

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156685	Экспериментальные и численные методы исследования в теплоэнергетике

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Энергоэффективные технологии производства электрической и тепловой энергии	Код ОП 1. 13.04.01/33.01
Направление подготовки 1. Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Абаимов Николай Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	тепловых электрических станций
2	Осипов Павел Валентинович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	тепловых электрических станций
3	Толмачев Евгений Михайлович	доктор технических наук, профессор	профессор	Теплоэнергетика и теплотехника

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Экспериментальные и численные методы исследования в теплоэнергетике

1.1. Аннотация содержания модуля

Изучение модуля призвано сформировать необходимую теоретическую базу и практические навыки для самостоятельного проведения численных и экспериментальных исследований и обработки их результатов, а также навыки представления и защиты полученных результатов. В рамках изучения дисциплины «Компьютерные технологии в науке и производстве в теплоэнергетике» рассматриваются основные концепции и принципы применения компьютерных технологий в научных исследованиях и практической работе в области теплоэнергетики. Процесс обучения позволяет выработать практические навыки работы с современными компьютерными технологиями, реализующими математическое моделирование, сбор и обработку информации, подготовку и оформление сложных документов, представление материалов в информационных сетях. Дисциплина «Математическое моделирование» призвана выработать у магистрантов навыки математического моделирования различных процессов, имеющих место в теплоэнергетическом оборудовании. Особое внимание уделяется навыку корректного построения модели с использованием соответствующего математического аппарата и оценки достоверности получаемых результатов. В процессе обучения магистранты получают практические навыки моделирования сложного технологического оборудования и процессов, протекающих в нем, на базе специализированного программного обеспечения. Дисциплина «Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики» охватывает круг вопросов, связанных с формированием теоретической базы для понимания и моделирования различных процессов, происходящих в энергетическом оборудовании. Целью преподавания является изучение основ теории уравнений математической физики как основного математического аппарата моделирования процессов в энергетическом оборудовании. Дисциплина «Экспериментальные исследования» направлена на формирование навыков самостоятельного проведения экспериментальных исследований постановки задачи исследования, проведения серии экспериментов, обработки результатов и дальнейшего их использования в научной деятельности. Изучаются основы научно-технического творчества, методики планирования и проведения экспериментов, обработки результатов, способы защиты и коммерциализации полученных результатов

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики	4
2	Экспериментальные исследования	3
3	Компьютерные технологии в науке и производстве в теплоэнергетике	6
4	Математическое моделирование	3

ИТОГО по модулю:	16
------------------	----

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Актуальные проблемы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Спецвопросы топочных процессов и конверсии органических топлив

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Компьютерные технологии в науке и производстве в теплоэнергетике	УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности	<p>З-1 - Сделать обзор угроз информационной безопасности, основных принципов организации безопасной работы в информационных системах и в сети интернет</p> <p>З-2 - Описать способы и средства защиты персональных данных и данных в организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>У-1 - Определять основные угрозы безопасности при использовании информационных технологий и выбирать оптимальные способы и средства защиты персональных данных и данных организации от мошенников и вредоносного ПО</p> <p>П-1 - Обосновать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p>
	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и	З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ

	<p>решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-2 - Способен разработать современные методы математического моделирования физико-химических процессов в различных технологиях, применить уравнения математической физики в процессе моделирования, провести экспериментальные и численные исследования с использованием компьютерных технологий для обработки результатов экспериментов применительно к задачам теплоэнергетики, представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>З-4 - Описывать возможности применения современных компьютерных технологий в научных исследованиях и инженерных расчетах</p> <p>У-4 - Выбирать пакеты прикладных программ для обработки результатов экспериментальных исследований с учетом современных компьютерных технологий</p> <p>П-4 - Предлагать методику проведения вычислительных экспериментов с использованием современных компьютерных технологий для обработки результатов исследования и моделирования протекающих в оборудовании процессов</p>
<p>Математическое моделирование</p>	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать,</p>	<p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для</p>

<p>передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p>
<p>ПК-2 - Способен разработать современные методы математического моделирования физико-</p>	<p>З-1 - Определять принципы построения и анализа математических моделей в теплоэнергетике, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности</p>

	<p>химических процессов в различных технологиях, применить уравнения математической физики в процессе моделирования, провести экспериментальные и численные исследования с использованием компьютерных технологий для обработки результатов экспериментов применительно к задачам теплоэнергетики, представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>У-1 - Систематизировать информацию для составления и решения уравнений, используемых для описания моделей процессов и явлений в теплоэнергетике и теплотехнике</p> <p>П-1 - Моделировать различные теплоэнергетические процессы с использованием современных пакетов программ для обработки результатов исследования</p>
<p>Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и инженерных наук</p>

	<p>ПК-2 - Способен разработать современные методы математического моделирования физико-химических процессов в различных технологиях, применить уравнения математической физики в процессе моделирования, провести экспериментальные и численные исследования с использованием компьютерных технологий для обработки результатов экспериментов применительно к задачам теплоэнергетики, представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>З-2 - Интерпретировать законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к энергетическим, теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам</p> <p>У-2 - Анализировать результаты решения конкретных задач переноса теплоты и массы с целью построения более совершенных моделей и методов их реализации</p> <p>П-2 - Выполнять в рамках поставленного задания расчеты процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p> <p>Д-1 - Самостоятельно анализировать научные публикации</p>
<p>Экспериментальные исследования</p>	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p>

		<p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ПК-2 - Способен разработать современные методы математического моделирования физико-химических процессов в различных технологиях, применить уравнения математической физики в процессе моделирования, провести экспериментальные и численные исследования с использованием компьютерных технологий для обработки результатов экспериментов применительно к задачам теплоэнергетики, представлять результаты исследований в виде</p>	<p>З-3 - Изложить методологию научных исследований и теорию проведения инженерного эксперимента</p> <p>У-3 - Правильно интерпретировать результаты теоретических и экспериментальных научных исследований, проведенных с использованием современных приборов и оборудования</p> <p>П-3 - Оформлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и представлять на публичных обсуждениях</p>

	отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Уравнения математической физики
применительно к задачам теплоэнергетики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гальперин Леонид Гдалевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
2	Толмачев Евгений Михайлович	доктор технических наук, профессор	профессор	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Постановка задач математического моделирования	Постановка задач. Математические модели типовых задач теплопереноса.
P2	Моделирование процессов теплопроводности и диффузии	Реализация математических моделей процессов теплопроводности и диффузии классическими методами
P3	Решение краевых задач	Решение различных краевых задач с использованием аппарата дробного дифференцирования
P4	Использование специальных функций в моделировании	Специальные функции в задачах теплопроводности. Примеры решения задач в цилиндрических и сферических координатах
P5	Вариационные формулировки задач теплопроводности	Вариационные формулировки задач теплопроводности. Численная реализация прямых вариационных методов расчета.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики

Электронные ресурсы (издания)

1. Самарский, А. А.; Математическое моделирование : монография.; Физматлит, Москва; 2005; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976> (Электронное издание)
2. Васильева, А. Б.; Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах; Физматлит, Москва; 2005; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гухман, А. А.; Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена. Процессы переноса в движущейся среде : [учебное пособие].; URSS, Москва; 2013 (1 экз.)
2. , Васильева, А. Б., Медведев, Г. Н., Тихонов, Н. А., Уразгильдина, Т. А.; Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (2 экз.)
3. Короткий, А. И., Гальперин, Л. Г., Сесекин, А. Н.; Математическое моделирование физических процессов : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8246>

<https://www.libnauka.ru/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://elibrary.ru/>

<https://elar.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Google Chrome</p> <p>Mozilla Firefox</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p> <p>Google Chrome</p> <p>Mozilla Firefox</p>
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>

		<p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Экспериментальные исследования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Осипов Павел Валентинович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	тепловых электрических станций

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Осипов Павел Валентинович, Старший преподаватель, тепловых электрических станций

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Организации экспериментальных исследований	Организация экспериментальных исследований и их значение в проведении научно-исследовательских работ. Научно-исследовательская работа студентов. Работа с научной литературой, патентной информацией и поисковыми системами.
P2	Современные инструментальные методы исследований	Методы экспериментальных исследований в энергетической практике. Лабораторная база средств измерений, применяемая для изучения физико-химических и кинетических свойств различных веществ. Действующие национальные и международные стандарты. Погрешности средств измерений, оценка сходимости и воспроизводимости результатов.
P3	Технология проведения экспериментальных исследований и основные виды моделирования	Требования к программе эксперимента. Проведение физического и вычислительного эксперимента. Основные подходы к выбору структуры математической модели сложного объекта. Математически корректная постановка задачи.
P4	Обработка результатов экспериментальных исследований и оформление результатов	Обработка экспериментальных данных. Оценка точности экспериментальных исследований и доверительного интервала. Методы и программные средства аппроксимации экспериментальных данных. Анализ чувствительности математической модели.

		Представление результатов научной работы. Составление отчета о НИР. Оформление научной публикации и выступления на конференциях или научных семинарах.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные исследования

Электронные ресурсы (издания)

1. Рыжков, А. Ф., Барс, Б. В.; Парогазовые технологии на твердом топливе : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 13.04.01, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <<http://hdl.handle.net/10995/59652>> (Электронное издание)

Печатные издания

- Семенов, Б. А.; Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 - "Теплоэнергетика".; Лань, Санкт-Петербург ; 2013 (15 экз.)
- , Зорин, В. М., Клименко, А. В.; Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник.; МЭИ, Москва; 2001 (26 экз.)
- , Григорьев, В. А., Зорин, В. М.; Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент : справочник.; Энергоиздат, Москва; 1982 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ЭБС "Лань" Издательство "Лань"

Подписка к электронным журналам в базе данных EastView

Подписка к электронным журналам в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU

ProQuest Digital Dissertations and Theses Global ProQuest

Scopus Elsevier

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://www.calc.ru/perevod-velichin.html>

ProQuest Digital Dissertations and Theses Global ProQuest

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные исследования

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Citrix XenDesktop с антивирусной защитой Kaspersky Security Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome Mozilla Firefox
2	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Citrix XenDesktop с антивирусной защитой Kaspersky Security</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Компьютерные технологии в науке и
производстве в теплоэнергетике

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Абаимов Николай Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	тепловых электрических станций

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Абаимов Николай Анатольевич, Доцент, тепловых электрических станций**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Современные тенденции развития компьютерных и информационных технологий.	Информационные технологии и их роль в развитии современного общества. Понятие информационной технологии. Основные этапы развития информационных технологий. Классификация информационных технологий
2	Универсальные пакеты для научных и инженерных расчётов	Обзор пакетов математических и инженерных расчётов: SciLab, DWsim, COCOsim
3	Изучение пакета SciLab	Состав пакета SciLab. Обзор основных команд SciLab. Типы данных и операции с ними, графика в matlab. Программирование в SciLab.
4	Изучение пакета DWSIM	Состав пакета DWSIM. Выполнение механических и гидродинамических расчетов. Выполнение тепловых расчетов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
---	---------------------------------	--	-------------	---------------------

			-	-
--	--	--	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии в науке и производстве в теплоэнергетике

Электронные ресурсы (издания)

1. Рыжков, А. Ф., Барс, Б. В.; Парогазовые технологии на твердом топливе : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 13.04.01, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <<http://hdl.handle.net/10995/59652>> (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Процессы тепло- и массопереноса в кипящем слое; Металлургия, Москва; 1978 (11 экз.)
2. , Берг, Б. В.; Развитие топочных технологий в российской энергетике : учебное пособие для студентов бакалавриата, магистратуры и аспирантуры, обучающихся по направлениям подготовки: 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.06.01 "Электро-и теплотехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (6 экз.)
3. , Рыжков, А. Ф.; Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией угля : [монография].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (5 экз.)
4. Микула, В. А., Берг, Б. В.; Системы подготовки топлива и воздуха для парогазовых установок с внутрицикловой газификацией : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 13.04.01, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)
5. Рыжков, А. Ф., Шульман, В. Л.; Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификацией угля : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01, 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8246>

<https://www.libnauka.ru/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://elibrary.ru/>

<https://elar.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

https://rosenergo.gov.ru/services/edinii_spravochnoinformatsionnii_fond_elektronnii_katalog

<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии в науке и производстве в теплоэнергетике

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome Mozilla Firefox

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		санитарными правилами и нормами	
--	--	---------------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое моделирование

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Абаимов Николай Анатольевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	тепловых электрических станций

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Абаимов Николай Анатольевич, Доцент, тепловых электрических станций**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Математические модели сплошной среды	<p>Подходы Лагранжа и Эйлера к формулированию уравнений динамики сплошной среды. Экстенсивные и интенсивные величины. Уравнение переноса импульса. Сохранение энергии среды. Поток тепла, работа сил. Уравнение переноса энергии: формулировки для удельной внутренней энергии и удельной энтальпии.</p> <p>Основные приближения, используемые при формулировании моделей сплошной среды: идеальная среда, несжимаемая среда, изотермическая среда, однокомпонентная среда, однофазная среда. Критерии применимости приближений. Граничные условия уравнений переноса. Условия первого, второго рода, смешанные условия. Физические границы и граничные условия на них. Условия на твердой стенке, на плоскости симметрии, на входной и выходной границе.</p> <p>Особенности турбулентных течений. Методы описания структуры турбулентных течений. Модели градиентного типа. Алгебраические модели турбулентности. Модели с одним уравнением (однопараметрические модели). Модели с двумя дифференциальными уравнениями (двухпараметрические модели). Особенности формулирования граничных условий в математических моделях турбулентных течений. Метод пристеночных функций. Прямое численное моделирование. Метод с выделением крупных вихрей. Метод моделирования отсоединенных вихрей.</p>

2	Методы вычислительной теплофизики	<p>Метод конечных объемов. Определение потоков на границах конечных объемов.</p> <p>Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений.</p> <p>Обзор и классификации существующих на сегодняшний день программ для решения задач механики сплошных сред. Программы для решения задач гидродинамики и теплообмена. Области использования. Примеры применения. Сходные элементы и характерные особенности наиболее распространенных CFD-пакетов. Методы организации параллельных вычислений.</p> <p>Типовая структура пакетов вычислительной гидродинамики. Средства построения трехмерной геометрии. Построение сеток. Типы сеток. Автоматические генераторы неструктурированных сеток. Выбор математических моделей. Стандартные физические модели и их расширение. Задание начальных и граничных условий задачи. Подбор численных параметров. Проведение расчетов. Достоверность результатов. Методы анализа результатов моделирования. Общие стандарты представления результатов.</p>
---	-----------------------------------	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование

Электронные ресурсы (издания)

1. Рыжков, А. Ф., Барс, Б. В.; Парогазовые технологии на твердом топливе : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 13.04.01, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <<http://hdl.handle.net/10995/59652>> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Патанкар, С. В., Шульман, З. П., Пустынцев, Г. Н., Лыков, А. В.; Тепло- и массообмен в пограничных слоях; Энергия, Москва; 1971 (3 экз.)
2. Лойцянский, Л. Г.; Механика жидкости и газа : [учебник для вузов].; Наука, Москва; 1987 (8 экз.)
3. ; Процессы тепло- и массопереноса в кипящем слое; Металлургия, Москва; 1978 (11 экз.)
4. , Берг, Б. В.; Развитие топочных технологий в российской энергетике : учебное пособие для студентов

бакалавриата, магистратуры и аспирантуры, обучающихся по направлениям подготовки: 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.06.01 "Электро-и теплотехника"; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (6 экз.)

5. Рыжков, А. Ф.; Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией угля : [монография].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (5 экз.)

6. Микула, В. А., Берг, Б. В.; Системы подготовки топлива и воздуха для парогазовых установок с внутрицикловой газификацией : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 13.04.01, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

7. Рыжков, А. Ф., Шульман, В. Л.; Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификацией угля : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01, 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8246>

<https://www.libnauka.ru/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://elibrary.ru/>

<https://elar.urfu.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/NDT>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
--------------	---------------------	--	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p> <p>Mozilla Firefox</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p> <p>Mozilla Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM