

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
1156672	Математическое и компьютерное моделирование тепловых процессов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Промышленная теплоэнергетика	Код ОП 1. 13.04.01/33.02
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	Голдобин Юрий Матвеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
3	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
4	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Математическое и компьютерное моделирование тепловых процессов

1.1. Аннотация содержания модуля

Цели и задачи модуля – познакомить студентов с идеями и методами математической физики, привить им навыки работы с математической и физической литературой, опыт решения физических задач с использованием математических методов, понимание связи свойств математических объектов со свойствами реальных физических систем, то есть подготовить специалистов, способных разрабатывать математические модели теплоэнергетических, теплотехнических объектов и теплофизических процессов, исследовать их на основе математических моделей, создавать на основе этого образцы новой техники и выбирать оптимальные режимы работы теплоэнергетического оборудования. Цели и задачи дисциплины «Инженерный эксперимент» – формирование у магистрантов умения планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство.

«Математическое моделирование процессов теплопереноса» – Изучаются математические модели, применяемые для имитации процессов в энергетике, способы реализации моделей на ЭВМ, методы оценки результатов экспериментов. Формируется умение реализовывать в виде компьютерных программ модели систем, и на основе результатов моделирования прогнозировать характеристики оборудования и систем на этапе проектирования. За время обучения студенты получают необходимые знания для создания математических моделей и более глубокого понимания и использования методов физического и математического моделирования процессов теплопереноса в существующих и проектируемых аппаратах, а также возможности интенсификации и управления процессами теплообмена в них совершенствования режимов работы существующих и проектируемых аппаратов, выполнения численных исследований их режимов работы, определения энергетической эффективности сопоставляемых вариантов с целью совершенствования процессов тепло и массопереноса в лабораторных и промышленных условиях. Целью дисциплины «Научные и инженерные расчеты в современных компьютерных программах» является освоение математического аппарата и получение практических навыков решения различных физических задач в средах моделирования ANSYS, SolidWorks и FlowVision. Полученные в рамках дисциплины знания могут в дальнейшем использоваться для построения моделей реальных технических систем. Дисциплина «Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики» посвящена изучению математического обеспечения моделирования изучаемых физических явлений и процессов. Информационная революция последних десятилетий сдвинула акценты изучения аппарата моделирования с проблем реализации математических моделей на процесс формулировки последних. Вопросы формализации описания физических явлений, основные уравнения, наиболее часто встречающиеся в практике моделирования, различные типы краевых условий, а также специальные функции и их свойства как раз и составляют предмет этого курса

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	Инженерный эксперимент	3

2	Математическое моделирование процессов теплопереноса	4
3	Научные и инженерные расчеты в современных компьютерных программах	6
4	Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики	4
ИТОГО по модулю:		17

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Инженерный эксперимент	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общинженерных 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 общинженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и</p>

		<p>комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</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>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для 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>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>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>Математическое моделирование процессов теплообмена</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</p>

		<p>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>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</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>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для 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>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>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной</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>деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</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-8 - Способен рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), передаваемые тепловые потоки, температурные поля (поля концентраций</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные показатели энергоэффективной работы теплоэнергетического оборудования на основе основных законов гидрогазодинамики и теплообмена</p> <p>У-1 - Обобщать существующие знания закономерности для использования при подборе способов модернизации теплотехнического оборудования</p>

	<p>веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты</p>	<p>У-2 - Формулировать основные конструктивные и режимные параметры работы тепловых и теплотехнологических установок</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по усовершенствованию существующего оборудования на основе расчетных гидродинамических и тепловых параметров</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор современных предложений для роста эффективности теплообменного оборудования</p> <p>Д-2 - Производить анализ научно-исследовательской литературы и публикаций</p> <p>Д-3 - Иметь практический опыт работы с источниками информации различного уровня</p>
	<p>ПК-9 - Способен создавать математические модели процессов, явлений и объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>	<p>З-2 - Изложить законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к энергетическим теплообменным установкам различного назначения</p> <p>З-3 - Сделать обзор о методологии научных исследований и теории проведения инженерного эксперимента</p> <p>У-3 - Определять оптимальные результаты теоретических и экспериментальных научных исследований</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт поставленного задания расчеты процессов теплообмена в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p> <p>Д-2 - Производить анализ научно-исследовательской литературы и публикаций</p> <p>Д-3 - Иметь практический опыт работы с компьютерными технологиями различного назначения</p>
<p>Научные и инженерные расчеты в современных</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций</p>

<p>компьютерных программах</p>	<p>основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<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>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</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>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</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> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</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>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ</p>

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для 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>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-9 - Способен создавать математические модели процессов, явлений и объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>	<p>З-1 - Описывать принципы постановки задачи исследования и анализа математических моделей в теплоэнергетике для прогнозирования параметров работы теплоэнергоустановок</p> <p>З-4 - Характеризовать возможности применения современных компьютерных технологий в научных исследованиях и инженерных расчетах</p> <p>У-1 - Анализировать информацию для постановки задачи и решения уравнений, используемых для модельных представлений о процессах на объектах теплоэнергетики</p> <p>У-2 - Характеризовать результаты решения конкретных задач переноса теплоты и массы для увеличения энергоэффективности оборудования</p> <p>У-4 - Обосновать выбор пакета прикладных программ для обработки результатов</p> <p>П-1 - Создавать модели различных теплообменных процессов с</p>

		<p>применением современных пакетов вычислительных программ</p> <p>П-3 - Подготовить результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций</p> <p>П-4 - Разрабатывать рекомендации по выбору методики проведения численного эксперимента с применением компьютерных технологий исследования</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки по работе с нормативно-технической документацией, справочной литературой и поиску данных</p>
<p>Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики</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>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для 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>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>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Инженерный эксперимент

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Голдобин Юрий Матвеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
2	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
3	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Голдобин Юрий Матвеевич, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники**
- **Мунц Владимир Александрович, заведующий кафедрой, Теплоэнергетики и теплотехники**
- **Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники**

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	Теория моделирования, предварительный анализ результатов эксперимента.	Подобие явлений. Анализ физических эффектов. Анализ размерностей. Приближенное моделирование. Анализ явлений. Основные характеристики результатов измерений. Принципы статистического анализа. Сравнение характеристик объектов. Выявление воздействия факторов методом дисперсионного анализа. Методология поиска и выбора оптимальных технических решений
P2	Планирование эксперимента.	Виды планирования. Ортогональные планы. Полнофакторные и дробно-факторные планы. Методы выделения существенных факторов. Оптимальные планы в задачах оптимизации.
P3	Математические модели и методы в инженерных экспериментах.	Математические модели и их классификация. Стратегия и этапы построения модели. Метод экспертных оценок в отборе факторов, учитываемых в математической модели. Выбор структуры математической модели сложного объекта. Математически корректные постановки задач. Аналитические и численные методы решений модельных задач.

Р4	Инженерный эксперимент и обработка его результатов.	Измерения. Число измерений. Оценка числовых параметров. Законы распределения погрешностей экспериментальных данных. Понятие о планировании эксперимента. Критерии оптимальности планов. Дробные реплики от полного факторного эксперимента.
----	---	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный эксперимент

Электронные ресурсы (издания)

1. Гиссин, В. И.; Планирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие.; Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), Ростов-на-Дону; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016> (Электронное издание)
2. Мусина, О. Н.; Планирование и постановка научного эксперимента : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274057> (Электронное издание)
3. Боярский, М. В.; Планирование и организация эксперимента : учебное пособие.; Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437056> (Электронное издание)
4. Назина, Л. И.; Планирование и организация эксперимента: лабораторный практикум : практикум.; Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601551> (Электронное издание)
5. Кулагина, Т. А.; Планирование и техника эксперимента : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497277> (Электронное издание)

Печатные издания

1. 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.)
2. Семенов, Б. А.; Основы метрологии : Учеб. пособие для студентов спец. 2907.; СГТУ, Саратов; 1993 (1 экз.)
3. , Зорин, В. М., Клименко, А. В.; Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник.; МЭИ, Москва; 2001 (26 экз.)
4. Кондрашов, А. П.; Основы физического эксперимента и математическая обработка результатов измерений : Учеб. для сред. спец. учеб. заведений.; Атомиздат, Москва; 1977 (5 экз.)
5. Фаддеев, М. А.; Элементарная обработка результатов эксперимента : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2008 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/>

<http://search.ebscohost.com>

<http://elibrary.ru>

<https://rusneb.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_elektronnoi_katalog

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный эксперимент

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое моделирование процессов
теплопереноса

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мунц Владимир Александрович, Заведующий кафедрой, теплоэнергетики и теплотехники
- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники

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	Модели процессов теплопереноса и элементов оборудования различных теплотехнологий.	Структура математических моделей процессов теплопроводности и диффузии. Постановка задач. Корректность, устойчивость решения. Краевые условия. Модели теплообменных аппаратов различного типа.
P2	Моделирование процессов теплопереноса в дисперсных системах и химико-термической обработки материалов	Расчет процессов теплопереноса в дисперсных системах; химико-термической обработки, горения, сушки частиц с использованием модели «невзаимодействующего ядра»
P3	Моделирование зависимостей для расчета теплофизических свойств веществ на основе таблиц экспериментальных данных.	Методы «наименьших квадратов» в построении аналитических зависимостей. Аппроксимация таблично заданных функций. Методы интерполяции. Методы планирования эксперимента.
P4	Модели тепловых и гидравлических сетей. Методы теории графов.	Структура графов. Ориентированный граф. Матрицы инцидентности, циклов. Матричная формулировка моделей расчета сетей.
P5	Основы численных методов реализации математических моделей. Математические пакеты.	Метод сеток. Замена непрерывных функций их дискретными аналогами. Погрешность конечно-разностной аппроксимации. Явные и неявные конечно-разностные схемы. Основы метода конечных элементов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование процессов теплопереноса

Электронные ресурсы (издания)

1. Самарский, А. А.; Математическое моделирование: идеи, методы, примеры : монография.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976> (Электронное издание)
2. Гусева, Е. Н.; Экономико-математическое моделирование : учебное пособие.; ФЛИНТА, Москва; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83540> (Электронное издание)
3. , Трусков, П. В.; Введение в математическое моделирование : учебное пособие.; Логос, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691> (Электронное издание)
4. Диков, А. В., Сугробов, Г. В.; Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие.; Пензенский государственный педагогический университет (ПГПУ), Пенза; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (Электронное издание)
5. Лыкин, А. В.; Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Попырин, Л. С.; Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок; Энергия, Москва; 1978 (4 экз.)
2. Зарубин, В. С., Станкевич, И. В., Светлицкий, В. А.; Расчет теплонапряженных конструкций; Машиностроение, Москва; 2005 (2 экз.)
3. Мартинсон, Л. К., Зарубин, В. С., Крищенко, А. П., Малов, Ю. И.; Дифференциальные уравнения математической физики : Учебник для втузов.; Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 1996 (2 экз.)
4. Кафаров, В. В.; Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1991 (32 экз.)
5. Кафаров, В. В.; Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов; Химия, Москва; 1991 (3 экз.)
6. Кафаров, В. В.; Принципы математического моделирования химико-технологических систем : Введение в системотехнику химических производств : учебное пособие для вузов.; Химия, Москва; 1974 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/>

<http://search.ebscohost.com>

<http://elibrary.ru>

<https://rusneb.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

Математическое моделирование процессов тепломассопереноса

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</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>Периферийное устройство</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>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Научные и инженерные расчеты в
современных компьютерных программах

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
2	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплоэнергетики и теплотехники
3	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:

- **Абаимов Николай Анатольевич, Доцент, тепловых электрических станций**
- **Мунц Владимир Александрович, Заведующий кафедрой, теплоэнергетики и теплотехники**
- **Толмачев Евгений Михайлович, профессор, Теплоэнергетики и теплотехники**

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	Введение	Обзор современных расчетно-вычислительных программных комплексов. Постановка задачи.
P2	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
P3	Универсальные пакеты для научных и инженерных расчетов.	Обзор пакетов математических и инженерных расчетов: Maple, MathCad, LabVIEW.
P4	Изучение пакета MatLab.	Состав пакета Matlab. Обзор основных команд MatLab. Типы данных и операции с ними, графика в Matlab. Программирование в пакете MathLab
P5	Изучение пакета Ansys.	Состав пакета Ansys. Выполнение механических и гидродинамических расчетов. Выполнение тепловых расчетов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Научные и инженерные расчеты в современных компьютерных программах

Электронные ресурсы (издания)

1. Левин, В. И.; История информационных технологий: учебный курс : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233110> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Араманович, И. Г.; Уравнения математической физики : учеб. пособие для втузов.; Наука, Москва; 1969 (7 экз.)
2. Маделунг, Э., Иглицкий, М. А., Левин, В. И.; Математический аппарат физики : справ. руководство.; Физматгиз, Москва; 1960 (2 экз.)
3. Васильев, А. Н.; Matlab. Самоучитель. Практический подход; Наука и Техника, Санкт-Петербург; 2015 (1 экз.)
4. Ануфриев, И. Е., Игорь Е.; Самоучитель MatLab 5.3/6.x; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2004 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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.

<http://e.lanbook.com/>

<http://search.ebscohost.com>

<http://elibrary.ru>

<https://rusneb.ru>.

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

Научные и инженерные расчеты в современных компьютерных программах

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	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>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>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

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	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
3	Толмачев Евгений Михайлович	доктор технических наук, доцент	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:

- Мунц Владимир Александрович, Заведующий кафедрой, теплоэнергетики и теплотехники
- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Толмачев Евгений Михайлович, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники

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	Введение	Общие понятия о математическом аппарате теплотехники
P2	Процессы теплопереноса и их математическое описание. Уравнения теплопроводности (диффузии) и их классификация: уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типов	Примеры уравнений в структуре математических моделей процессов теплопереноса. Эмпирические закономерности Фурье и Фика в формулировке уравнений баланса массы и энергии. Локальная и материальная формулировка уравнений баланса. Краевые условия, их частные формулировки для случаев контакта с сосредоточенной теплоемкостью, загрязненной отложениями поверхностью (накипь, слой сажи или шлака), в задачах с изменением фазового состояния (промерзание грунта, кристаллизация слитков - задачи Стефана).
P3	Понятие о фрактальной формулировке уравнений переноса и методах дробного дифференцирования.	Операции дробного дифференцирования и их применение к новой формулировке задач переноса. Приближенное решение задач теплопроводности (диффузии) с использованием аппарата дробного дифференцирования
P4	Классические точные аналитические методы решения линейных уравнений гиперболического параболического типов	Методы разделения переменных, функций источника (функций Грина), интегральных преобразований в бесконечных и полубесконечных пределах (Фурье и Лапласа) и их применение к решению задач теплопереноса. Специальные функции в задачах теплопроводности и диффузии

P5	Приближенные аналитические методы решения задач теплопереноса. Вариационная формулировка задач теплопроводности и диффузии. Прямые методы решения вариационных задач.	Основы вариационного исчисления. Вариационный функционал в задачах теплопроводности. Вариационная формулировка граничных условий. Понятие локального потенциала применительно к вариационной формулировке нестационарных задач. Методы Ритца, Третьяка, Канторовича, Бубнова-Галеркина
-----------	---	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

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. Арсенин, В. Я.; Методы математической физики и специальные функции : монография.; Издательство Наука, Главная редакция физико-математической литературы, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479568> (Электронное издание)
2. Будак, Б. М.; Сборник задач по математической физике : сборник задач и упражнений.; Физматлит, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67912> (Электронное издание)
3. Тихонов, А. Н.; Уравнения математической физики; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275> (Электронное издание)
4. Карслоу, Г., Г., Померанцев, А. А.; Теплопроводность твердых тел; Наука, Москва; 1964; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222276> (Электронное издание)
5. Зайцев, В. Ф.; Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными первого порядка : справочник.; Физматлит, Москва; 2003; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68439> (Электронное издание)
6. Полянин, А. Д.; Справочник по нелинейным уравнениям математической физики: точные решения : справочник.; Физматлит, Москва; 2002; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82655> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тихонов, А. Н.; Методы решения некорректных задач. : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика".; Наука, Москва; 1979 (3 экз.)
2. Арсенин, В. Я.; Методы математической физики и специальные функции : учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1984 (20 экз.)
3. Бабенко, Ю. И.; Метод дробного дифференцирования в прикладных задачах теории теплообмена; Профессор, Санкт-Петербург; 2009 (1 экз.)
4. Карслоу, Г. С.; Теплопроводность твердых тел; Наука, Москва; 1964 (5 экз.)

5. Карслоу, Г. С.; Теплопроводность твердых тел; Наука, Москва; 1964 (5 экз.)

6. Полянин, А. Д.; Справочник по линейным уравнениям математической физики; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2001 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/>

<http://search.ebscohost.com>

<http://elibrary.ru>

<https://rusneb.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

Уравнения математической физики применительно к задачам теплоэнергетики

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		санитарными правилами и нормами	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя 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 Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	---	--