

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
 «__» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АЭС

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АЭС	Код модуля 1134106 Учебный план в ЕИСУ № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	Не предусмотрено
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки специалитет	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Шастин Арнольд Георгиевич	профессор, к.т.н.	профессор	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	
2	Климова Виктория Андреевна	-	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	
3	Лямбель Анастасия Николаевна	-	аспирант, уч. мастер	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	

Руководитель модуля

О. Л. Ташлыков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

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

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль

С.Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АЭС»

1.1. Объем модуля 12 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к базовой части ОП.

Рассматриваются основные процессы, происходящие в парогенераторах атомных электрических станций (ПГ АЭС), способы организации технологического процесса выработки пара в различных типах ПГ АЭС, методы выбора и оптимизации теплогидравлических, технологических и технико-экономических параметров ПГ. Студенты получают практические навыки по тепловому, гидравлическому расчету, расчету прочности элементов ПГ. Изучаются основные параметры, особенности конструкции и характеристик насосного оборудования АЭС. Рассматриваются основы теории лопастных центробежных насосов. Подробно изучаются режимы течения жидкости и способы регулирования работы насосной установки. На практических занятиях проводится гидравлический расчет проточной части центробежного колеса различных типов насосного оборудования.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Учебный план № 6437 (очная форма обучения)

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) Насосы, трубопроводы и арматура АЭС	9	17	17	17	51	75	Э (18 ч.)	144	4
2. (Б) Парогенераторы и теплообменники АЭС	7, 8	68	51	17	136	116	Э (18 ч.) Э (18 ч.)	288	8
Всего на освоение модуля		85	68	34	187	191	54	432	12

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	1. Парогенераторы и теплообменники АЭС 2. Насосы, трубопроводы и арматура АЭС
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
---	--	---

14.05.02/01.01	<p>РО-О1 Способность проводить и участвовать в испытаниях основного технологического оборудования, систем контроля, диагностики, защиты и промышленной автоматики, автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных станций в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.</p>	<p>ПК-3 - готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации;</p> <p>ПК-5 – способность составить отчет по выполненному заданию, готовностью к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ;</p>
	<p>РО-О3 Способность осуществлять разработку проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, использовать в разработке технических проектов новых информационных технологий.</p>	<p>ПК-6 – владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования;</p> <p>ПК-10 – готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий;</p> <p>ПК-12 – готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы;</p> <p>ПСК-1.5 – готовность к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий;</p> <p>ПСК-1.10 – способность формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ.</p>
	<p>РО-О5 Способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, разрабатывать технические требования и задания на разработку и создание компонентов атомных станций и других ядерных энергетических установок.</p>	<p>ПК-9 – способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач;</p> <p>ПК-11 – готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области</p>

	проектирования ЯЭУ;
РО-06 Способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы.	ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы; ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-3	ПК-5	ПК-6	ПК-9	ПК-10	ПК-11	ПК-12	ПК-17	ПСК-1.4	ПСК-1.5	ПСК-1.10
1	(Б) Насосы, трубопроводы и арматура АЭС		*	*		*		*		*	*	*
2	(Б) Парогенераторы и теплообменники АЭС	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрена.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1).

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 предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю
Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

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
НАСОСЫ, ТРУБОПРОВОДЫ И АРАМАТУРА АЭС

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АЭС	Код модуля 1134106 Учебный план в ЕИСУ № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки специалитет	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Шастин Арнольд Георгиевич	профессор, к.т.н.	профессор	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	
2	Климова Виктория Андреевна	-	Ст. препода- ватель	Атомные станции и возобновляемые источники энергии	

Руководитель модуля

О.Л. Ташлыков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

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

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «НАСОСЫ, ТРУБОПРОВОДЫ И АРАМАТУРА АЭС»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в базовый модуль «Тепломеханическое оборудование АЭС», и является постреквизитом дисциплины «Парогенераторы и теплообменники АЭС». Дисциплина посвящена изучению основных параметров, особенностей конструкции и характеристик насосного оборудования АЭС. Рассматриваются основы теории лопастных центробежных насосов. Подробно изучаются режимы течения жидкости и способы регулирования работы насосной установки. В ходе курсового проектирования проводится гидравлический расчет проточной части центробежного колеса различных типов насосного оборудования. Отдельно изучаются особенности конструкции и работы арматуры АЭС, а также трубопроводы АЭС.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ПК-5 – способность составить отчет по выполненному заданию, готовностью к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ;

ПК-6 – владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования;

ПК-10 – готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий;

ПК-12 – готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы;

ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств;

ПСК-1.5 – готовность к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий;

ПСК-1.10 – способность формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- параметры и характеристики основного насосного оборудования АЭС;
- особенности конструкции и способы регулирования работы насосной установки;
- требования, предъявляемые к трубопроводам АЭС, конструктивные особенности и материалы трубопроводов;
- требования, предъявляемые к арматуре АЭС, классификацию и основные правила эксплуатации арматуры.

Уметь:

- определять основные характеристики насоса;
- использовать методы физического моделирования и подобия при расчете насосных агрегатов;
- проводить расчет рабочего колеса центробежных насосов, гидродинамических сопротивлений идеальных плоских течений и сверхзвуковых потоков.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками проведения расчетов насосных агрегатов с использованием современных

аналитических методов, а также методов моделирования и расчета с помощью ЭВМ;
 – навыками расчета толщины стенки трубопровода;
 – навыками оценки устойчивости работы насоса в сети и определения основных параметров насоса при параллельном и последовательном включении.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				9
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	75	10,65	75
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	63,98	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Трубопроводы АЭС	Тепловые схемы АЭС. Назначение и функции трубопроводов, арматуры и насосов. Основные требования к трубопроводам, конструктивные особенности исполнения, категории трубопроводов, материалы. Опоры и подвески трубопроводов. Техническое обслуживание.
P2	Арматура АЭС	Классификация по функциональному назначению, по способу запираания потока. Требования, предъявляемые к арматуре. Основные правила эксплуатации. Конструктивное исполнение.
P3	Насосное оборудование АЭС	
P3.T1	Основные параметры насосов и их характеристики	Основное насосное оборудование АЭС. Главные циркуляционные насосы (ГЦН). Питательные насосы, схемы включения. Конденсатные насосы, схемы включения. Циркуляционные насосы. Параметры насосов: подача, давление, удельная работа, напор насоса, всасывающая способность; понятие кавитационного запаса, мощность, КПД насоса. Характеристики насосов.
P3.T2	Основы теории лопастных центробежных насосов	Основные уравнения насоса. Уравнения подобия, коэффициенты быстроходности, потери в насосах. Подводящие и отводящие устройства, рабочие колеса насосов. Осевые и радиальные силы, влияющие на работу насоса.
P3.T3	Работа насосной установки	Характеристика системы «насос – сеть», устойчивость работы насоса в сети, явление помпажа. Регулирование работы насосной установки. Дроссельное регулирование. Регулирование перепуском. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное включение.
P3.T4	Насосные установки для АЭС	Герметические ГЦН, устройство, характеристика. Насосы с механическим уплотнением вала, устройство, характеристика. Насосы для жидкометаллических теплоносителей, особенности конструкции.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Опоры и подвески трубопроводов	2
P3.T1	2	Изучение конструкции и определение основных параметров центробежного насоса	4
P3.T2	3	Изучение методик расчета и экспериментальное исследование подводящих и отводящих устройств насосов	2
P3.T2	4	Изучение рабочего колеса центробежного насосов	2
P3.T3	5	Определение основных параметров насосов при параллельном и последовательном включении	7
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Основные требования к трубопроводам АЭС, категории трубопроводов	2
P2	2	Конструктивное исполнение арматуры АЭС	2
P3.T1	3	Основные уравнения насоса. Уравнения подобия, коэффициенты быстроходности, потери в насосах	1
P3.T2	4	Оценка размеров рабочего колеса по методам подобия	2
P3.T3	5	Гидравлический расчет проточной части центробежного колеса ГЦН	4
P3.T4	6	Изучение устройства и характеристики герметичных ГЦН	2
P3.T4	7	Гидравлический расчет проточной части насоса с механическим уплотнением вала	2
P3.T4	8	Гидравлический расчет проточной части насоса с жидкометаллическим теплоносителем	2
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Раздел 1 – Требования, предъявляемые к трубопроводам АЭС.

Раздел 3, тема 4 – Насосы для жидкометаллического теплоносителя.

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 работ

Гидравлический расчет рабочего колеса центробежного насоса (по вариантам).

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Требования и правила эксплуатации арматуры АЭС.
2. Работа насосной установки.

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)
P1		*			*							
P2		*		*								
P3.T1	*				*							
P3.T2				*	*							
P3.T3	*	*		*								
P3.T4		*		*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

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. Локалов Г. А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение / Г. А. Локалов, В. М. Марковский.— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016 .— 140 с. (инв. №: 23615). 5 экз.
2. Локалов Г. А. Центробежные насосы : конспект лекций / Г. А. Локалов, В. М.

Марковский ; науч. ред. К. Э. Аронсон ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина .— Екатеринбург : УрФУ, 2011 .— 76 с. (инв. №: 22504) 10 экз.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. ред. С.Е.Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с. (инв. №: 23683). 7 экз.
2. Ривкин С. Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л.Ривкин, А.А.Александров – М.: Энергия, 1980. 37 экз.

9.2. Методические разработки

В разработке.

9.3. Программное обеспечение

Не используется.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=169> Библиотека УрФУ.
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека
Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
3. Российская национальная библиотека
Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
4. Библиотека нормативно-технической литературы
Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>
5. Электронная библиотека нормативно-технической документации
Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>

9.5.Электронные образовательные ресурсы

1. Велькин, В. И. Насосы, трубопроводы и арматура / Велькин В.И. — УМК .— 2007 .— .— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4452>.
2. ЭОР УрФУ- Режим доступа <http://study.urfu.ru>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором для демонстрации отдельных лекций на настенный экран.

Практические занятия и лабораторные работы должны выполняться в специализированной лаборатории кафедры «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», оснащённой элементами трубопроводов с регулирующей арматурой и насосным оборудованием.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – _____, в том числе, коэффициент значимости курсовой работы – _____

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	Максимальная оценка в баллах
Домашняя работа 1 (Требования, предъявляемые к трубопроводам АЭС)	<i>IX, 1-2</i>	30
Домашняя работа 2 (Насосы для ЖМТ)	<i>IX, 7-8</i>	30
Контрольная работа 1 (Требования и правила эксплуатации арматуры АЭС)	<i>IX, 2-3</i>	20
Контрольная работа 2 (Работа насосной установки)	<i>IX, 5-6</i>	20
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 занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,25		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических заданий</i>	<i>IX, 1-8</i>	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	<i>IX, 1-8</i>	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение расчета</i>	<i>IX, 4-9</i>	50
<i>Выполнение графической части</i>	<i>IX, 10-12</i>	30
<i>Оформление пояснительной записки</i>	<i>IX, 13-16</i>	20
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,7		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,3		

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 9	1

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 контрольных работ

1. Требования и правила эксплуатации арматуры АЭС

Контрольная работа проводится в форме тестирования. Образцы вопросов:

К запорной арматуре относятся...

Арматура, находящаяся в контакте с вредными для обслуживающего персонала средами и недоступная для ремонта после монтажа или в процессе эксплуатации, а также арматура первого контура, выход из строя которой может повлиять на безопасность АЭС, относится к классу...

2. Работа насосной установки

Насос перекачивает воду из резервуара в резервуар на высоту h м, в количестве G л/с по трубопроводу круглого сечения. Избыточное давление в резервуаре 1 равно p_1 атм., а в резервуаре 2 равно p_2 атм. Длина всасывающей линии L_1 м; длина нагнетательной линии L_2 м.

Необходимо определить потребный напор насоса, подобрать центробежный насос по сводным графикам полей лопастных насосов и уточнить выбор его по каталогу. Построить характеристику сети, определить рабочую точку насоса и проверить правильность выбора насоса на данную сеть по коэффициенту полезного действия насоса.

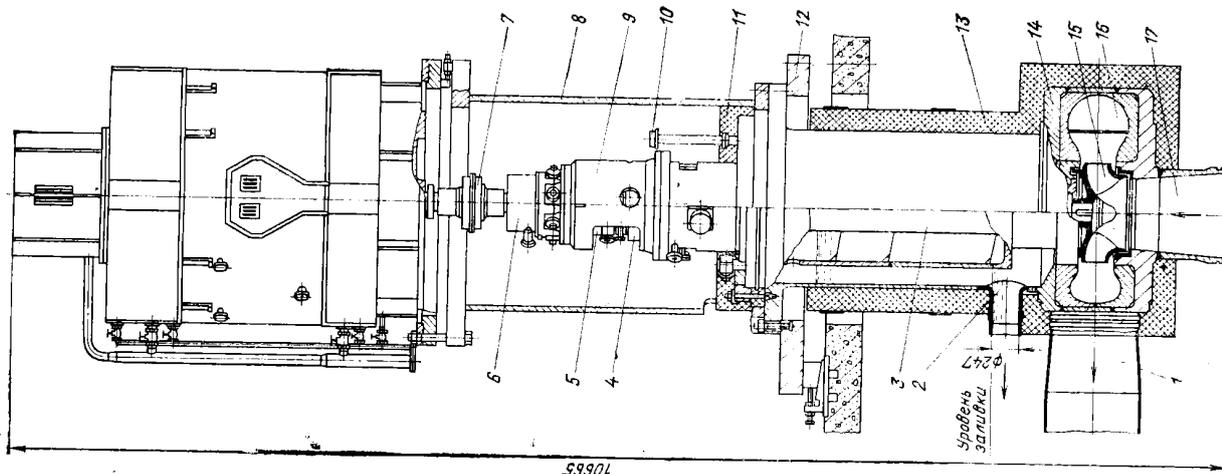
8.3.2. Примерные задания для выполнения домашних работ

1. Требования, предъявляемые к трубопроводам АЭС

Выбрать диаметр, толщину стенки и материал трубопровода, в зависимости от параметров транспортируемой среды (температура, давление). Учитывать класс безопасности.

2. Насосы для жидкометаллического теплоносителя

Укажите наименование и назначение элементов насосной установки.



8.3.3. Примерные задания для курсовой работы

Выполнить гидравлический расчет рабочего колеса центробежного насоса.

Исходные данные:

- подача Q , м³/ч;
- напор H , м;
- число оборотов в минуту n ,
- температура среды t , °С.

Выполнить чертеж рабочего колеса.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Тепловые схемы АЭС, место, назначение и функции трубопроводов, арматуры и насосов.
2. Трубопроводы АЭС. Основные требования к трубопроводам, конструктивные особенности исполнения.
3. Категории трубопроводов.
4. Материалы трубопроводов.
5. Опоры и подвески трубопроводов.
6. Арматура АЭС. Классификация и назначение.
7. Требования, предъявляемые к арматуре АЭС, основные правила эксплуатации.
8. Конструктивное исполнение основной арматуры контуров АЭС.
9. Основное насосное оборудование АЭС.
10. Основные параметры насосов и их характеристики.
11. Подводящие и отводящие устройства, рабочие колеса насосов.
12. Характеристика системы «насос – сеть», устойчивость работы насоса в сети, явление помпажа.
13. Регулирование работы насосной установки.
14. Совместная работа насосов.
15. Герметичные ГЦН, устройство, характеристика.
16. Насосы с механическим уплотнением вала, устройство, характеристика.
17. Насосы для жидкометаллических теплоносителей, особенности конструкции.

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
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ И ТЕПЛООБМЕННИКИ АЭС**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АЭС	Код модуля 1134106 Учебный план в ЕИСУ № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки Специалитет	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Ташлыков Олег Леонидович	к.т.н.	доцент	Атомные станции и возобновляем ые источники энергии	

Руководитель модуля

О.Л.Ташлыков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В.Черепанова

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ПАРОГЕНЕРАТОРЫ И ТЕПЛООБМЕННИКИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в базовый модуль «Тепломеханическое оборудование АЭС», изучается перед дисциплиной модуля: «Насосы, трубопроводы и арматура АЭС».

Дисциплина «Парогенераторы и теплообменники АЭС» посвящена изучению тепловых схем АЭС с реакторами различных типов, видов теплоносителей, требований, предъявляемых к парогенераторам и теплообменникам АЭС, конструкций и режимов эксплуатации парогенераторов и теплообменников АЭС с реакторами различных типов, изучению и освоению методики теплогидравлического расчета парогенераторов и теплообменников.

Дисциплина «Парогенераторы и теплообменники» занимает важное место в профессиональном цикле и необходима для формирования профессиональных компетенций, позволяющих выпускнику выполнять теплогидравлические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого теплообменного оборудования с использованием современных средств. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание следующих дисциплин: «Механика жидкости и газов»; «Техническая термодинамика»; «Физико-химические методы обработки воды»; «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании», «Материаловедение».

1.2. Язык реализации программы – программа реализуется на русском языке.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ПК-3 – готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации;

ПК-5 – способность составить отчет по выполненному заданию, готовностью к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ;

ПК-6 – владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования;

ПК-9 – способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач;

ПК-10 – готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий;

ПК-11 – готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области проектирования ЯЭУ;

ПК-12 – готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы;

ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы;

ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств;

ПСК-1.5 – готовность к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий;

ПСК-1.10 – способность формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

- особенности тепловых схем и технологического оборудования АС с разными типами реакторов;
- конструкции парогенераторов, теплообменного оборудования АС с разными типами реакторов;
- основные методики технико-экономического обоснования проектных решений;

Уметь:

- использовать законы термодинамики и тепломассообмена для анализа процессов, происходящих в теплообменном оборудовании АС;
- выполнять теплогидравлические и прочностные расчеты узлов и элементов теплообменного оборудования с использованием современных средств;
- вести технические расчеты по современным нормам;

Владеть:

- первичными навыками и основными средствами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин профилизации;
- методами расчета элементов конструкций, оборудования и систем АЭС на прочность;
- основами современных методов проектирования и расчета теплообменного оборудования АЭС.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	7	8
1.	Аудиторные занятия	136	136	68	68
2.	Лекции	68	68	34	34
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы	17	17	17	–
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	116	23,4	58	58
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э, 18	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288	164,06	144	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		4	4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Конструкции и режимы работы парогенераторов и теплообменного оборудования АЭС	
Р1.Т1	Тепловые схемы АЭС	Принципиальные схемы производства пара на АЭС. Одно-, двух- и трехконтурные схемы. Общие характеристики ПГ АЭС. Требования, предъявляемые к парогенераторам и теплообменникам АЭС.
Р1.Т2	Конструкционные схемы и конструкции ПГ и теплообменников АЭС	Первичные теплоносители. Требования к теплоносителям АЭС. Жидкие теплоносители. Газообразные теплоносители. Классификация парогенераторов. Конструкционные схемы и конструкции парогенераторов, обогреваемых водой под давлением, органическими и газовыми теплоносителями, жидким ме-

		таллом. Конструкционные схемы теплообменного оборудования АЭС.
P1.T3	Процессы, протекающие в ПГ и теплообменном оборудовании АЭС	Гидродинамика и теплообмен. Физико-химические процессы. Влияние процессов, протекающих в парогенераторе, на надежность и экономичность основного оборудования АЭС. Теплообмен в парогенераторах при движении однофазных сред, при конденсации, при кипении воды. Лучистый теплообмен в парогенераторах, обогреваемых газовым теплоносителем. Гидродинамические процессы в парогенераторах. Сопротивление движению однофазного потока. Основные закономерности гидродинамики двухфазного потока. Безнапорное движение пароводяной смеси.
P1.T4	Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена	Температурный режим работы поверхностей теплообмена. Тепловая разверка в поверхностях теплообмена. Тепловые и гидродинамические условия работы поверхностей теплообмена с однофазной средой. Тепловые и гидродинамические условия работы испарительных поверхностей теплообмена с принудительным движением рабочего тела. Испарительные поверхности с естественной циркуляцией.
P1.T5	Закономерности перехода примесей в пар	Требования к чистоте пара. Переход примесей из воды в пар. Растворимость веществ в паре. Механический унос примесей с насыщенным паром. Методы получения чистого пара.
P1.T6	Водный режим парогенераторов АЭС	Коррозия поверхностей теплообмена со стороны рабочего тела. Отложения примесей воды. Питательная вода парогенераторов. Водный режим прямоточных парогенераторов. Водный режим парогенераторов с многократной циркуляцией.
P2	Проектирование парогенераторов и теплообменного оборудования АЭС	
P2.T1	Тепловой, конструкционный и гидродинамический расчеты ПГ и теплообменного оборудования	Задачи проектирования парогенераторов и виды расчетов. Общие положения теплового, конструкционного и гидродинамического расчетов. Методика теплового, конструкционного и гидродинамического расчетов. Парогенераторы, обогреваемые водой под давлением, конденсирующимся насыщенным паром, органическими теплоносителями, жидкими металлами, газовыми теплоносителями. Особенности расчета прямоточных парогенераторов.
P2.T2	Расчет водного режима и сепарационных устройств	Расчет водного режима прямоточных парогенераторов, парогенераторов с многократной циркуляцией. Расчет сепарационных и промывочных устройств.
P2.T3	Конструкционные материалы и расчет на прочность	Выбор материалов для корпусов и теплообменных поверхностей парогенератора. Расчет на прочность трубных досок, корпуса, крышек, днищ.
P2.T4	Режимы эксплуатации парогенераторов	Режимы пуска парогенератора, работа на номинальной мощности, переходные режимы, режим останова и расхолаживания.
P2.T5	Надежность работы ПГ и теплообменного оборудования АЭС	Особенности эксплуатации парогенераторов и теплообменников различных типов. Анализ надежности горизонтальных и вертикальных парогенераторов, обогреваемых водным теплоносителем. Анализ надежности парогенераторов, обогреваемых жидкометаллическим теплоносителем.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T4	1	Изучение режимов пуска и останова парогенераторов АЭС с реакторами на быстрых нейтронах	7
P1.T4	2	Изучение переходных и аварийных режимов парогенераторов АЭС с реакторами на быстрых нейтронах	10
Всего:			17

6.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1.T2	1	Изучение конструкций парогенераторов и теплообменников АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами	7
P1.T2	2	Изучение конструкций парогенераторов и теплообменников АЭС с реакторами на быстрых нейтронах	10
P2.T1	3	Тепловой, конструкционный и гидродинамический расчеты ПГ и теплообменного оборудования	14
P2.T2	4	Расчет водно-химического режима парогенераторов АЭС	4
P2.T3	5	Расчет на прочность элементов теплообменного оборудования АЭС	6
P2.T4	6	Режимы эксплуатации парогенераторов	4
P2.T5	7	Изучение механизмов повреждаемости парогенераторов и теплообменников АЭС	6
Всего:			51

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Конструкционные схемы узлов парогенераторов и теплообменников АЭС с реакторами на быстрых нейтронах, обогреваемых водным теплоносителем
2. Конструкционные схемы узлов парогенераторов и теплообменников АЭС с реакторами на быстрых нейтронах, обогреваемых натриевым теплоносителем

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 работ:**
1. Теплогидравлический и прочностной расчеты парогенератора, обогреваемого натриевым теплоносителем.
- 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**
Контрольная работа 1 (P1.T2)
1. Тепловые схемы одно-, двух- и трехконтурных АЭС.
2. Конструкционные схемы парогенераторов АЭС с реакторами типа ВВЭР и БН.
Контрольная работа 2 (P1.T3)
1. Гидродинамика и теплообмен. Физико-химические процессы в ПГ и теплообменниках АЭС
Контрольная работа 3 (P2.T1)
1. Основы теплового расчета парогенераторов и теплообменников АЭС.
- 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	Создание КПСЛ	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1.T1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P1.T2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P1.T3	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P1.T4	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P1.T5	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P1.T6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2.T1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2.T2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2.T3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2.T4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2.T5	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

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. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. ред. С.Е.Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с. (инв. №: 23683).
2. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2/А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. ред. С.Е.Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с. (инв. №: 23684).

9.1.2.Дополнительная литература

1. Ташлыков О.Л. Основы ядерной энергетики: учебное пособие / О.Л. Ташлыков. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. – 221 с.
2. Кирилов П. Л., Юрьев Ю. С., Бобков В. П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) / Под общ. ред. П. Л. Кириллова. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Ташлыков О.Л. Технологии ремонта парогенерирующей установки: учебное пособие / О.Л.Ташлыков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 118 с.
4. Лукаевич Б.И., Трунов Н.Б., Драгунов Ю.Г., Давиденко С.Е. Парогенераторы ядерных установок ВВЭР для атомных электростанций.- М., Академкнига, 2004.
5. Рассохин Н. Г. Парогенераторные установки атомных электростанций / Н.Г.Рассохин: – М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПН АЭ Г-7-002-86. М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Ривкин С. Л. Теплофизические свойства воды и водяного пара / С.Л.Ривкин, А.А.Александров – М.: Энергия, 1980.

9.2.Методические разработки

1. Теплогидравлический расчет парогенератора АЭС: Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Парогенераторы и теплообменники» / О.Л.Ташлыков. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2015. 96 с.
2. Выбор основных параметров парогенераторов АЭС. Расчет на прочность: Методические указания по выполнению курсового проекта по курсу «Парогенераторы АЭС» / О.Л.Ташлыков. Екатеринбург: УрФУ, 2009. 52 с.

9.3.Программное обеспечение

Не предусмотрено

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=169> Библиотека УрФУ.

<http://npp.mpei.ac.ru> Кафедра атомных станций МЭИ-ТУ (Москва)

<http://nnhpe.spbstu.ru> кафедра «Атомная и тепловая энергетика» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

http://www.enin.tpu.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=120&Itemid=626

кафедра атомных и тепловых станций Томского политехнического университета;

<http://ispu.ru/taxonomy/term/223> кафедра атомных электростанций Ивановского

государственного энергетического университета

<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/199243> Обнинский государственный технический университет атомной энергетики;

<http://www.viti-mephi.ru/bazovaya-kafedra-atomnye-elektricheskie-stancii> Базовая кафедра атомных станций, Волгодонский университет;

<http://studyinrussia.ru/study-in-russia/universities/mephi/faculties/> Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ

9.5. Электронные образовательные ресурсы

В разработке.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Учебно-тренировочный комплекс УрФУ по ТО и Р АЭС, оснащённый современными моделями и образцами технологической оснастки:

- сборно-разборные модели ЯЭУ ВВЭР-1000: М 1 : 3
- макет парогенератора ПГВ-1000
- полароидные схемы функционирования ЯЭУ ВВЭР-1000; РБМК-1000;
- полароидные схемы функционирования ЯЭУ БН-600 и БН-800,
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ ВВЭР-1000 М 1 : 40
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ ВВЭР-2006 М 1 : 60
- макет с разрезом $\frac{1}{4}$ ЯЭУ БН -800 М 1 : 80

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

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

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – _____ в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – _____

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение</i>	<i>VII, 1-16</i>	<i>30</i>
<i>Домашняя работа</i>	<i>VII, 3-6</i>	<i>30</i>
<i>Контрольная работа 1</i>	<i>VII, 2-4</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа 2</i>	<i>VII, 6-7</i>	<i>20</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
<i>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,25		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение практических заданий</i>	<i>VII, 1-8</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1		
<i>Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет</i>		
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
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	<i>VII, 9-16</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
<i>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

8 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение</i>	<i>VIII, 1-16</i>	<i>60</i>
Контрольная работа	<i>VIII, 2-4</i>	<i>40</i>
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 занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий	<i>VIII, 1-16</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Текущая аттестация выполнения курсовой работы	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Расчет тепловой мощности</i>	<i>VIII, 1-5</i>	<i>30</i>
<i>Расчет модуля испарителя</i>	<i>VIII, 6-8</i>	<i>30</i>
<i>Расчет модуля пароперегревателя</i>	<i>VIII, 9-11</i>	<i>30</i>
<i>Оформление графической части</i>	<i>VIII, 12-16</i>	<i>10</i>
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,6		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – 0,4		

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 7	0,5
Семестр 8	0,5

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 контрольных работ

Контрольная работа 1 (P1.T2)

Вариант 1	Вариант 1
<ol style="list-style-type: none">1. Начертить принципиальную одноконтурную тепловую схему АЭС2. Какие способы ввода теплообменной поверхности в корпус используют в ПГ АЭС?	<ol style="list-style-type: none">1. Начертить принципиальную двухконтурную тепловую схему АЭС2. Какие способы компенсации температурных расширений используют в ПГ АЭС?

Контрольная работа 2 (P1.T3)

Вариант 1	Вариант 1
<ol style="list-style-type: none">1. Какие физико-химические процессы протекают в ПГ АЭС?2. Напишите уравнение для расчета коэффициента теплоотдачи при продольном течении однофазной среды	<ol style="list-style-type: none">1. Как влияют физико-химические процессы на экономичность работы АЭС?2. Напишите уравнения для расчета потерь на трение и местные сопротивления при течении однофазного потока

Контрольная работа 3 (P2.T1)

Вариант 1	Вариант 1
<ol style="list-style-type: none">1. Рассчитайте тепловую мощность экономайзерного и испарительного участков ПГ, вырабатывающего насыщенный пар при давлении 6,0 МПа. Паропроизводительность 200 кг/с. Температура питательной воды – 100 °С. Падением давления по тракту ПГ пренебречь.2. Как можно уменьшить требуемую поверхность теплопередачи ПГ?	<ol style="list-style-type: none">1. Рассчитайте тепловую мощность экономайзерного и испарительного участков ПГ, вырабатывающего насыщенный пар при давлении 7,0 МПа. Паропроизводительность 300 кг/с. Температура питательной воды – 150 °С. Падением давления по тракту ПГ пренебречь.2. Чем ограничивается скорость рабочего тела на входе в экономайзер прямооточного парогенератора?

8.3.2. Примерные задания для проведения домашней работы

1. Конструкционные схемы узлов парогенераторов АЭС с реакторами ВВЭР-1000
2. Конструкционные схемы узлов парогенераторов АЭС с реактором БН-600

8.3.3. Примерные задания для проведения курсовой работы

ЗАДАНИЕ №... по курсовому проектированию

Студент группы ЭН-431001

Спец-ть №14.05.02 «Атомные станции. Проектирование, эксплуатация, инжиниринг»

Срок проектирования с по

1. Тема курсовой работы: Теплогидравлический расчет парогенератора, обогреваемого натрием.

2. Исходные данные:

$D=170$ кг/с; $P_2=14$ МПа; $t_2''=505^0\text{C}$; $t_2'=240^0\text{C}$; $P_1=1$ МПа; $t_1'=520^0\text{C}$; $t_1''=320^0\text{C}$; $P_p=2,8$ МПа

3. Содержание и план выполнения курсового проекта:

Наименование элементов проектной работы	Сроки	Примечание	Отметка о выполнении
1. Описание конструкции ПГ			
2. Теплогидравлический расчет ПГ			
3. Другие виды расчетов			
4. Оформление пояснительной записки			
5. Графическая часть			

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Семестр 7

1. Тепловая схема АЭС с реакторами типа РБМК-1000, ВВЭР-440, ВВЭР-1000, БН-600, БН-800
2. Требования к ПГ АЭС
3. Способы компенсации температурных расширений элементов ПГ
4. Использование воды и тяжелой воды в качестве теплоносителя АЭС
5. Конструкционные схемы ПГ, обогреваемых водным теплоносителем (горизонтальные и вертикальные)
6. Особенности гидродинамики и теплообмена в ПГ
7. Влияние процессов, протекающих в ПГ на надежность и экономичность основного оборудования АЭС
8. Основные закономерности безнапорного движения пароводяной смеси
9. Температурный режим поверхностей теплообмена
10. Гидравлическая и тепловая неравномерность. Методы предотвращения тепловой разверки.
11. Тепловые и гидродинамические условия работы испарительных поверхностей теплообмена с принудительным движением рабочего тела
12. Испарительные поверхности с естественной циркуляцией. Основные характеристики контура циркуляции.
13. Требования к чистоте пара. Методы получения чистого пара.
14. Переход примесей из воды в пар Растворимость веществ в паре. Механический унос примесей с насыщенным паром.
15. Водный режим прямоточных парогенераторов
16. Водный режим парогенераторов с многократной циркуляцией

Семестр 8

17. Конструкционные схемы ПГ, обогреваемых натриевым теплоносителем, типа ПГН-200М
18. t, Q – диаграмма ПГ, вырабатывающего перегретый пар, со свинцовым теплоносителем
19. t, Q – диаграмма ПГ, вырабатывающего перегретый пар и пар промежуточного перегрева, с натриевым теплоносителем

20. Теплообмен при продольном и поперечном омывании поверхности теплообмена однофазными средами
21. Теплообмен при конденсации пара внутри труб и в межтрубном пространстве
22. Теплообмен при кипении воды при вынужденном течении и многократной циркуляции (естественной и принудительной)
23. Сопротивление движению однофазного потока в поверхностях теплообмена
24. Характеристики двухфазного потока
25. Режимы течения и гидравлическое сопротивление при движении двухфазного потока
26. Определение тепловой мощности участков парогенератора
27. Определение расхода теплоносителя через парогенератор
28. Выбор скорости рабочего тела на входе в парогенератор и определение числа теплопередающих труб

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. Дополнительные средства контроля:

Не используются