

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
« ___ » _____ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ	Код модуля 1103524 Учебный план № 5065 (очная форма) Учебный план № 5420 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650 (заочная форма ускоренная)
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП 1 «Промышленная теплоэнергетика»
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, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Колпаков Александр Сергеевич	д.т.н., доцент	профессор	Теплоэнергетика и теплотехника	

Руководитель модуля

А.С. Колпаков

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,
для которой реализуется модуль

Е.В. Черепанова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

1.1. Объем модуля: 8 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Нагнетатели и тепловые двигатели» относится к вариативной части ОП, в его составе изучаются две дисциплины «Нагнетатели» и «Тепловые двигатели». Модуль предусматривает изучение основных закономерностей гидродинамических и тепловых процессов, протекающих в нагнетателях и тепловых двигателях, режимов работы различных типов нагнетателей и тепловых двигателей и их конструкций, а также особенностей их эксплуатации с учетом современных требований энергоэффективности.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

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.	(ВВ) Нагнетатели	5	51	17	17	85	77	Э (18 ч)	180	5
2.	(ВВ) Тепловые двигатели	6	34	17	0	51	53	3 (4 ч)	108	3
Всего на освоение модуля			85	34	17	136	130	22	288	8

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.
3.	(ВВ) Нагнетатели	5,6	12	10		22	136	Э, 3 (22 ч)	180	5
4.	(ВВ) Тепловые двигатели	6	8	8		16	88	3 (4 ч)	108	3
Всего на освоение модуля			20	18	0	38	224	26	288	8

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.
5.	(ВВ) Нагнетатели	4	6	4		10	152	Э (18 ч)	180	5
6.	(ВВ) Тепловые двигатели	4	4	4		8	96	3 (4 ч)	108	3
Всего на освоение модуля			10	8	0	18	248	22	288	8

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Нагнетатели – пререквизит; Тепловые двигатели – постреквизит
3.2.	Корреквизиты	

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-Об: способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию	ПК-6 – способность участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений; ДПК-1.5 – способность составлять организационно-технологическую документацию; ДПК-2.6 – готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-6	ДПК-1.5	ДПК-2.6
1	(ВВ) Нагнетатели	*	*	*
2	(ВВ) Тепловые двигатели	*	*	*

Компетенции одинаковы, но области знаний дисциплин разные.

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 3,25. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю: нет.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

к рабочей программе модуля «Нагнетатели и тепловые двигатели»

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:

не предусмотрен.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ «НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

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
НАГНЕТАТЕЛИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ	Код модуля 1103524 Учебный план № 5065 (очная форма) Учебный план № 5420 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650 (заочная форма ускоренная)
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, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Колпаков Александр Сергеевич	д.т.н., доцент	профессор	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	

Руководитель модуля

А.С. Колпаков

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 НАГНЕТАТЕЛИ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Нагнетатели» изучается перед дисциплиной «Тепловые двигатели» в одном модуле «Нагнетатели и тепловые двигатели» (при заочной форме обучения дисциплины изучаются совместно). Дисциплина «Нагнетатели», наряду с дисциплиной «Тепловые двигатели», является одной из профилирующих при подготовке специалистов в области промышленной теплоэнергетики и энергообеспечения предприятий. Ее изучение предусматривает получение профессиональных знаний принципов работы различных типов нагнетателей, их конструкций, а также методов расчета и проектирования.

Дисциплина «Нагнетатели» использует знания, полученные при изучении таких дисциплин, как физика, гидрогазодинамика, техническая термодинамика, тепломассообмен, инженерная графика, прикладная механика.

Дисциплина «Нагнетатели» тесно связана со специальными техническими дисциплинами «Котельные установки и парогенераторы», «Системы газоснабжения», «Технологические энергоносители промышленных предприятий».

Дисциплина «Нагнетатели» посвящена изучению принципов напорного перемещения газов и жидкостей, конструкций тягодутьевых машин, насосов и компрессоров, особенностей их работы с учетом требований энергоэффективности. Рассматриваются вопросы выбора параметров нагнетателей в соответствии с их функциями в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций. Изучаются основы проектирования различных типов нагнетателей.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках освоения РО-О6 ОП):

РО-О6: способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию

ПК-6 – способность участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений;

ДПК-1.5 – способность составлять организационно-технологическую документацию;

ДПК-2.6 – готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные типы нагнетателей, их назначение и параметры;
- основы эксплуатации нагнетателей;
- методику выбора нагнетателей;
- основы расчета нагнетателей.

Уметь:

- выбирать типовые нагнетатели с учетом их места в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций;
- рассчитывать параметры нагнетателей;
- определять границы эксплуатационных режимов;
- выбирать привод нагнетателей;

- организовывать безопасную и энергоэффективную эксплуатацию нагнетателей.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть основными современными методами постановки, исследования и решения теплотехнических задач;
- уверенно ориентироваться в номенклатуре энергетического оборудования;
- понимать особенности использования различных типов нагнетателей;
- разбираться в физических основах процесса напорного перемещения технологических энергоносителей;
- оценивать энергоэффективность работы нагнетателей в эксплуатационных режимах.

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.)*	5-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	77	16,75	77
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	104,08	180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

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	6-й семестр
1.	Аудиторные занятия	22	22	10	12
2.	Лекции	12	12	6	6
3.	Практические занятия	10	10	4	6
4.	Лабораторные работы	0	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	136	7,30	80	56
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	Экзамен	Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	31,88	108	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		3	2

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	10	10	10	
2.	Лекции	6	6	6	
3.	Практические занятия	4	4	4	
4.	Лабораторные работы	0	0	0	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	152	5,5	152	
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	17,83	180	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5	

*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	Общие сведения о нагнетателях	Определения, основные положения, классификация нагнетателей. Основы теории нагнетания.
P2	Насосы	Особенности напорного перемещения жидкостей. Кавитация в насосах. Классификация насосов. Типы энергетических насосов, их технические характеристики и конструкции. Выбор насосов.
P3	Тягодутьевые машины	Особенности напорного перемещения газов. Классификация тягодутьевых машин. Типы энергетических тягодутьевых машин, их технические характеристики и конструкции. Самотяга вентиляционной системы. Выбор тягодутьевых машин.
P4	Компрессоры	Особенности компрессорного процесса. Классификация компрессоров. Типы компрессоров, применяемых в промышленной теплоэнергетике, их технические характеристики и конструкции. Системы охлаждения компрессоров. Помпаж лопастных компрессоров. Выбор компрессора.

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.): 8

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)				Всего самостоятельной работы студентов (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 аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)																			
							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 иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
1	Общие сведения о нагнетателях	44	31	24	7	0	13	11	9	2													2	1					
2	Насосы	70	25	10	4	11	45	9	4	2	3	36										1							
3	Тягодутьевые машины	23	16	10	4	2	7	7	4	2	1																		
4	Компрессоры	25	13	7	2	4	12	6	3	2	1	6	1																
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	162	85	51	17	17	77	33	20	8	5	0	42	6	0	0	0	0	0	0	0	0	36	2	2	0			
	Всего по дисциплине (час.):	180	85				95	В т.ч. промежуточная аттестация														0	18	0					

*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 по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины 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	Общие сведения о нагнетателях	34,5	8	3	5	0	26,5	24,5	13	11,5																												
2	Насосы	65,5	5	3	2	0	60,5	24,5	13	11,5				36										1														
3	Тягодутьевые машины	29,5	5	3	2	0	24,5	24,5	13	11,5																												
4	Компрессоры	28,5	4	3	1	0	24,5	24,5	13	11,5																												
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	158	22	12	10	0	136	98	52	46	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	2	2	0								
	Всего по дисциплине (час.):	180	22				158																		В т.ч. промежуточная аттестация			4	18	0								

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

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

Объем модуля (зач. ед.): 8

Объем дисциплины (зач. ед.): 5

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																				Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (коллич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)				
				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 (коллич.)										
							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*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
1	Общие сведения о нагнетателях	31,5	2,5	1,5	1	0	29	29	17	12																				
2	Насосы	67,5	2,5	1,5	1	0	65	29	17	12		36										1								
3	Тягодутьевые машины	31,5	2,5	1,5	1	0	29	29	17	12																				
4	Компрессоры	31,5	2,5	1,5	1	0	29	29	17	12																				
	Всего (час) , без учета промежуточной аттестации:	162	10	6	4	0	152	116	68	48	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0				
	Всего по дисциплине (час.):	180	10				170	В т.ч. промежуточная аттестация																			0	18	0	

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Снятие характеристики центробежного насоса и сети	7
P2	2	Снятие кавитационной характеристики центробежного насоса	2
P2	3	Сопоставление способов регулирования центробежного насоса	2
P3	4	Испытание центробежного вентилятора	2
P4	5	Моделирование характеристик центробежной компрессорной машины	2
P4	6	Термодинамический анализ компрессорного процесса	2
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет режимов работы нагнетателей	3
P1	2	Расчет проточной части насосов и вентиляторов	2
P1	3	Расчет проточной части тягодутьевых машин	2
P2	4	Выбор насосов общего назначения	2
P2	5	Выбор энергетических насосов	2
P3	6	Выбор вентиляторов общего назначения	2
P3	7	Выбор энергетических тягодутьевых машин	2
P4	8	Выбор компрессора общего назначения	2
Всего:			17

Для заочной формы полного срока обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет режимов работы нагнетателей	2
P1	2	Расчет проточной части насосов и вентиляторов	2
P1	3	Расчет проточной части тягодутьевых машин	1
P2	4	Выбор насосов общего назначения	1
P2	5	Выбор энергетических насосов	1
P3	6	Выбор вентиляторов общего назначения	1
P3	7	Выбор энергетических тягодутьевых машин	1
P4	8	Выбор компрессора общего назначения	1
Всего:			10

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

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Расчет режимов работы нагнетателей	1
P2	4	Выбор насосов общего назначения	1
P3	6	Выбор вентиляторов общего назначения	1
P4	8	Выбор компрессора общего назначения	1
Всего:			4

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Для очной формы обучения:

1. Термодинамический анализ работы воздушной компрессорной машины.
2. Выбор компрессора общего назначения.
3. Определение числа ступеней многоступенчатой компрессорной машины по заданным параметрам.

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)

1. Расчет центробежного насоса.
2. Расчет центробежного вентилятора.
3. Расчет центробежного дымососа

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Для учебных планов № 5065, 5420:

1. Определение границ рабочего участка напорной характеристики центробежной машины.
2. Сравнение энергетической эффективности способов регулирования центробежных машин.
3. Выбор нагнетателей (на примере центробежных вентиляторов).

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
Р1. Общие сведения о нагнетателях											
Р2. Насосы	*				*						
Р3. Тягодутьевые машины	*				*						
Р4. Компрессоры					*						

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Черкасский, В. М. Нагнетатели и тепловые двигатели : Учебник для студ. вузов, обуч. по направл. "Теплоэнергетика", спец. "Промышленная теплоэнергетика" / В.М. Черкасский, Н.В. Калинин, Ю.В. Кузнецов и др. — М. : Энергоатомиздат, 1997. — 384с. — рекомендовано в качестве учебника. — ISBN 5-283-00236-5 : 34. (50 экз.).

9.1.2. Дополнительная литература

1. Черкасский, Владимир Михайлович. Насосы, вентиляторы, компрессоры : Учеб. для теплоэнерг. специальностей вузов / В. М. Черкасский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1984. — 415 с. : ил. ; 20 см. — Предм. указ.: с. 406-410. — Библиогр.: с. 405-406 (29 назв.). — допущено в качестве учебника. — 1.10. (97 экз.).
2. Поляков, Вадим Владимирович. Насосы и вентиляторы : Учебник для вузов. — М. : Стройиздат, 1990. — 336 с. — допущено в качестве учебника. — ISBN 5-274-01021-0 : 0.90. (52 экз.).

9.2. Методические разработки

1. Снятие характеристик центробежного насоса и сети: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Нагнетатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели» / А.С. Колпаков, Л.Г. Гальперин. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2016. 16 с.

2. Сопоставление способов регулирования центробежного насоса: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Нагнетатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели» / А.С. Колпаков, Л.Г. Гальперин. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2016. 11 с.

3. Снятие кавитационной характеристики центробежного водяного насоса: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Нагнетатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели» / А.С. Колпаков, Л.Г. Гальперин. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2016. 14 с.

4. Расчет центробежного дутьевого вентилятора: Методическое руководство к курсовому проекту по дисциплинам «Нагнетатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели» / А. С. Колпаков, Н. В. Колпакова. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2016. 35 с.

5. Расчет центробежного насоса: Методическое руководство к курсовому проекту по дисциплинам «Нагнетатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели» / А. С. Колпаков, Н. В. Колпакова. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2016. 52 с.

9.3. Программное обеспечение

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

1. Программа «Гидравлический расчет центробежного насоса».

2. Программа «Аэродинамический расчет центробежного вентилятора».

3. Программа «Моделирование характеристик центробежной компрессорной машины».

4. Программа «Термодинамический анализ компрессорного процесса».

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 проведения лекций и практических занятий имеются аудитории с количеством посадочных мест, соответствующим контингенту обучающихся по данному профилю:

1. Аудитория Т1003, оснащённая компьютером и видеопроектором.
2. Аудитория Т1102, оснащённая 7 компьютерами в сети.

Лабораторные работы по испытаниям насосного оборудования по дисциплине «Нагнетатели» выполняются в специализированной компьютеризированной учебной лаборатории фирмы «Вило-Рус».

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2,0. 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)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Посещение лекций (17)	V, 1-17	17
Контрольная работа	V, 6	33
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
Посещение практических занятий (8)	V, 9-17	17
Выполнение домашней работы	V, 13	83
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)	V, 9-17	30
Отчеты о выполнении лабораторных работ (6)	V, 9-17	30
Защита отчетов	V, 17	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 курсового проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – 0		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 1,0		

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 V	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.pf); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

к рабочей программе дисциплины «Нагнетатели»

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.

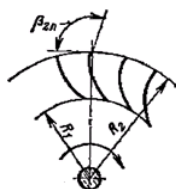
8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения контрольной работы

Для учебных планов № 5065, 5420:

Тестовые задания типа:

I. Какому типу нагнетателей может принадлежать рабочее колесо, изображенное на рисунке?



1. насосам
2. вентиляторам
3. компрессорам

II. Рабочее давление нагнетателя определяется выражением $P = \rho \eta_z U_2 c_{2u}$. Какому режиму работы нагнетателя соответствует развиваемое давление:

1. режиму холостого хода
2. номинальному режиму
3. режиму регулирования

III. Помпаж компрессора может возникнуть:

1. при переводе на холостой ход
2. при падении расхода в сети
3. при глубоком регулировании

IV. Расположить способы регулирования подачи нагнетателей в порядке возрастания экономичности регулирования:

1. байпасирование
2. дросселирование
3. закрутка потока ВНА
4. изменение частоты вращения гидромуфтой
5. частотное регулирование

V. При регулировании насосов дросселированием дроссельное устройство следует размещать:

1. на всасе

2. на нагнетании
 3. место размещения дросселя не играет роли
- VI. Пуск центробежных нагнетателей следует производить:
1. на режиме холостого хода
 2. под нагрузкой
 3. способ пуска не имеет значения

VII. Наибольший расход обеспечивают:

1. питательные насосы
2. конденсатные насосы
3. сетевые насосы
4. циркуляционные насосы

VIII. Наибольший напор (давление) обеспечивают:

1. питательные насосы
2. конденсатные насосы
3. сетевые насосы
4. циркуляционные насосы

IX. Наибольшая осевая нагрузка центробежного нагнетателя всегда возникает:

1. при максимальном давлении
2. при максимальной подаче
3. в режиме холостого хода

X. Параллельное включение нагнетателей используется для:

1. обеспечения большого расхода в сети
2. группового регулирования
3. повышения экономичности работы нагнетателей при глубоком регулировании

8.3.2. Примерные задачи для проведения домашней работы

Для очной формы обучения:

1. Требуется выбрать центробежный вентилятор исполнения 1, обеспечивающий производительность $Q = 12$ тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$, полное давление $p = 108 \text{ кгс}/\text{м}^2$ при температуре воздуха $t = 60^\circ\text{C}$.
2. Расчетное сопротивление вентиляционной системы при расходе воздуха 30 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ составляет 1220 Па. При выборе вентилятора его давление завышено на 15 % и составляет 1400 Па. Требуемым параметрам в соответствии с рабочими характеристиками удовлетворяют вентилятор Ц4-76-10 с к.п.д. при $n = 950$ об/мин $\eta = 0,78$ (лопатки загнуты назад) и вентилятор Ц14-46-8 с КПД в рабочей точке при $n = 735$ об/мин $\eta = 0,68$ (лопатки загнуты вперед). Сравнить вентиляторы по потребляемой мощности.
3. Определить установочную мощность электродвигателя для вентилятора с расходом воздуха $Q = 14$ тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ при полном давлении $P = 1000$ кПа.
4. Насос перекачивает жидкость плотностью $960 \text{ кг}/\text{м}^3$ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет $P_{\text{изб}} = 37 \text{ кгс}/\text{см}^2$. Высота подъема 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линий 65,6 м. Определить полный напор, развиваемый насосом.
5. Центробежный насос частотой вращения 1800 об/мин подает $140 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды с температурой 30°C . Среднее атмосферное давление в месте установки насоса 745 мм рт. ст. Полная потеря напора во всасывающей линии составляет 4,2 м. Определить допустимую высоту всасывания.

6. Центробежный насос для перекачки воды имеет следующие паспортные данные: $Q = 56$ м³/ч, $H = 42$ м, $Q = 10,9$ кВт при $n = 1140$ об/мин. Определить 1) КПД насоса, 2) производительность, развиваемый напор и потребляемую мощность при $n = 1450$ об/мин, считая, что КПД остался неизменным.
7. Центробежный вентилятор при $n = 960$ об/мин подаёт 3200 м³/ч воздуха, потребляя при этом 0,8 кВт. Избыточное давление, создаваемое вентилятором, 44 мм вод. ст. Каковы будут подача, давление и затрачиваемая мощность вентилятора при $n = 1250$ об/мин? Определить КПД вентилятора.
8. Определить требуемое число ступеней поршневого компрессора для сжатия воздуха от 1 до 200 кгс/см² (давление абсолютное), если допускаемая температура в конце сжатия не должна превышать 140°C. Процесс сжатия считать адиабатическим. Начальная температура воздуха 20°C.
9. Определить потребляемую мощность и расход воды на холодильники поршневого компрессора, который сжимает воздух при подаче 50 м³/мин от атмосферного давления до 0,9 МПа. Изотермический КПД компрессора 0,75. Охлаждающая вода нагревается в холодильниках на 13°C. Начальная температура газа 20°C.
10. Определить аналитическим путём и по $T - s$ диаграмме температуру воздуха после адиабатического сжатия его от атмосферного давления до конечного давления 3,5 кгс/см². Начальная температура 0°C. Определить затрату работы на сжатие 1 кг воздуха.
11. Центробежный насос перекачивает жидкость плотностью 960 кг/м³ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет $P_{изб} = 37$ кгс/см². Высота подъёма 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линий 65,6 м. Определить полный напор, развиваемый насосом.
12. Определить КПД насосного агрегата. Насос подаёт 22,80 м³/ч мазута относительной плотности 0,9. Полный напор 30,8 м вод. ст. Потребляемая двигателем мощность 2,5 кВт.

8.3.3. Примерные задания для выполнения курсового проекта

Спроектировать центробежный насос. Исходные данные для проектирования:

№ п/п	Наименование	Обозн.	Ед. измер.	Знач.
1	Производительность насоса	Q	м ³ /час	18
2	Напор, создаваемый насосом	H	м	8
3	Высота всасывания	$H_{вс}$	м	1.0
4	Вид перекачиваемой жидкости	-	-	вода
5	Температура перекачиваемой жидкости	t	°C	20
6	Давление насыщенных паров	P_s	кПа	2.336
7	Толщина лопаток колеса насоса	δ	м	4
8	Допустимые напряжения материала лопаток	τ	кг/см ²	120
9	Плотность жидкости	ρ	кг/м ³	998.1

Выполнить гидравлический расчет проточной части насоса и механический расчет отдельных элементов его конструкции. В графическую часть проекта входят продольный и поперечный разрезы насоса, выполняемые на листе (листах) формата А1.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Для учебного плана №5420:

1. Компрессорный процесс. Способы повышения энергетической эффективности сжатия газа.
1. Многоступенчатое сжатие. Выбор оптимальной степени повышения давления в многоступенчатом компрессоре.
2. Охлаждение компрессорных машин.
3. КПД компрессора.
4. Принципиальная схема, принцип работы и область применения поршневых компрессоров.
5. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
6. Рабочие параметры поршневых компрессоров.
7. Основные конструктивные схемы поршневых компрессоров.
8. Регулирование производительности поршневых компрессоров.
9. Схема поршневой компрессорной установки.
10. Центробежные компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
11. Схема центробежной компрессорной установки.
12. Винтовые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
13. Схема винтовой компрессорной установки.
14. Осевые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
15. Классификация и применение вентиляторов в энергетике.
16. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.
17. Самотяга вентиляционной системы и ее влияние на параметры тягодутьевых машин.
18. Влияние механических примесей на работу вентилятора.
19. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.
20. Аэродинамические схемы вентиляторов. Безразмерные параметры и характеристики.
21. Способы регулирования тягодутьевых машин.
22. Выбор тягодутьевых устройств.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Для учебных планов №5065 и 5650:

1. Классификация, рабочие параметры и область применения нагнетателей.
2. Устройство и принцип работы центробежного нагнетателя.
3. Теоретический напор центробежного колеса.
4. Степень реактивности центробежного колеса. Типы рабочих колес.
5. Ступень центробежного нагнетателя. Типы ступеней.
6. Действительное течение среды в центробежном колесе. Влияние конечного числа лопастей на напор колеса.
7. Потери в проточной части центробежного нагнетателя. КПД, мощность.
8. Действительные характеристики центробежного нагнетателя.
9. Подобие центробежных машин. Пересчет характеристик.
10. Безразмерные параметры центробежных нагнетателей. Безразмерные характеристики.
11. Коэффициент быстроходности. Удельное число оборотов.
12. Схема и принцип работы осевого нагнетателя.
13. Решетки профилей и кинематика потока осевой ступени.
14. Многоступенчатые осевые машины. Конструктивные схемы.
15. Регулирование производительности лопастных нагнетателей.
16. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Устойчивые и неустойчивые режимы работы.
17. Помпаж и способы борьбы с ним.
18. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей.
19. Осевые и радиальные силы в центробежных нагнетателях. Способы компенсации.
20. Подводы и отводы центробежных нагнетателей.

21. Устройство и принцип работы роторных нагнетателей.
22. Устройство и принцип работы струйных нагнетателей.
23. Компрессорный процесс. Способы повышения энергетической эффективности сжатия газа.
3. Многоступенчатое сжатие. Выбор оптимальной степени повышения давления в многоступенчатом компрессоре.
24. Охлаждение компрессорных машин.
25. КПД компрессора.
26. Принципиальная схема, принцип работы и область применения поршневых компрессоров.
27. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
28. Рабочие параметры поршневых компрессоров.
29. Основные конструктивные схемы поршневых компрессоров.
30. Регулирование производительности поршневых компрессоров.
31. Схема поршневой компрессорной установки.
32. Центробежные компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
33. Схема центробежной компрессорной установки.
34. Винтовые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
35. Схема винтовой компрессорной установки.
36. Осевые компрессоры. Схемы, рабочие параметры и область применения.
37. Кавитация в насосах. Влияние кавитации на характеристики насосов.
38. Расчет допустимой высоты всасывания насоса.
39. Классификация и применение насосов в энергетике.
40. Конструкции и рабочие параметры насосов общего назначения.
41. Конструкции и рабочие параметры питательных насосов.
42. Конструкции и рабочие параметры конденсатных насосов.
43. Конструкции и рабочие параметры сетевых насосов.
44. Конструкции и рабочие параметры циркуляционных насосов.
45. Способы регулирования лопастных насосов.
46. Выбор насоса.
47. Схема насосной установки.
48. Классификация и применение вентиляторов в энергетике.
49. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.
50. Самотяга вентиляционной системы и ее влияние на параметры тягодутьевых машин.
51. Влияние механических примесей на работу вентилятора.
52. Основные конструктивные элементы и рабочие параметры центробежных вентиляторов.
53. Аэродинамические схемы вентиляторов. Безразмерные параметры и характеристики.
54. Способы регулирования тягодутьевых машин.
55. Выбор тягодутьевых устройств.

Для учебного плана №5420:

1. Классификация, рабочие параметры и область применения нагнетателей.
2. Устройство и принцип работы центробежного нагнетателя.
3. Теоретический напор центробежного колеса.
4. Степень реактивности центробежного колеса. Типы рабочих колес.
5. Ступень центробежного нагнетателя. Типы ступеней.
6. Действительное течение среды в центробежном колесе. Влияние конечного числа лопастей на напор колеса.
7. Потери в проточной части центробежного нагнетателя. КПД, мощность.
8. Действительные характеристики центробежного нагнетателя.
9. Подобие центробежных машин. Пересчет характеристик.
10. Безразмерные параметры центробежных нагнетателей. Безразмерные характеристики.
11. Коэффициент быстроходности. Удельное число оборотов.

12. Схема и принцип работы осевого нагнетателя.
13. Решетки профилей и кинематика потока осевой ступени.
14. Многоступенчатые осевые машины. Конструктивные схемы.
15. Регулирование производительности лопастных нагнетателей.
16. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Устойчивые и неустойчивые режимы работы.
17. Помпаж и способы борьбы с ним.
18. Работа лопастных нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей.
19. Осевые и радиальные силы в центробежных нагнетателях. Способы компенсации.
20. Подводы и отводы центробежных нагнетателей.
21. Устройство и принцип работы роторных нагнетателей.
22. Устройство и принцип работы струйных нагнетателей.
23. Кавитация в насосах. Влияние кавитации на характеристики насосов.
24. Расчет допустимой высоты всасывания насоса.
25. Классификация и применение насосов в энергетике.
26. Конструкции и рабочие параметры насосов общего назначения.
27. Конструкции и рабочие параметры питательных насосов.
28. Конструкции и рабочие параметры конденсатных насосов.
29. Конструкции и рабочие параметры сетевых насосов.
30. Конструкции и рабочие параметры циркуляционных насосов.
31. Способы регулирования лопастных насосов.
32. Выбор насоса.
33. Схема насосной установки.

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.

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
ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ	Код модуля 1103524 Учебный план № 5065 (очная форма) Учебный план № 5420 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650 (заочная форма ускоренная)
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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Колпаков Александр Сергеевич	д.т.н., доцент	профессор	Тепло- энергети- ки и теп- лотехни- ки	

Руководитель модуля

А.С. Колпаков

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 «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Тепловые двигатели» изучается после (для заочного обучения совместно) с дисциплины «Нагнетатели», в одном модуле «Нагнетатели и тепловые двигатели» и является одной из профилирующих при подготовке специалистов в области промышленной теплоэнергетики и энергообеспечения предприятий. Ее изучение предусматривает получение профессиональных знаний принципов работы различных типов нагнетателей, их конструкций, а также методов расчета и проектирования.

Дисциплина «Тепловые двигатели» использует знания, полученные при изучении таких дисциплин, как физика, гидрогазодинамика, техническая термодинамика, тепломассообмен, инженерная графика, прикладная механика.

Дисциплина «Тепловые двигатели» тесно связана со специальными техническими дисциплинами «Котельные установки и парогенераторы», «Системы газоснабжения», «Технологические энергоносители промышленных предприятий».

Дисциплина «Тепловые двигатели» посвящена изучению процесса преобразования тепловой энергии газов и паров в механическую энергию, конструкций тепловых двигателей различного назначения, особенностей их работы с учетом требований энергоэффективности. В курсе рассматриваются вопросы выбора тепловых двигателей в соответствии с их функциями в тепловых схемах котельных и тепловых электрических станций.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках освоения РО-06 ОП):

РО-06: способность организовать в рамках организационно-управленческой деятельности эксплуатацию, сервисное обслуживание энерготехнологического оборудования, анализировать результаты деятельности производственного подразделения, разрабатывать организационно-технологическую и отчетную документацию.

ПК-6 – способность участвовать в разработке оперативных планов работы производственных подразделений;

ДПК-1.5 – способность составлять организационно-технологическую документацию;

ДПК-2.6 – готовность организовать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные типы тепловых двигателей, их назначение и параметры;
- основы эксплуатации тепловых двигателей;
- основы выбора тепловых двигателей.

Уметь:

- выбирать тепловые двигатели с учетом их места в тепловых схемах тепловых электрических станций и котельных;
- определять границы эксплуатационных режимов;
- организовывать безопасную и энергоэффективную эксплуатацию тепловых двигателей.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть основными современными методами постановки, исследования и решения теплотехнических задач;

- уверенно ориентироваться в номенклатуре энергетического оборудования;
- понимать особенности использования различных типов тепловых двигателей;
- разбираться в физических основах процесса преобразования тепловой энергии в механическую энергию;
- оценивать эффективность работы тепловых двигателей эксплуатационных режимах.

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.)*	6-й семестр
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	53	7,65	53
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	58,90	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

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.)*	6-й семестр
1.	Аудиторные занятия	16	16	16
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	8	8	8
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	88	2,4	88
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	18,65	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

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	8	8	8
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	4	4	4
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	96	1,2	96
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	9,45	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*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	Общие сведения о тепловых двигателях.	Определения, основные положения, классификация тепловых двигателей. Основы теории расширительных машин.
P2	Паровые турбины.	Определения, основные положения, классификация паровых турбин. Типы энергетических и приводных паровых турбин, их технические характеристики и конструкции. Режимы работы, систем регулирования и защиты паровых турбин.
P3	Газовые турбины.	Определения, основные положения, классификация газовых турбин. Типы энергетических и приводных газовых турбин, их технические характеристики и конструкции. Режимы работы, системы регулирования и защиты газовых турбин.
P4	Двигатели внутреннего сгорания.	Определения, основные положения, классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). ДВС в энергетике. Типы ДВС, их технические характеристики и конструкции.

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.): 8

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

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	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 иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
1	Общие сведения о тепловых двигателях.	4	2	2	0	0	2	2	2	0	0																						
2	Паровые турбины.	48	24	16	8	0	24	22	15	7	0																						
3	Газовые турбины.	33	16	10	6	0	17	15	9	6	0																						
4	Двигатели внутреннего сгорания.	19	9	6	3	0	10	8	5	3	0																						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	51	34	17	0	53	47	31	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0						
	Всего по дисциплине (час.):	108	51				57	В т.ч. промежуточная аттестация														4	0	0	0								

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

Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
			Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	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	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	
1	Общие сведения о тепловых двигателях.	12	2	2	0	0	10	10	10																					
2	Паровые турбины.	33	5	2	3	0	28	26	10	16													2	1						
3	Газовые турбины.	33	5	2	3	0	28	26	10	16													2	1						
4	Двигатели внутреннего сгорания.	26	4	2	2	0	22	20	10	10													2	1						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	16	8	8	0	88	82	40	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0					
	Всего по дисциплине (час.):	108	16				92	В т.ч. промежуточная аттестация														4	0	0	0					

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

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

Объем модуля (зач. ед.): 8
 Объем дисциплины (зач. ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																					
		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.)			
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы							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
1	Общие сведения о тепловых двигателях.	12	1	1	0	0	11	11	11																			
2	Паровые турбины.	40	3	1	2	0	37	35	11	24												2	1					
3	Газовые турбины.	26	2	1	1	0	24	22	11	11												2	1					
4	Двигатели внутреннего сгорания.	26	2	1	1	0	24	22	11	11												2	1					
	Всего (час.) , без учета промежуточной аттестации:	104	8	4	4	0	96	90	44	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0				
	Всего по дисциплине (час.):	108	8				100	В т.ч. промежуточная аттестация																	4	0	0	0

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

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

4.2. Практические занятия

Очная форма обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-2	Тепловые схемы паротурбинных установок (ПТУ). Номенклатура ПТУ.	4
P2	3-4	Конструкции паровых турбин. Показатели экономичности.	4
P3	5	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	2
P3	6	Оборудование ГТУ. Номенклатура ГТУ	2
P3	7	Конструкции ГТУ.	2
P4	8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Номенклатура ДВС.	2
P4	9	Конструкции ДВС. Показатели экономичности.	1

Всего: 17

Заочная форма полного срока обучения (учебный план № 5420)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Тепловые схемы паротурбинных установок (ПТУ). Номенклатура ПТУ.	1
P2	1-2	Конструкции паровых турбин. Показатели экономичности.	2
P3	2	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	1
P3	3	Оборудование ГТУ. Номенклатура ГТУ	1
P3	3	Конструкции ГТУ.	1
P4	4	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Номенклатура ДВС.	1
P4	4	Конструкции ДВС. Показатели экономичности.	1

Всего: 8

Заочная форма ускоренного обучения (учебный план № 5650)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Тепловые схемы паротурбинных установок (ПТУ). Номенклатура ПТУ.	1
P2	1-2	Конструкции паровых турбин. Показатели экономичности.	1
P3	2	Циклы газотурбинных установок (ГТУ).	1
P4	4	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Номенклатура ДВС.	1

Всего: 4

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

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.

4.4.1. Примерная тематика контрольных работ

1. Паровые турбины.
2. Газовые турбины.
3. Двигатели внутреннего сгорания.

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
Р1. Общие сведения о тепловых двигателях.											
Р2. Паровые турбины				*							
Р3. Газовые турбины.				*							
Р4. Двигатели внутреннего сгорания.				*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Черкасский, В. М. Нагнетатели и тепловые двигатели : Учебник для студ. вузов, обуч. по направл. "Теплоэнергетика", спец. "Промышленная теплоэнергетика" / В.М. Черкасский, Н.В. Калинин, Ю.В. Кузнецов и др. — М. : Энергоатомиздат, 1997. — 384с. — рекомендовано в качестве учебника. — ISBN 5-283-00236-5 : 34. (50 экз.).

9.1.2. Дополнительная литература

1. Трухний, Алексей Данилович. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : Учеб. пособие для студентов вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. — М. : Издательство МЭИ, 2002. — 540 с. : ил. ; 26 см. — Библиогр.: с. 532-533 (52 назв.). Предм. указ.: с. 534-539. — допущено в качестве учебного пособия. — ISBN 5-7046-0722-5 : 429.00. (17 экз.).
2. Цанев, Стефан Васильевич. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учеб. пособие для студентов вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; под ред. С. В. Цанева. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательский дом МЭИ,

2006 .— 584 с. : ил. ; 24 см .— Предм. указ.: с. 573-575. — Библиогр.: с. 571-572 (40 назв.). — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-903072-19-4. (21 экз.).

3. Щегляев, Андрей Владимирович. Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин : Учебник для студентов энергомашиностр. и теплоэнергет. специальностей вузов : В 2 кн. Кн. 1 / А. В. Щегляев; Предисл. Б. М. Трояновского .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1993 .— 383 с. : ил. ; 20 см .— Предм. указ.: с. 381-382. — Библиогр.: с. 378-380 (59 назв.). — ISBN 5-283-00197-0 (Б. ц.). (81 экз.).
4. Щегляев, Андрей Владимирович. Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин : Учебник для студентов энергомашиностр. и теплоэнергет. специальностей вузов : В 2 кн. Кн. 2 / А. В. Щегляев; Предисл. Б. М. Трояновского .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1993 .— 414 с. : ил. ; 20 см .— Предм. указ.: с. 412-413. — Библиогр.: с. 409-411 (59 назв.). — ISBN 5-283-00264-0 (Б. ц.). (81 экз.).
5. Нигматулин, Искандер Нигматулович. Тепловые двигатели : Учеб. пособие / И.Н. Нигматулин, П.Н. Шляхин, В.А. Ценев; Под ред. И.Н. Нигматулина .— М. : Высш. шк., 1974 .— 375с. — 1.09. (44 экз.).

9.2.Методические разработки

1. Колпаков А. С. Построение теплового процесса проточной части теплофикационной турбины ПТ 25/30-90/10/1,2. Методическое руководство к практическим занятиям по дисциплинам «Тепловые двигатели», «Нагнетатели и тепловые двигатели». Екатеринбург: УрФУ, 2016. 10 с.

9.3.Программное обеспечение

Операционная система Windows XP. Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).
Программа «Расчет параметров водяного пара».

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 используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лекций и практических занятий имеются аудитории с количеством посадочных мест, соответствующим контингенту обучающихся по данному профилю:

1. Аудитория Т1003, оснащённая компьютером и видеопроектором.
2. Аудитория Т1102, оснащённая 7 компьютерами в сети.

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1,25. 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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
Посещение лекций (17)	VI, 1-17	17
Контрольная работа № 1	VI, 10	30
Контрольная работа № 2	VI, 14	28
Контрольная работа № 3	VI, 17	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации – 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	Макс. оценка в баллах
Посещение практических занятий (9)	VI, 9-17	9
Работа на практическом занятии (9)	VI, 9-17	45
Мини-контрольная	VI, 16	46
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено; коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.0		
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0.0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсового проекта
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 VI	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.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.

Тестовые задания типа:

I. Турбина ПТ25/30-90/10/1,2 имеет:

1. регенеративные отборы
2. отопительный отбор
3. производственный отбор
4. отбор пара на теплофикацию за турбиной (противодавление)
5. промежуточный перегрев пара

II. Турбина Т110-130 имеет:

1. дроссельное парораспределение
2. сопловое парораспределение

III. Регулирующая ступень турбины Т110-130

1. парциальная ступень
2. двухвенечная ступень
3. активная ступень
4. ступень скорости

IV. Последние ступени конденсационной турбины работают:

1. на перегретом паре
2. насыщенном паре
3. влажном паре

V. Наиболее нагружены лопатки:

1. ЦВД
2. ЦСД
3. ЦНД

VI. Наиболее эффективным способом повышения экономичности турбины является:

1. перегрев пара
2. регенерация теплоты
3. теплофикация

VII. Экономичность конденсационных турбин характеризуют:

1. абсолютным электрическим КПД

2. удельным расходом теплоты на выработку кВтч
3. удельным расходом пара на выработку кВтч
4. удельной выработкой электроэнергии на тепловом потреблении

VIII. ГТУ в энергетике применяют:

1. в парогазовых циклах
2. в качестве пиковых турбин
3. для теплофикации при малых тепловых нагрузках
4. в районах с низкими зимними температурами

IX. Ухудшение вакуума в конденсаторе до значения $-0,45$ приводит:

1. к ухудшению КПД турбины
2. к разогреву выхлопного патрубка
3. к срабатыванию автоматической защиты

X. Верхним пределом работы системы автоматического регулирования при уменьшении нагрузки турбины является превышение частоты на:

1. 7-8 %
2. 10-12 %
3. 18-20 %

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Турбина с регулируемым производственным отбором пара П-6-35/5 при номинальной мощности $P_3 = 6,0$ МВт должна обеспечивать отбор $G_n = 111,1$ кг/с. Начальные параметры пара: $p_0 = 3,4$ МПа, $t_0 = 435^\circ\text{C}$. Давление производственного отбора $p_n = 0,5$ МПа, давление в конденсаторе $p_k = 7,0$ кПа. При этом режиме принять: относительные внутренние КПД части высокого давления $\eta_{oi} = 0,82$, части низкого давления $\eta_{oi} = 0,70$, механический КПД $\eta_m = 0,975$, КПД электрогенератора $\eta_{э.г.} = 0,95$. Определить расход свежего пара G_1 , принимая, что регенеративные отборы отсутствуют.
2. Определить мощность P_3 турбины ПР-12/15-90/15/7 с производственным отбором $p_n = 1,45$ МПа и противодавлением $p_z = p_r = 0,7$ МПа $0,5$ МПа. Параметры свежего пара $p_0 = 8,8$ МПа, $t_0 = 535^\circ\text{C}$. Величина отбора составляет $G_n = 20,8$ кг/с. Отпуск пара для отопительных целей составляет $G_r = 6,0$ кг/с. Относительные внутренние КПД принять: части высокого давления $\eta_{oi} = 0,83$, части низкого давления $\eta_{oi} = 0,86$.
3. Определить термический КПД η_t идеальной газотурбинной установки простого цикла при температурах на входе в компрессор $t_{0к} = +5^\circ\text{C}$ и в турбину $t_{0т} = 800^\circ\text{C}$ и степени повышения давления 6,5. Теплоемкости воздуха и газов принять одинаковыми. $k = 1,4$.
4. При испытании конденсационной турбины малой мощности, работающей без отборов пара, были измерены мощность на зажимах генератора $P_3 = 3,94$ МВт, расход пар $G_n = 4,65$ кг/с, параметры свежего пара $p_0 = 2,35$ МПа, $t_0 = 380^\circ\text{C}$, давление в конденсаторе $p_k = 4,5$ кПа. Чему равны удельные расходы пара d_3 и теплоты q_3 и абсолютный электрический КПД $\eta_э$.
5. При испытании турбины с противодавлением были измерены параметры пара перед турбиной $p_0 = 3,4$ МПа, $t_0 = 435^\circ\text{C}$ и за ней $p_z = 0,5$ МПа и $t_z = 220^\circ\text{C}$. Определить относительный внутренний КПД турбины η_{oi} .
6. Определить располагаемый теплоперепад паровой турбины H_0 при начальных параметрах $p_0 = 9,0$ МПа, $t_0 = 520^\circ\text{C}$ и конечном давлении 1) $p_z = p_k = 5,0$ кПа; 2) $p_z = 0,9$ МПа. При решении задачи использовать таблицы водяного пара.
7. Определить располагаемый теплоперепад паровой турбины H_0 при начальных параметрах $p_0 = 9,0$ МПа, $t_0 = 520^\circ\text{C}$ и конечном давлении 1) $p_z = p_k = 5,0$ кПа; 2) $p_z = 0,9$ МПа. При решении задачи использовать $h-s$ – диаграмму.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Принцип действия ступени турбины.
2. Основные элементы ступени турбины.
3. Термодинамический процесс ступени турбины. Преобразование энергии в ступени.
4. Сопловая и рабочая решетка ступени турбины.
5. Кинематика потока в ступени турбины.
6. Активная и реактивная ступени турбины. Степень реактивности.
7. Ступени давления и ступени скорости паровой турбины.
8. Регулирующая ступень паровой турбины.
9. Парциальный подвод пара. Степень парциальности.
10. Преимущества многоступенчатых турбин (МСТ). Типы, схемы МСТ.
11. Подвод пара в турбине. Схемы парораспределения.
12. Возврат теплоты. Коэффициент возврата теплоты МСТ.
13. Регулирование паровых турбин. Схемы регулирования.
14. Регулирование турбин. Первичное и вторичное регулирование.
15. Статическая характеристика регулирования.
16. Режимы работы паровой турбины.
17. Работа турбины при переменном режиме.
18. Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии.
19. Теплофикация. Регулируемые отборы пара.
20. Теплофикационные турбины.
21. Стандартные параметры пара.
22. Регенерация теплоты и нерегулируемые отборы пара в многоступенчатой паровой турбине.
23. Классификация многоступенчатых паровых турбин.
24. Маркировка многоступенчатых паровых турбин.
25. Способы повышения эффективности цикла паротурбинной установки.
26. Показатели экономичности паротурбинной установки.
27. Деление турбины на части: ЧВД, ЧСД, ЧНД.
28. Автоматические защиты многоступенчатых паровых турбин.
29. Газотурбинная установка (ГТУ). Основные элементы.
30. Циклы ГТУ.
31. Энергетические ГТУ. Область применения.
32. Регулирование ГТУ.
33. Автоматические защиты ГТУ.
34. Парогазовые установки.
35. Двигатели внутреннего сгорания в энергетике. Типы. Область применения.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

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.