2. Жукова Н. П., Майникова Н. Ф. Газодинамика: учебное пособие : в 2 ч., Ч. 1. Гидравлика - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 141 с. : ил.,табл. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1433-7. - ISBN 978-5-8265-1434-4 (ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914> (23.11.2018).

9.1.2.Дополнительная литература

1. Дейч, Михаил Ефимович. Газодинамика : учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов / М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин .— Москва : Энергоатомиздат, 1984 .— 384 с. : ил.; 21 см .— Библиогр.: с. 377 (21 назв.). — Предм. указ.: с. 378-381. — без грифа. (20 экз.)

2. Альтшуль, Адольф Давидович. Гидравлика и аэродинамика : [учебник для вузов по специальности "Теплогасоснабжение и вентиляция"] / А. Д. Альтшуль, Л. С. Животовский, Л. П. Иванов .— М. : Стройиздат, 1987 .— 413 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 407 (19 назв.). - Предм. указ.: с. 408-411. — 1.0. (32 экз.)

3. Самойлович, Георгий Семенович. Газодинамика : Учеб. по спец. "Турбостроение" .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1990 .— 382 с. : ил. ; 24 см .— Загл. 1-го изд.: Гидроаэродинамика. Библиогр.: с. 386 (18 назв.). Предм. указ.: с. 379-381. — допущено в качестве учебника .— ISBN 5-217-01092-4 : 1.40. (50 экз.)

9.2.Методические разработки

1. Гальперин Л.Г. Основы газодинамики. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2003. -168 с.

2. Расчет струйных аппаратов. Электронное издание. Гальперин Л.Г., Колпаков А.С., Лумми А.П., Павлюк Е.Ю.

9.3.Программное обеспечение

1) Операционная система Windows XP.

2) Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).

3) Математический процессор Mathcad.

4) Лицензионная программа «Zulu Thermo 5.2» (разработка компании «ПолиTERM») для выполнения теплогидравлических расчетов тепловых сетей.

5) Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа» + диск CD. / Г.В.Алексеев, И.И. Бриденко. Для студентов вузов. Изд. ГИОРД, Серия Современная учебная, техническая и научная литература, ISBN 978-5-98879-038-9, 2007.

6) Профессиональный инструментальный для гидравлических расчетов трубопроводных сетей: www.citycom.ru (официальный сайт компании ИВЦ "Поток").

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
2. Российская Государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
5. Публичная интернет-библиотека <http://www.public.ru/>
6. Студенческая библиотека <http://www.lib.students.ru/>
7. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета <http://www.lib.pu.ru/>
8. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используется

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для изучения лекционного материала предназначена специализированная аудитория Т-1002, оснащённая проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе.

ФМИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОМАССОБМЕН

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теоретические основы теплоэнергетики	Код модуля 1122024 (для учебного плана № 6009 и учебных планов заочной формы обучения 6252 и 6298); 1103852 (для учебного плана № 5065 и учебных планов заочной формы обучения 5420 и 5650)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 20__

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Королев Владимир Николаевич	Докт. техн. наук, профессор	Профессор	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	

Руководитель модуля

В.С. Белоусов

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И. Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОМАССОБМЕН»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Изучение дисциплины «Тепломассообмен» опирается на большой объем ранее изученного материала в курсах физики и математики, который применяется к изучаемым в данном модуле явлениям. Это требует не только отсылки студента к ранее изученному материалу, но и объяснение особенностей применения полученных знаний в дисциплинах модуля. Теоретический материал излагается в традиционной форме – получение основных результатов на лекциях. Материал закрепляется на практических занятиях и выполнении домашних заданий. Наглядное представление об основных законах и процессах студенты получают при выполнении лабораторных работ, в которых предусматривается электронная обработка результатов эксперимента.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-2 – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность 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;

ПК-2 – способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок;
- основные физические свойства жидкостей и газов;
- законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к энергетическим, теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам;
- физические основы эксперимента и способы их реализации.

Уметь:

- рассчитывать передаваемые тепловые потоки;
- рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть навыками теплотехнических расчетов с применением справочной литературы;
- владеть основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	102	102	102
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	84	15,30	84
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	216	119,63	216
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5-й семестр
1.	Аудиторные занятия	32	32	32
2.	Лекции	14	14	14
3.	Практические занятия	12	12	12
4.	Лабораторные работы	6	6	6
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	154	4,80	154
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	216	39,13	216
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	28	28	28
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	14	14	14
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	158	4,20	158
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Проект по модулю	12		12
8.	Общий объем по учебному плану, час.	216	34,53	216
9.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	24	24	24
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	10	10	10
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	174	3,6	174
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216	29,93	216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение. Основные понятия и определения	
P1.T1	Способы переноса теплоты в пространстве	Перенос теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением. Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Количество теплоты, тепловой поток, плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока, плотность внутренних источников теплоты.
P2	Перенос теплоты теплопроводностью	
P2.T1	Основные положения процесса теплопроводности	Температурное поле. Закон Био-Фурье - основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Механизм переноса теплоты в газах, жидкостях и твердых телах. Дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности.
P3	Теплопроводность при стационарном режиме	
P3.T1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	Передача теплоты через одно-и многослойные плоские стенки при граничных условиях первого рода. Передача теплоты через одно-и многослойные плоские стенки при граничных условиях третьего рода. Теплопроводность при контактировании тел с шероховатой поверхностью. Тепловой поток через плоскость контакта.
P3.T2	Теплопроводность и теплопередача через цилиндрические стенки	Передача теплоты через одно-и многослойные цилиндрические стенки при граничных условиях первого рода. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через одно-и многослойные плоские стенки при граничных условиях третьего рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции.
P3. T3	Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	Теплопроводность плоской стенки с внутренними источниками теплоты. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня с внутренними источниками теплоты
P4	Интенсификация процесса теплопередачи	
P4.T1	Способы интенсификации теплопередачи	Способы интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку (приближенный расчет).
P4.T2	Теплопроводность в ребре постоянного поперечного сечения	Распределение температуры по длине ребра. Тепловой поток, передаваемый с поверхности ребра. Коэффициент эффективности работы ребра. Уточненный расчет теплопередачи через ребристую стенку.

P5	Теплопроводность при нестационарном режиме	
P5. T1	Теплопроводность тонкой пластины	Виды нестационарных процессов. Теплопроводность тонкой пластины при граничных условиях третьего рода. Анализ полученного решения, частные случаи, Физический смысл безразмерных чисел Био и Фурье. Определение количества теплоты, отдаваемого или воспринимаемого телом в процессе нестационарной теплопроводности.
P5.T2	Нагревание (охлаждение) тел конечных размеров	Теорема о перемножении решений. Охлаждение (нагревание) тел любой формы при $Bi \rightarrow 0$ ($Bi \leq 0,1$). Регулярный тепловой режим. Первая и вторая теоремы Кондратьева.
P6	Конвективный теплообмен	
P6. T1	Основные положения конвективного теплообмена	Уравнение теплоотдачи в дифференциальном и интегральном виде. Виды движения жидкости. Режимы движения жидкости. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Физические свойства жидкости. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.
P6. T2	Основы подобия и моделирования процессов	Элементы теории подобия. Метод масштабных преобразований. Метод анализа размерностей. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа, Пекле. Их физический смысл. Определяющие и определяемые безразмерные числа. Определяющий геометрический размер и определяющая температура. Теоремы подобия. Проведение эксперимента, обработка и обобщение опытных данных.
P6. T3	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости	Аналитическая основа получения расчетных формул для коэффициента теплоотдачи при ламинарном режиме движения жидкости. Аналогия Рейнольдса для ламинарного подслоя. Аналогия Рейнольдса для турбулентного слоя. Влияние направления теплового потока на величину коэффициента теплоотдачи.
P6. T4	Теплоотдача при ламинарном ($Re < 10^5$) движении жидкости вдоль плоской поверхности.	Расчет локального и среднего коэффициентов теплоотдачи. Толщина теплового и гидродинамического пограничных слоев. Определяющая температура и определяющий геометрический размер.
P6. T5	Теплоотдача при турбулентном ($Re \geq 10^5$) движении жидкости вдоль плоской поверхности	Гидродинамическая теория теплообмена (аналогия Рейнольдса). Связь коэффициента теплоотдачи с касательными напряжениями. Модель турбулентного пограничного слоя Кармана. Расчетные формулы для локального и среднего коэффициентов теплоотдачи.
P6. T6	Теплоотдача при ламинарном режиме ($Re < 2300$) движения жидкости в трубе	Эквивалентный диаметр. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Понятие длинных и коротких труб. Аналитический метод расчета теплоотдачи при стабилизированном течении жидкости в трубе. Вязкостный и вязкостно-гравитационный подрежимы

		при ламинарном режиме движения жидкости в трубе. Расчет локального и среднего коэффициентов теплоотдачи для длинных и коротких труб.
P6.T7	Теплоотдача при турбулентном режиме ($Re > 10^4$) движения жидкости в трубе	Аналитический метод расчета с использованием аналогии Рейнольдса. Расчет локального и среднего коэффициентов теплоотдачи для длинных и коротких труб. Теплоотдача при переходном режиме ($2300 \leq Re \leq 10^4$) движения жидкости в трубе и каналах некруглого поперечного сечения.
P6.T8	Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб	Картина обтекания одиночной трубы набегающим потоком жидкости. Изменение локального коэффициента теплоотдачи по периметру трубы. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи. Картина обтекания пучка труб. Режимы движения жидкости в пучке труб. Расчетные формулы для определения среднего коэффициента теплоотдачи для труб, начиная с третьего ряда. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи для всего пучка труб.
P7	Теплоотдача при свободном движении жидкости	
P7.T1	Теплоотдача при свободном движении жидкости вдоль вертикальной стенки и около горизонтально расположенной трубы	Понятие ограниченного и неограниченного пространства. Расчет теплоотдачи при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной стенки в неограниченном пространстве. Расчет теплоотдачи около горизонтально расположенной трубы. Особенности расчета теплоотдачи для горизонтально расположенных плит.
P7.T2	Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	Свободная конвекция в узких вертикальных, горизонтальных и кольцевых прослойках. Особенности расчета теплоотдачи. Эквивалентный коэффициент теплопроводности. Определяющий геометрический размер и определяющая температура.
P8	Теплообмен при фазовых превращениях	
P8.T1	Теплоотдача при конденсации водяного пара на вертикальной и горизонтальной поверхности	Пленочная и капельная конденсация. Теплоотдача при конденсации сухого насыщенного пара на вертикальной поверхности при ламинарном режиме течения пленки конденсата. Теплоотдача при конденсации пара на горизонтальной трубе и пучках труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации
P8.T2	Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме и при кипении жидкости, движущейся внутри труб	Режимы кипения. Условия, необходимые для возникновения процесса кипения. Теплообмен при кипении жидкости на поверхности. Первый и второй кризисы кипения. Теплоотдача при кипении жидкости, движущейся в трубах.
P9	Теплообмен излучением	
P9.T1	Основные понятия	Особенности излучения и поглощения энергии твердыми, жидкими и газообразными средами. Виды тепловых потоков. Разновидности полусферического излучения. Связь эффективного и результирующего из-

		лучения. Законы теплового излучения.
P9. T2	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной для электромагнитных волн средой	Методы исследования лучистого теплообмена. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями. Приведенная степень черноты. Теплообмен излучением между двумя телами с плоскопараллельными поверхностями при наличии между ними экранов.
P9. T3	Теплообмен излучением между телом и его оболочкой	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел. Средний угловой коэффициент излучения. Частные случаи. Излучение газов и паров. Расчет теплообмена между поглощающей средой и поверхностью тела. Сложный теплообмен.
P10	Теплообменные аппараты	
P10. T1	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия. Схемы движения теплоносителей. Основные положения теплового расчета рекуперативного теплообменного аппарата. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Среднеинтегральный температурный напор. Сравнение прямой и противоточной схем движения теплоносителей
P11	Массообмен	
P11. T1	Молекулярный и конвективный массообмен	Молекулярный и молярный массообмен. Виды потоков массы. Массовая и молярная концентрация вещества. Градиент концентрации. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Запись закона Фика через парциальное давление. Вычисление плотности потока массы. Конвективный массообмен в инертной двухкомпонентной среде. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Аналогия между процессами тепло- и массообмена. Безразмерные числа Шервуда и Шмидта. Определение коэффициента массоотдачи.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Объем модуля (зач.ед.): 18
Объем дисциплины (зач.ед.): 6

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)											
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																							
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод иноязыч. литературы*	Курсовая работа*				Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*							
1	Введение. Основные понятия и определения	3	2	2	0	0	1	1	1																											
2	Перенос теплоты теплопроводностью	3	2	2	0	0	1	1	1																											
3	Теплопроводность при стационарном режиме	23	10	3	6	1	13	7	2	3	2		6	1																						
4	Интенсификация процесса теплопередачи	9	6	4	2	0	3	3	2	1	0																									
5	Теплопроводность при нестационарном режиме	18	9	3	4	2	9	5	2	2	1												4	1	1											
6	Конвективный теплообмен	55	32	18	6	8	23	17	10	3	4		6	1																						
7	Теплоотдача при свободном движении жидкости	14	9	3	2	4	5	5	2	1	2																									
8	Теплообмен при фазовых превращениях	14	8	4	4	0	6	4	2	2	0																									
9	Теплообмен излучением	21	10	4	4	2	11	5	2	2	1		6	1																						
10	Теплообменные аппараты	18	8	4	4	0	10	4	2	2			6	1																						
11	Массообмен	8	6	4	2	0	2	2	1	1																										
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	186	102	51	34	17	84	54	27	17	10	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	4											
	Всего по дисциплине (час.):	216	102				114																													
																						В т.ч. промежуточная аттестация			0	18	0	12								

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																													
		Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)								
Всего (час.)	Лекция									Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*										
1	Введение. Основные понятия и определения	6	1	1	0	0	5	5	5																											
2	Перенос теплоты теплопроводностью	6	1	1	0	0	5	5	5																											
3	Теплопроводность при стационарном режиме	22	4	1	2	1	18	18	5	8	5																									
4	Интенсификация процесса теплопередачи	11	2	1	1	0	9	9	5	4	0																									
5	Теплопроводность при нестационарном режиме	28	5	2	2	1	23	23	10	8	5																									
6	Конвективный теплообмен	34	6	2	2	2	28	26	10	8	8													2	1											
7	Теплообмен при свободном движении жидкости	17	3	1	1	1	14	14	5	4	5																									
8	Теплообмен при фазовых превращениях	11	2	1	1	0	9	9	5	4	0																									
9	Теплообмен излучением	17	3	1	1	1	14	14	5	4	5																									
10	Теплообменные аппараты	23	3	2	1	0	20	14	10	4			6	1																						
11	Массообмен	11	2	1	1	0	9	9	5	4																										
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	186	32	14	12	6	154	146	70	48	28	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0										
	Всего по дисциплине (час.):	216	32				184																													
		В т.ч. промежуточная аттестация																				0	18	0	12											

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																		Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)									
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*				Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*		
1	Введение. Основные понятия и определения	6	1	1	0	0	5	5	5																						
2	Перенос теплоты теплопроводностью	6	1	1	0	0	5	5	5																						
3	Теплопроводность при стационарном режиме	22	4	1	2	1	18	18	5	8	5																				
4	Интенсификация процесса теплопередачи	11	2	1	1	0	9	9	5	4	0																				
5	Теплопроводность при нестационарном режиме	28	5	2	2	1	23	23	10	8	5																				
6	Конвективный теплообмен	34	6	2	2	2	28	26	10	8	8											2	1								
7	Теплоотдача при свободном движении жидкости	17	3	1	1	1	14	14	5	4	5																				
8	Теплообмен при фазовых превращениях	11	2	1	1	0	9	9	5	4	0																				
9	Теплообмен излучением	17	3	1	1	1	14	14	5	4	5																				
10	Теплообменные аппараты	23	3	2	1	0	20	14	10	4			6	1																	
11	Массообмен	11	2	1	1	0	9	9	5	4																					
Всего (час), без учета промежуточной аттестации:		186	32	14	12	6	154	146	70	48	28	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0		
Всего по дисциплине (час.):		216	32				184																			0	18	0	12		
																								В т.ч. промежуточная аттестация				0	18	0	12

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																															
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)		Подготовка к промежуточной аттестации (час.)	Подготовка к промежуточной аттестации по мод. (час.)												
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)			Контрольная работа*	Коллоквиум*										
1	Введение. Основные понятия и определения	3,5	0,5	0,5	0	0	3	3	3																													
2	Перенос теплоты теплопроводностью	3,5	0,5	0,5	0	0	3	3	3																													
3	Теплопроводность при стационарном режиме	25	4	1	2	1	21	21	5	11	5																											
4	Интенсификация процесса теплопередачи	13	2	1	1	0	11	11	5	6	0																											
5	Теплопроводность при нестационарном режиме	25	4	1	2	1	21	21	5	11	5																											
6	Конвективный теплообмен	27	4	1	2	1	23	21	5	11	5															2	1											
7	Теплоотдача при свободном движении жидкости	19	3	1	1	1	16	16	5	6	5																											
8	Теплообмен при фазовых превращениях	19	3	1	2	0	16	16	5	11																												
9	Теплообмен излучением	13	2	1	1	0	11	11	5	6																												
10	Теплообменные аппараты	25	3	1	2	0	22	16	5	11		6	1																									
11	Массообмен	13	2	1	1	0	11	11	5	6																												
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	186	28	10	14	4	158	150	51	79	20	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Всего по дисциплине (час.):	216	28				188	В т.ч. промежуточная аттестация																			0	18	0	12								

Зачет
Экзамен
Интегрированный экзамен по модулю
Проект по модулю

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3.T2	1	Определение теплопроводности твердых тел теплоизоляционных материалов	2
P5.T2	2	Определение коэффициента температуропроводности твердых тел – плохих проводников теплоты – методом регулярного теплового режима	2
P6.T8	3	Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб	4
P7.T1	4	Исследование сложного теплообмена горизонтальной трубы с окружающим воздухом в условиях свободной конвекции	3
P8.T2	5	Изучение процессов поверхностного и объемного кипения жидкости	2
P9.T1	6	Определение степени черноты поверхности излучающего тела	2
P9. T3	7	Определение коэффициента теплоотдачи излучением между двумя телами	2

Всего: 17

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3.T2	1	Определение теплопроводности твердых тел теплоизоляционных материалов	1
P5.T2	2	Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима	1
P6.T8	3	Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб	2
P7.T1	4	Исследование процесса сложного теплообмена горизонтальной трубы в условиях свободной конвекции	1
P9.T1	5	Определение степени черноты поверхности излучающего тела	1

Всего: 6

Для заочной формы ускоренного обучения (учебный план № 5650, 6298)

Код раздела, темы	Номер работы	Тема работы	Время на проведение занятия (час.)
P3.T2	1	Определение теплопроводности твердых тел теплоизоляционных материалов	1
P5.T2	2	Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима	1
P6.T8	3	Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб	1
P7.T1	4	Исследование процесса сложного теплообмена горизонтальной трубы в условиях свободной конвекции	1

Всего: 4

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P3. T1	1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	2
P3.T2	2	Теплопроводность и теплопередача через цилиндрические стенки	2
P3.T3	3	Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	2
P4.T2	4	Теплопередача через ребристые стенки	2
P5.T1,T2	5, 6	Теплопроводность при нестационарном режиме	4
P6.T5	7	Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской поверхности	2
P6.T7	8	Теплоотдача при движении жидкости в трубах и каналах	2
P6.T8	9	Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб	2
P7. T2	10	Теплоотдача при свободном движении жидкости	2
P8.T1	11	Теплоотдача при конденсации водяного пара	2
P8.T2	12	Теплоотдача при кипении жидкости	2
P9.T2, T3	13, 14	Теплообмен излучением	6
P10.T1	15, 16	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	4
P11.T1	17	Молекулярный и конвективный массообмен	2

Всего: 34

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P3. T1	1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	2
P4.T2	4	Теплопередача через ребристые стенки	1
P5.T1,T2	5, 6	Теплопроводность при нестационарном режиме	2
P6.T7	8	Теплоотдача при движении жидкости в трубах и каналах	2
P7. T2	10	Теплоотдача при свободном движении жидкости	1
P8.T1	11	Теплоотдача при конденсации водяного пара	1
P9.T2, T3	13, 14	Теплообмен излучением	1
P10.T1	15, 16	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	1
P11.T1	17	Молекулярный и конвективный массообмен	1
Всего:			12

Для заочной формы ускоренного обучения (учебный план № 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P3. T1	1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	2
P4.T2	4	Теплопередача через ребристые стенки	2
P5.T1,T2	5, 6	Теплопроводность при нестационарном режиме	2
P6.T7	8	Теплоотдача при движении жидкости в трубах и каналах	2
P7. T2	10	Теплоотдача при свободном движении жидкости	2
P8.T1	11	Теплоотдача при конденсации водяного пара	2
P10.T1	15, 16	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	2
Всего:			14

Для заочной формы ускоренного обучения (учебный план № 6298)

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P3. T1	1	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	1
P4.T2	4	Теплопередача через ребристые стенки	1
P5.T1,T2	5, 6	Теплопроводность при нестационарном режиме	1
P6.T7	8	Теплоотдача при движении жидкости в трубах и каналах	2
P7. T2	10	Теплоотдача при свободном движении жидкости	1
P8.T1	11	Теплоотдача при конденсации водяного пара	1
P9.T2, T3	13, 14	Теплообмен излучением	1
P10.T1	15, 16	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	1
P11.T1	17	Молекулярный и конвективный массообмен	1
Всего:			10

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Теплопроводность и теплопередача через одно-и многослойную цилиндрическую стенку. Расчет теплопередачи через ребристую стенку.
2. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в трубе.
3. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой. Сложный теплообмен.
4. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Теплопроводность при стационарном режиме

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Теплопроводность при нестационарном режиме
2. Теплообмен при фазовых превращениях

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение				
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента
P10. Теплообменные аппараты	*										

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ
В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2,5. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Контрольная работа	IV, 6	40
Коллоквиум №1	IV, 10	30
Коллоквиум №2	IV, 12	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен*		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение домашней работы №1	IV, 13	25
Выполнение домашней работы №2	IV, 14	25
Выполнение домашней работы №3	IV, 15	25
Выполнение домашней работы №4	IV, 16	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторных работ (6)	IV	30
Отчеты о выполнении лабораторных работ (6)	IV	30
Защита отчетов	IV	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы: не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
--	--

Семестр IV	1,0
------------	-----

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы: не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр IV	1,0

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.fepo.pfu); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины «Тепломассообмен»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1) Во сколько раз уменьшаются теплопотери через стенку здания, если между двумя слоям кирпичей толщиной по 250 мм установить прокладку пенопласта толщиной 50 мм; $\lambda_{\text{кир}} = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $\lambda_{\text{пен}} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

2) Сколько экранных алюминиевых полированных пластин следует поставить в системе вакуумно-многослойной изоляции сушильного шкафа для уменьшения теплового потока излучением не менее чем на 99,4 %? Сушильный шкаф работает при температуре, не превышающей 200 °С.

3) Рассчитать теплопотери через глухую стену здания размером 2,5×4 м зимой ($t_1 = 20 \text{ °С}$; $t_2 = -20 \text{ °С}$). Стена сделана из кирпича $\lambda_{\text{кир}} = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; толщина стены $\delta = 0,5 \text{ м}$; $\alpha_1 = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$; $\alpha_2 = 30 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

4) Рассчитать теплопотери через полностью застекленную стену при условиях предыдущей задачи. Остекление двойное. Толщина стекол $\delta_{\text{ст}} = 3 \text{ мм}$, зазор между стеклами $\delta_3 = 0,1 \text{ м}$.

5) Рассчитать, через какое время начнет замерзать вода с температурой 20 °С в неизолированном трубопроводе диаметром 200 мм при выходе из строя насосов зимой ($t = -20 \text{ °С}$; $\alpha = 30 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$).

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1.Способы переноса теплоты в пространстве.
- 2.Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
- 3.Молекулярный и конвективный массообмен.
- 4.Изотропная и анизотропная среда.
- 5.Температурное поле.
- 6.Температурный градиент.
- 7.Основной закон теплопроводности.

8. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
9. Дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела. Физический смысл коэффициента температуропроводности.
10. Условия однозначности для процесса теплопроводности.
11. Теплопроводность при стационарном режиме в отсутствие внутренних источников теплоты:
- Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях первого рода;
 - Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях третьего рода;
 - Коэффициент теплопередачи;
 - Теплопроводность цилиндрической стенки при граничных условиях первого рода;
 - Теплопроводность цилиндрической стенки при граничных условиях третьего рода;
 - Линейный коэффициент теплопередачи;
 - Теплопроводность тел неправильной формы;
 - Критический диаметр тепловой изоляции.
12. Способы интенсификации теплопередачи.
13. Теплопередача через ребристую стенку (приближенный расчет).
14. Теплопроводность в ребре постоянного поперечного сечения.
15. Теплопередача через ребристую стенку (уточненный расчет).
16. Коэффициент эффективности работы ребра.
17. Теплопроводность при нестационарном режиме:
- Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины;
 - Частные случаи нагревания (охлаждения) бесконечной пластины;
 - Физический смысл безразмерных чисел Био и Фурье;
 - Определение теплоты, отданной (полученной) пластиной в процессе охлаждения (нагревания);
 - Характерный размер, входящий в безразмерные числа Био и Фурье;
 - Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров правильной геометрической формы;
 - Охлаждение (нагревание) тел любой формы при $Bi \rightarrow 0$ ($Bi \leq 0,1$);
 - Регулярный тепловой режим;
 - Первая теорема Кондратьева;
 - Вторая теорема Кондратьева.
18. Основные положения конвективного теплообмена: уравнение теплоотдачи; виды движения жидкости; режимы движения жидкости; понятие пограничного слоя; физические свойства жидкости существенные для процесса теплоотдачи (динамическая и кинематическая вязкость, коэффициент сжатия, коэффициент объемного расширения).
19. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена (уравнение теплоотдачи, уравнение энергии, уравнение движения, уравнение неразрывности потока).
20. Элементы теории подобия. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Эйлера их физический смысл. Определяющий геометрический размер и определяющая температура Теоремы подобия. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Проведение эксперимента, обработка и обобщение опытных данных.
21. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости:
- Интегральное уравнение теплового потока через пограничный слой;
 - Связь теплоотдачи с касательными напряжениями (аналогия Рейнольдса);
 - Влияние направления теплового потока на величину коэффициента теплоотдачи;
22. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности.
Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости вдоль плоской поверхности. Анализ формул.
23. Теплоотдача при движении жидкости внутри труб и каналов: определяющий геометрический размер; понятие участка гидродинамической и тепловой стабилизации; аналитический метод расчета теплоотдачи при стабилизированном течении жидкости в трубе.

- Теплоотдача при ламинарном режиме движения жидкости в трубе.
 - Теплоотдача при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. Анализ формулы;
24. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб.
25. Свободная конвекция в неограниченном пространстве:
- Теплоотдача при свободном ламинарном движении жидкости вдоль вертикальной стенки;
 - Теплоотдача при свободном турбулентном режиме движения жидкости вдоль вертикальной стенки. Анализ формулы;
 - Теплоотдача при свободном движении жидкости около горизонтальной трубы;
26. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
27. Теплообмен при фазовых превращениях:
- Теплоотдача при конденсации водяного пара на вертикальной поверхности;
 - Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации;
28. Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме; условия, необходимые для возникновения процесса кипения; влияние перегрева жидкости на величину коэффициента теплоотдачи; кризисы кипения.
29. Теплообмен излучением. Основные положения лучистого теплообмена: виды тепловых потоков (интегральный поток, излучательная способность, спектральная плотность излучения, угловая плотность потока излучения, яркость излучения); разновидности полусферического излучения; связь эффективного и результирующего излучения; законы теплового излучения (закон Планка, закон смещения Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон косинусов Ламберта).
30. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
Сложный теплообмен.
32. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия. Схемы движения теплоносителей. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата: виды тепловых расчетов; основные положения теплового расчета (уравнение теплового баланса, уравнение теплопередачи, среднеинтегральный температурный напор). Сравнение прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.
33. Молекулярный массообмен: массовая и мольная концентрация; градиент концентрации; закон Фика; физический смысл коэффициента диффузии; запись закона Фика через парциальное давление; вычисление плотности потока массы. Конвективный массообмен в инертной двухкомпонентной среде. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Дифференциальное уравнение массообмена. Аналогия между процессами тепло- и массообмена. Безразмерные числа Шервуда и Шмидта.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

8.3.9 Примерные задания для проведения домашних работ

Домашнее задание № 1

Стальной трубопровод ($\lambda=45\text{Вт}/(\text{мК})$) наружным диаметром 216 мм (с толщиной стенки 8 мм), проложен на открытом воздухе, температура которого $t_{ж1}$, а коэффициент теплоотдачи от поверхности трубы к воздуху α_1 . Внутри трубопровода движется вода, ее средняя температура $t_{ж2}$, а коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней поверхности трубы α_2 . Длина трубы $L=20\text{м}$. Определить потерю теплоты с поверхности трубопровода в единицу времени и температуру стенок внутренней и наружной поверхности трубопровода.

Как изменятся эти величины, если на поверхность трубопровода нанести слой тепловой изоляции ($\lambda=0,47\text{Вт}/(\text{мК})$), толщиной 50 мм. Изобразить графически изменение температуры по толщине стенки трубы и слоя изоляции.

Во сколько раз увеличится (при отсутствии изоляции) тепловой поток через стенку трубы, если ее наружную поверхность снабдить стальными продольными ребрами прямоугольного сечения. Геометрические размеры ребра: высота h , толщина δ . Количество ребер 20. Определить также температуру на конце ребра.

Домашнее задание № 2

По трубе внутренним диаметром d и длиной l течет трансформаторное масло. Средняя температура масла $t_{ж}$, средняя температура стенки t_c , скорость масла w . Определить:

- средний коэффициент теплоотдачи;
- тепловой поток, передаваемый от масла к поверхности трубы;
- разность температур на входе масла в трубу и на выходе из нее.

Как изменится средний коэффициент теплоотдачи, если:

- длину трубы увеличить в два раза;
- диаметр трубы увеличить в два раза.

Домашнее задание № 3

В подогревателе вода, движущаяся по стальным трубам, нагревается дымовыми газами. Внутренний диаметр трубы $d_1=32$ мм, наружный – $d_2=38$ мм. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda=22$ Вт/(м·К). На входе в подогреватель вода имеет температуру t_2' , а на выходе t_2'' . Скорость воды w_2 . Дымовые газы движутся в межтрубном пространстве со скоростью w_1 , их расход M_1 . Температура дымовых газов на входе в подогреватель t_1' . Компоновка труб в пучке шахматная. Число параллельно включенных труб $N=100$. Поперечный шаг пучка S_1 и продольный S_2 равны: $S_1=S_2=2d_2$. Рассчитать поверхность теплообмена.

Домашнее задание № 4

Определить тепловой поток, передаваемый от поверхности отопительной батареи, представляющей собой плоскую стенку, за счет свободной конвекции и излучения. Батарея выполнена из окисленного чугуна. Коэффициент теплопроводности чугуна $\lambda=63$ Вт/(м·К). Высота батареи 800 мм, толщина стенки 4 мм. Площадь поверхности батареи $2,1\text{м}^2$. Внутри движется вода, средняя температура которой $t_{ж1}$. Температура внутренней стенки отличается от температуры воды на 5 градусов. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стенке батареи α . Снаружи воздух, его температура $t_{ж2}$. Как изменится тепловой поток, если поверхность батареи со стороны воздуха покрасить алюминиевой краской?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Королев В.Н. Теплообмен: учебное пособие/ В.Н.Королев. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: УрФУ, 2013.250 с. (73 экз.)
2. Королев, В. Н. ТЕПЛОМАССОБМЕН. Основные формулы, задачи и способы их решения / Королев В.Н., Красных В.Ю. — ЭИ .— 2013 .— Сборник задач. Предназначено для студентов Энергетического института всех форм обучения. — в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11407>.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Сапожников, Борис Георгиевич. Теплообмен : учебное пособие / Б. Г. Сапожников ; науч. ред. В. С. Белоусов ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 .— 188 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 181-182 (20 назв.). — без грифа .— ISBN 978-5-821-01206-2. (19 экз.)
2. Аронсон, К. Э. Теплообменники энергетических установок / Аронсон К.Э., Бродов Ю.М. — УМК .— 2013 .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11720>.
3. Цветков, Федор Федотович. Теплообмен : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по энергет. специальностям / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство МЭИ, 2005 .— 550 с. : ил. ; 22 см .— Алф.-предм. указ.: с. 547-549. — Библиогр.: с. 544-546 (53 назв.). — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-7046-1270-9. (51 экз.)

9.2.Методические разработки

1. Теплообмен. Теплопроводность и конвективный теплообмен: методические указания к лабораторным работам / Л.К. Васанова, Б.Г. Сапожников, В.Н.Королев, Ю.О.Зеленкова. 2-е изд., стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ , 2010. 26 с.
2. Теплообмен. Конвективный и лучистый теплообмен: методические указания к лабораторным работам / Л.К. Васанова, Б.Г. Сапожников, В.Н.Королев, Ю.О.Зеленкова. 2-е изд., стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ , 2010. 24 с.
3. Теплообмен: приложение к лабораторным работам/ сост. Л.К. Васанова, Б.Г. Сапожников, В.Н.Королев, Ю.О.Зеленкова, С.А.Нейская 2-е изд., стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ , 2009. 35 с.

9.3.Программное обеспечение

Операционная система Windows XP.

Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).

Математический процессор Mathcad.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
2. Информационно-аналитическая система для хранения и распространения библиографических и численных данных о теплофизических свойствах веществ «Информационный триптих теплофизических свойств веществ» www.thermophysics.ru/triptych

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Королев, В. Н. ТЕПЛОМАССОБМЕН. Основные формулы, задачи и способы их решения / Королев В.Н., Красных В.Ю. — ЭИ .— 2013 .— Сборник задач. Предназначено для студентов Энергетического института всех форм обучения. Приводятся задачи, которые предлагаются студентам для самостоятельного решения на практических занятиях. Даны формулы, используемые при решении задач. Приведен обширный справочный материал. — в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11407>.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

На кафедре теплоэнергетики и теплотехники имеется лаборатория теплопередачи (ауд. Т-125), рассчитанная на проведение лабораторных занятий двенадцатью студентами.

Лабораторные стенды:

Определение теплопроводности твердых тел теплоизоляционных материалов
Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима
Исследование процесса сложного теплообмена горизонтальной трубы в условиях свободной конвекции
Определение степени черноты поверхности излучающего тела
Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб
Определение коэффициента теплоотдачи излучением между двумя телами