

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

Уральский энергетический институт
Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
В.В. Кружаев

«___» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методика проведения теплофизического эксперимента и обработки экспериментальных данных

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа <i>Энергетические установки на основе возобновляемых источников энергии</i>	Код ОП 14.06.01
Направление подготовки Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии	Код направления подготовки и уровня образования 14.06.01
Уровень образования Подготовка кадров высшей квалификации	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: Приказ Министерства образования и науки РФ № 879 от 30.07.2014 г. с изменениями и дополнениями от 30.04.2015

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Щеклеин Сергей Евгеньевич	д.т.н., профессор	заведующий кафедрой	каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии»	
2	Велькин Владимир Иванович	д.т.н., доцент	доцент	каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии»	
3	Немихин Юрий Евгеньевич		старший преподаватель	каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии»	

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В.Черепанова

Протокол № _____ от _____ 2019 г.

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Методика проведения

теплофизического эксперимента и обработки экспериментальных данных

Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Методика проведения теплофизического эксперимента и обработки экспериментальных данных» является факультативной дисциплиной. Изучение дисциплины направлено на освоение аспирантами следующих тем: физические аспекты процессов теплообмена, процессы теплопроводности в твердых телах, распространение тепла в жидкостях и газах, сложный теплообмен, теплообмен при кипении, теплообменные аппараты и теплообмен в ядерных реакторах и энергетических установках, теплообмен излучением. Рассматриваются вопросы современного состояния, физические явления, методы, принципы работы, которые положены в основу работы средств теплотехнических измерений. Измерение рассматривается как единый процесс совместной работы чувствительных элементов, преобразователей и измерительных приборов с учетом влияния различных факторов.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

– универсальные компетенции (УК) в соответствии с ФГОС ВО

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

– общепрофессиональные компетенции (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО

- владением научно обоснованной методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке и использованию современных методов научного исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности (ОПК-3);
- готовность к организации работы исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);

– профессиональные компетенции (ПК)

научно-исследовательская деятельность:

- способность разрабатывать и применять физические и математические модели объектов при разработке и внедрении ядерно-физических и возобновляемых технологий (ПК-1);
- умение проводить работу по обоснованию безопасности при проектировании и эксплуатации энергетических установок (ПК-2);

- умение разрабатывать технические задания и технико-экономические обоснования на создание наукоемких изделий, а также использовать показатели качества согласно существующим национальной и международной нормативным базам (ПК-3);
- знание программного обеспечения в области разработки технологических процессов с целью обеспечения высокого качества установок на стадиях проектирования, конструирования, производства, сооружения, монтажа и эксплуатации (ПК-4);
- способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию информации по теме исследования, выбор методов и средств решения задач исследования (ПК-5);
- способностью использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности (ПК-6);
- готовностью использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах (ПК-7);
- способностью интерпретировать результаты с целью составления практических рекомендаций по перспективному использованию данных научных исследований (ПК-8);

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- методы и средства измерения температуры,
- методы и средства измерения давления,
- методы и средства измерения расхода газовых и жидких сред, уровня жидких сред и сыпучих материалов,
- методы и средства измерения состава веществ и количества переданной теплоты.

Уметь:

- выбирать средства для измерения теплотехнических параметров,
- пользоваться современными средствами измерения,
- оформлять отчет по результатам измерения.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методиками измерения теплотехнических параметров,
- методиками подготовки и калибровки средств измерений,
- методиками расчета погрешности измерений.

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.)*	6

1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	100	0,6	100
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,85	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Измерение температуры и давления	<p>Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества: принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения. Термоэлектрические преобразователи: основы теории, промышленные стандартные ТП, диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения. Стандартные металлические и полупроводниковые термопреобразователи сопротивления (ТС). Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром. Нормирующие преобразователи для работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами и термометрами сопротивления. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности при измерении, а также способы их учета и уменьшения. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.</p> <p>Единицы измерения давления. Жидкостные приборы с видимым уровнем: принцип действия, область применения, погрешности измерения и способы их уменьшения. Приборы для измерения давления и разрежения: их классификация, принцип действия, предел измерения, область применения.</p>

		<p>Дифференциальные манометры. Электрические манометры.</p> <p>Основные сведения о методике измерения разности давлений различных сред. Погрешности измерения давления и разности давлений и способы их уменьшения.</p>
P2	Измерение расхода газовых и жидких сред, уровня жидкости и сыпучих материалов	<p>Методы и единицы измерения расхода. Расходомеры переменного перепада давления: область применения и теоретические основы измерения расхода вещества по перепаду давления в сужающем устройстве. Нормальные сужающие устройства. Основные сведения о методике расчета сужающих устройств. Погрешности измерения расхода вещества. Измерение скоростей и расхода жидкостей и газа напорными трубами. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические, индукционные и электромагнитные расходомеры.</p> <p>Измерения уровня: единицы измерения, область применения в теплоэнергетике, классификация методов и средств измерения уровня. Измерение уровня сыпучих тел.</p>
P3	Измерение состава вещества и количества переданной теплоты	<p>Сведения о методах анализа газов: единицы измерения, концентрации, классификация газоанализаторов (химические, магнитные, хроматографические, оптико-акустические).</p> <p>Методические указания по отбору проб газа для анализа. Классификация методов, используемых для анализа растворов.</p> <p>Измерение количества и расхода тепла в теплофикационных системах.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

не предусмотрено

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

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

не предусмотрено

4.3.3. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика контрольных работ

не предусмотрено

4.3.5. 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	Моделирование	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		√				√						

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Арутюнов, В.А. Теплофизика и теплотехника: Теплофизика: Курс лекций. [Электронный

ресурс] / В.А. Арутюнов, С.А. Крупенников, Г.С. Сборщиков. — Электрон. дан. — М.: МИСИС, 2010. — 228 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2083>.

2. Архипов, В. Физико-химические основы процессов тепломассообмена : учебное пособие / В. Архипов ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 199 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086).
3. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика" / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чи-стяков .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : МЭИ, 2005 .— 460 с. (инв. № 18828)
4. Чистяков В. С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям / В. С. Чистяков .— М. : Энергоатомиздат, 1990 .— 320 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / [А. А. Александров, Б. С. Белосельский, А. Г. Вайнштейн и др.] ; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : МЭИ, 2001 .— 564 с. (инв. № 16478).
2. Зарипов, З. И. Теплофизические свойства жидкостей и растворов : монография / З.И. Зарипов ; Г.Х. Мухамедзянов .— Казань : Издательство КНИТУ, 2008 .— 373 с. — ISBN 978-5-7882-0663-9 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259069>>.
4. Кутателадзе, Самсон Семенович. Основы теории теплообмена .— 5-е изд., доп. — М. : Атомиздат, 1979 .— 415с. — 3.20.
3. Советкин, Владислав Львович. Теплофизические свойства веществ : Учеб. пособие / В. Л. Советкин, Л. А. Федяева; Под ред. А. С. Телегина; Урал. политехн. ин-т им. С. М. Кирова .— Свердловск : УПИ, 1990 .— 101 с. — без грифа .— 1.00.

7.2. Методические разработки

не используются

7.3. Программное обеспечение

не используются

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.bibliorossica.com>. Тестовый доступ к ресурсам библиотеки «БиблиоРоссика» от американского издательства Academic Studies Press (Бостон, США).

<http://lib2.urfu.ru/rus/news/> Зональная научная библиотека УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

<http://study.urfu.ru/view/>

<http://www.edu.ru/> - Федеральный образовательный портал

<http://eor-np.ru/> - Электронные образовательные Интернет-ресурсы нового поколения

<http://www.rubricon.com/> - Портал РУБРИКОН

<http://rusnauka.narod.ru/> Российская наука в Интернет

<http://www.rvb.ru/> - Русская виртуальная библиотека

7.5. Электронные образовательные ресурсы

не используются

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, адрес г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 5, Т203.

Оснащение аудитории: Учебная мебель на 32 рабочих места. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер: системный блок Intel Core Duo E4600, 2.40GHz, монитор Asus VW195S.

Стационарный проектор BENQ MX666+, XGA1024*768, экран. Доска учебная меловая. Макет энергоблока АЭ. Огнетушитель ОП2. Аптечка.

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

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант 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.	Аспирант 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.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант 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	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.2.3. Примерные контрольные кейсы
не предусмотрено

8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах.
2. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества: принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения.
3. Термоэлектрические преобразователи: основы теории, промышленные стандартные ТП, диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.
4. Стандартные металлические и полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром.
5. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
6. Единицы измерения давления. Жидкостные приборы с видимым уровнем: принцип действия, область применения, погрешности измерения и способы их уменьшения.
7. Приборы для измерения давления и разрежения: их классификация, принцип действия, предел измерения, область применения.
8. Дифференциальные манометры. Электрические манометры.
9. Расходомеры переменного перепада давления: область применения и теоретические основы измерения расхода вещества по перепаду давления в сужающем устройстве.
10. Нормальные сужающие устройства. Основные сведения о методике расчета сужающих устройств.
11. Измерение скоростей и расхода жидкостей и газа напорными трубами.
12. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические, индукционные и электромагнитные расходомеры.
13. Измерения уровня: единицы измерения, область применения в теплоэнергетике, классификация методов и средств измерения уровня.
14. Измерение уровня сыпучих тел.
15. Сведения о методах анализа газов: единицы измерения, концентрации, классификация газоанализаторов (химические, магнитные, хроматографические, оптико-акустические).
16. Классификация методов, используемых для анализа растворов.
17. Измерение количества и расхода тепла в теплофикационных системах.

8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена
не предусмотрено

8.2.6. Примерные задания для домашней работы
не предусмотрено