

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Сидельявич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.10.2024 17:08:51
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82475

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)

Институт химических технологий и промышленной экологии
Кафедра энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование теплоэнергетических процессов и установок

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника
Направленность	Теоретическая и прикладная теплотехника
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа практики основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчики рабочей программы практики

1. профессор Л.И. Жмакин
 2. доцент Н.М. Шарпар
- Заведующий кафедрой: О.И. Седяров

1. Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) Математическое моделирование теплоэнергетических процессов и установок обучающийся должен

- развить навыки применения современных численных методов и программного обеспечения;
- сформировать фундаментальные знания в области математического моделирования теплоэнергетических процессов;
- сформировать умение создавать и анализировать модели различных теплотехнических установок, таких как котлы, теплообменники и турбомашины
- развить навыки критического мышления и самостоятельной научно-исследовательской работы.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина Математическое моделирование теплоэнергетических процессов и установок включена в вариативную часть Блока 1 дисциплин, семестр 1.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин предыдущего уровня образования: (магистратуры): Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники, теплотехнологий и энергосбережения, Современные методы исследования процессов переноса теплоты.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результат обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: перечислить основные проблемы в науке и высоких технологиях, особенности методов научного исследования теплоэнергетических процессов. Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные преимущества и недостатки этих вариантов. Владеть: навыками критического анализа современных научных достижений и методологических проблем, возникающих при решении исследовательских практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные,	Знать: описать особенности мировоззренческих позиций и профессиональных навыков, основные концепции современной философии науки, стадии развития науки, основы научной картины мира.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>

<p>на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p>	<p>Уметь: применять теоретические знания о закономерностях развития науки для решения практических задач специализированного научного поиска, использовать положения и категории философии науки для анализа различных явлений. Владеть: технологиями планирования научных исследований в своей профессиональной деятельности, навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем современной науки</p>	
<p>Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах при работе в российских и международных исследовательских коллективах. Уметь: следовать нормам научного общения при работе в коллективе с целью решения своих профессиональных задач, нести ответственность перед коллегами и обществом. Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при работе в научных коллективах, навыками планирования научной деятельности в коллективе, оценки ее результативности, различными видами коммуникации.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: основной круг проблем в своей профессиональной сфере и методы их решения, историю становления и развития научных школ, полемику и взаимодействие между ними. Уметь: анализировать, обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли, выбирать наиболее эффективные методы теоретических и экспериментальных исследований. Владеть: современными методами, инструментарием и технологиями научно-исследовательской деятельности в своей профессиональной области, навыками публикации своих научных достижений.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Владением культурой научного исследования</p>	<p>Знать: естественнонаучные теории, связанные с глобальными научными</p>	<p><i>Л, ПЗ,</i></p>

<p>в том числе, с использованием новейших информационно - коммуникационных технологий;</p>	<p>достижениями; свободно ориентироваться в различных общенаучных методах эмпирического и теоретического познания, основные базы данных и электронные библиотеки по теплоэнергетике. Уметь: применять теоретические знания о закономерностях развития науки для решения практических задач, специализированного научного поиска и для выработки своей мировоззренческой позиции; определять цель и объект исследования, формулировать проблему, выделять задачи, грамотно сформулировать гипотезу, презентовать свои разработки широкой научной аудитории. Владеть: основами философской методологии; методами конкретного научного поиска, методами математического моделирования различных процессов и явлений, навыками общения с российскими и зарубежными коллегами и авторитетными научными центрами.</p>	<p><i>СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно - исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: актуальные проблемы и тенденции развития теплоэнергетики и теплотехники, основные источники и методы поиска информации, необходимой в исследованиях Уметь: разрабатывать разделы своей научной работы в соответствии с выбранным методическим подходом, вести их конструктивное обсуждение. Владеть: методами прикладных научных исследований в теплоэнергетике, методами патентного поиска, навыками проведения экспертизы полученных результатов, навыками подготовки аналитических обзоров.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Владением современными теоретическими и экспериментальными методами исследования процессов теплообмена в промышленных</p>	<p>Знать: теоретические основания, экспериментальные методы, актуальные проблемы и тенденции исследований процессов теплообмена в оборудовании промышленной и альтернативной энергетики. Уметь: применять теоретические положения и экспериментальную</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>

теплоэнергетических установках и системах;	технику при исследованиях тепломассообменных процессов Владеть: навыками анализа и синтеза передовых научных достижений в области тепломассообмена на базе целостного системного научного мировоззрения.	
Готовностью освоить и применять на практике новые методы расчета и математического моделирования теплотехнологического оборудования предприятий, включая оптимизацию его тепловых схем и параметров теплоносителей;	Знать: результаты современных исследований теплотехнического оборудования, опубликованные в ведущих научных журналах и монографиях, существующие междисциплинарные связи и возможности исследований на стыке наук. Уметь: создавать собственные аналитические модели и применять их к решению конкретных задач теплоэнергетики и теплофизики. Владеть: навыками математического моделирования и оптимизации тепловых процессов в теплоэнергетическом оборудовании, навыками использования прикладных компьютерных программ.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Готовностью к разработке инновационных теплоиспользующих и теплопередающих установок, обладающих улучшенными технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками;	Знать: методы и средства проектирования теплотехнологических процессов, перспективы развития энергетики на альтернативных и возобновляемых ресурсах, методы интенсификации тепломассообмена. Уметь: проводить расчеты и термодинамический анализ эффективности тепловых процессов, циклов и установок, систематизировать и обобщать информацию по технико-экономическим и эксплуатационным характеристикам оборудования Владеть: навыками разработки новых теплообменных аппаратов и термотрансформаторов, методами принятия решений по применению инновационных мероприятий и оборудования в теплоэнергетических системах.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способностью разрабатывать теоретические основы и методы	Знать: описать динамику энергопотребления в России и в мире, назвать термодинамические, натуральные и экономические	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ,</i>

<p>энергосбережения в теплотехнологических установках и тепловых сетях и связанные с ними вопросы экономии ресурсов и защиты окружающей среды;</p>	<p>показатели оценки энергоэффективности и особенности их применения в теплоэнергетике и тепловых технологиях. Уметь: оценить составляющие энергетических балансов предприятий и описать методику составления энергетического паспорта объекта. Владеть: дать оценку методам энергосбережения при производстве тепловой энергии в котельных и на ТЭЦ. Оценить особенности энергосбережения в системах транспортировки и распределения тепловой энергии, а также в теплоиспользующих технологиях.</p>	<p><i>Реф.</i></p>
<p>Готовностью к разработке инновационных методов преобразования различных видов энергии в теплоту с целью экономии энергоресурсов и улучшения качества технологической продукции предприятий.</p>	<p>Знать: перечислить общие принципы энергосбережения в инженерных системах зданий и сооружений, особенности использования для этих целей вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии. Уметь: оценить выработку теплоты и холода в теплонасосных установках и установках солнечной и геотермальной энергетики, соотнести преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения. Владеть: навыками оптимального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами, сравнить различные способы повышения КПД электростанций паротурбинного и газотурбинного циклов, оценить потери тепловой энергии в тепловых сетях и сетевых сооружениях.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	64
Лекции (ч)	10
Практические занятия (семинары) (ч)	20
Самостоятельная работа (ч)	34
Контроль	
Форма контроля (зач./экз.)	зач

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Основы математического моделирования теплоэнергетических процессов	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 1	10
2	Теплообмен и гидродинамика	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 2	5
3	Моделирование тепловых установок	Подготовка индивидуального домашнего задания	5
4	Численные методы и алгоритмы в теплотехнике	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 4	5
5	Применение математического моделирования в практике теплоэнергетики	Написание реферата, Подготовка к коллоквиуму по разделу 5	5
		подготовка к экзамену	2
ВСЕГО часов в семестре:			32

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины Математическое моделирование теплоэнергетических процессов и установок используются следующие образовательные технологии:

- коллоквиум;
- контрольная работа
- индивидуальное домашнее задание
- реферат

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля

Вопросы к коллоквиуму по разделу 1

- Что такое математическое моделирование в контексте теплоэнергетических процессов?
- Какие основные этапы включают в себя процесс математического моделирования теплоэнергетических систем?
- Какие виды моделей используются для описания теплоэнергетических процессов?
- Каковы основные уравнения, применяемые в математическом моделировании теплопередачи?
- Что такое метод конечных разностей и как он используется в моделировании тепловых процессов?
- В чем разница между статическими и динамическими моделями в теплоэнергетике?
- Как определить граничные условия для задачи теплопроводности?
- Какие численные методы используются для решения уравнений теплопроводности?
- В чем заключается метод конечных элементов и как он применяется в моделировании тепловых процессов?
- Что такое критерии подобия и как они используются в математическом моделировании теплоэнергетики?
- Как влияют начальные условия на результаты моделирования тепловых процессов?
- Какую роль играют параметры материала в моделях теплопередачи?
- Какие компьютерные программы и пакеты используются для моделирования теплоэнергетических процессов?
- Как моделировать конвективный теплообмен в теплоэнергетических системах?
- Какие особенности моделирования радиационного теплообмена?
- Как учитываются фазовые переходы в математических моделях тепловых процессов?
- Какие методы валидации и верификации используются для проверки корректности моделей теплоэнергетики?
- Какое значение имеет масштабирование в математическом моделировании тепловых процессов?
- Как моделировать тепловые потери в реальных теплоэнергетических установках?
- Какие перспективы и современные тенденции в области математического моделирования теплоэнергетических процессов?

Задачи к контрольной работе по разделу 1

- Рассчитать распределение температуры в стержне длиной 1 метр при тепловом потоке 100 Вт и температуре окружающей среды 20°C. Коэффициент теплопроводности материала стержня равен 0.5 Вт/(м·°C).

- Определить температурный градиент в стенке толщиной 0.02 м при тепловом потоке 200 Вт и температуре внешней поверхности стенки 100°C. Теплопроводность материала стенки составляет 20 Вт/(м·°C).
- Посчитать коэффициент теплоотдачи от горячей воды к воздуху в конвективном теплообменнике. Температура горячей воды 80°C, температура воздуха 25°C, площадь теплообмена 2 м².
- Оценить эффективность работы солнечной батареи. Площадь солнечной батареи 5 м², интенсивность солнечного излучения 1000 Вт/м², КПД преобразования солнечной энергии в электричество 20%.
- Рассчитать тепловые потери через окна в помещении. Площадь оконной рамы 3 м², температурная разница между помещением и улицей 15°C, коэффициент теплопроводности оконного стекла 1.2 Вт/(м·°C).
- Определить количество тепловой энергии, которое необходимо подать в систему отопления для нагрева воды объемом 500 литров с температуры 10°C до 60°C. Теплоемкость воды составляет 4.18 кДж/(кг·°C).

Вопросы к коллоквиуму по разделу 2

- Что такое теплообмен и какие виды теплообмена существуют?
- Какие основные уравнения описывают процессы теплопередачи?
- Что такое теплопроводность и как она влияет на теплообмен?
- Каковы основные законы теплопередачи?
- В чем заключается разница между теплопроводностью, конвекцией и радиацией?
- Что такое коэффициент теплопередачи и как его рассчитать?
- Каковы основные методы повышения эффективности теплообмена?
- Что такое гидродинамика и какие процессы она изучает?
- Какие уравнения используются для описания гидродинамических процессов?
- Что такое ламинарное и турбулентное течение и как они влияют на процессы теплообмена?
- Как влияет вязкость жидкости на гидродинамику и теплообмен?
- Что такое пограничный слой и как он влияет на процессы теплообмена и гидродинамики?
- Как рассчитывается теплообмен в теплообменниках?
- Какие типы теплообменников существуют и в чем их особенности?
- Как моделируются гидродинамические процессы в трубах и каналах?
- Что такое критическое число Рейнольдса и как оно используется в гидродинамике?
- Каковы основные методы измерения температуры и скорости потоков в теплообменных системах?
- Что такое конвективный теплообмен и каковы его особенности?
- Как учитываются фазовые переходы в процессах теплообмена?
- Какие современные методы и технологии используются для анализа и оптимизации процессов теплообмена и гидродинамики?

Задачи к контрольной работе по разделу 2

- Рассмотрите задачу о конвективном теплообмене между горячим воздухом и плоской поверхностью. Используя уравнения Навье-Стокса и уравнение энергии, определите коэффициент теплообмена при заданных условиях течения и температуре поверхности.
- Исследуйте задачу о теплопередаче в круглой трубе с ламинарным потоком. Решите уравнения Навье-Стокса и уравнение энергии для определения профиля скорости и распределения температуры в трубе.

- Рассмотрите задачу о теплообмене в пластинчатом теплообменнике с использованием метода конечных элементов. Определите эффективность теплообмена при заданных геометрии пластин, потоках теплоносителей и тепловых потерях.
- Проведите анализ теплообмена в канале с прямоугольным сечением при турбулентном потоке. Решите уравнения Рейнольдса и уравнение энергии для определения тепловых параметров потока.
- Исследуйте задачу о тепловом равновесии в многослойной стенке с применением метода конечных разностей. Определите распределение температуры внутри стенки при различных граничных условиях и тепловых потерях.
- Рассмотрите задачу о теплопередаче в цилиндрическом реакторе с использованием метода конечных объемов. Определите распределение температуры внутри реактора и оцените эффективность теплообмена при заданных условиях работы.

Тематика индивидуального домашнего задания в разделе 3

- Разработка математической модели работы котельной на твердом топливе с использованием метода конечных элементов.
- Моделирование теплового баланса и определение эффективности работы газового котла с учетом различных режимов нагрева воды.
- Оптимизация процесса теплогенерации в солнечной тепловой установке с помощью математического моделирования.
- Моделирование теплообмена в теплообменнике типа "труба-пластина" с использованием метода конечных объемов.
- Решение задачи о теплопередаче в парогенераторе с использованием численных методов и анализ влияния параметров пара на производство электроэнергии.
- Математическое моделирование работы тепловой насосной установки в зимний период с учетом внешних климатических условий.
- Оценка тепловых потерь и эффективности работы системы отопления в жилом доме с использованием метода конечных разностей.
- Моделирование теплового режима в тепличном комплексе с учетом инсоляции и тепловых потерь через остекление.
- Разработка математической модели работы гидравлической системы теплообмена в системе центрального отопления с использованием метода Монте-Карло.
- Исследование работы системы горячего водоснабжения в многоквартирном доме с применением численных методов и определение оптимального режима работы для экономии энергоресурсов.

Вопросы к коллоквиуму по разделу 4

- Что такое численные методы и какова их роль в теплотехнике?
- Какие основные задачи решаются с помощью численных методов в теплотехнике?
- Какие преимущества и недостатки имеют численные методы по сравнению с аналитическими методами?
- Что такое метод конечных разностей и как он используется в теплотехнике?
- Как применяется метод конечных элементов для решения задач теплопередачи?
- Что такое метод конечных объемов и каковы его основные особенности?
- Какие типы сеток используются в численных методах и как они влияют на точность решения?
- Что такое стабилизация численного решения и какие методы используются для её достижения?
- Как определяются граничные условия в численных методах для задач теплотехники?
- Какие критерии сходимости и устойчивости применяются при численном решении задач теплопередачи?

- В чем заключается метод Монте-Карло и как он используется в теплотехнике?
- Какие основные алгоритмы используются для решения систем линейных уравнений в численных методах?
- Каковы особенности применения численных методов к задачам нелинейной теплопередачи?
- Что такое явные и неявные методы решения дифференциальных уравнений и как они применяются в теплотехнике?
- Как оценивается точность и погрешность численных решений в теплотехнике?
- Какие методы интерполяции и экстраполяции применяются в численных расчетах тепловых процессов?
- Какова роль параллельных вычислений в численных методах теплотехники?
- Какие программные пакеты и среды используются для численного моделирования тепловых процессов?
- Как проводится тестирование и верификация численных моделей в теплотехнике?
- Какие современные тенденции и перспективы существуют в области численных методов и алгоритмов в теплотехнике?

Задачи к контрольной работе по разделу 4

- Рассмотрите задачу теплопроводности в стержне переменного сечения. Используя метод конечных разностей, решите уравнение теплопроводности для данного стержня с заданными начальными и граничными условиями.
- Исследуйте задачу о теплообмене в трубопроводе, используя метод конечных элементов. Рассмотрите различные граничные условия и найдите распределение температуры внутри трубопровода при заданных параметрах.
- Решите задачу о теплопередаче в двумерной плоской стенке с применением метода конечных объемов. Учтите различные условия на границах стенки и определите распределение температуры внутри нее.
- Проведите анализ теплообмена в радиально-ламинарном потоке в трубе с помощью численных методов. Рассмотрите влияние различных параметров на тепловые характеристики потока.
- Рассмотрите задачу о тепловом равновесии в многослойной конструкции. Примените метод конечных разностей для определения распределения температуры в каждом слое и исследуйте влияние тепловых потерь на температурный режим конструкции.
- Исследуйте задачу о теплопередаче в цилиндрическом теплообменнике с использованием метода Монте-Карло. Оцените эффективность теплообмена при различных параметрах и геометрии теплообменника.

Тематика рефератов по разделу 5.

- Математическое моделирование процессов теплопередачи в промышленных теплоэнергетических установках
- Оптимизация работы котельных с использованием численных методов и алгоритмов
- Моделирование и анализ энергетической эффективности теплоэнергетических систем
- Применение математического моделирования для решения задач теплового баланса в теплоэнергетике
- Анализ влияния изменений климатических условий на работу теплоэнергетических систем: моделирование и прогнозирование
- Математическое моделирование в процессе проектирования и реконструкции теплоэнергетических объектов

- Численные методы и алгоритмы в задачах управления и регулирования теплоэнергетическими системами
- Использование математического моделирования для анализа экологической устойчивости теплоэнергетики
- Математическое моделирование в оценке надежности и безопасности теплоэнергетических установок
- Современные тенденции и перспективы применения математического моделирования в практике теплоэнергетики

Вопросы к коллоквиуму по разделу 5

- Какие конкретные задачи решаются с помощью математического моделирования в теплоэнергетике?
- Какие преимущества предоставляет математическое моделирование по сравнению с экспериментами в теплоэнергетике?
- Какие основные теплоэнергетические системы и процессы моделируются с использованием математических методов?
- Как моделирование помогает в оптимизации работы теплоэнергетических систем?
- Как учитываются особенности различных типов топлива при математическом моделировании в теплоэнергетике?
- Какие аспекты экономической эффективности учитываются при моделировании теплоэнергетических процессов?
- Какие методы математического моделирования применяются для оценки экологической стойкости теплоэнергетических установок?
- Как моделирование помогает в принятии решений по модернизации и реконструкции теплоэнергетических объектов?
- Как учитывается в математических моделях влияние переменных климатических условий на работу теплоэнергетических систем?
- Как проводится анализ надежности и безопасности теплоэнергетических систем с помощью математического моделирования?
- Как учитывается в математических моделях влияние изменений технологических параметров на производство и эффективность теплоэнергетических систем?
- Какие методы и алгоритмы применяются для оптимизации процессов управления и регулирования в теплоэнергетике?
- Какие инструменты используются для визуализации результатов математического моделирования в теплоэнергетике?
- Какие современные технологии, такие как искусственный интеллект и машинное обучение, применяются в математическом моделировании теплоэнергетических процессов?
- Как учитывается в математических моделях влияние изменений спроса на энергию и рыночных условий на работу теплоэнергетических систем?
- Какие ограничения и неопределенности существуют при применении математического моделирования в теплоэнергетике?
- Как моделирование помогает в планировании и разработке новых теплоэнергетических проектов?
- Как учитывается в математических моделях влияние возможных аварийных ситуаций и чрезвычайных обстоятельств на работу теплоэнергетических систем?
- Как проводится анализ энергетической эффективности и энергосбережения с помощью математического моделирования в теплоэнергетике?
- Какие перспективы и направления развития существуют в области применения математического моделирования в практике теплоэнергетики?

7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (вопросы зачета)

- Что такое математическое моделирование в контексте теплоэнергетических процессов?
- Какие основные этапы включают в себя процесс математического моделирования теплоэнергетических систем?
- Какие виды моделей используются для описания теплоэнергетических процессов?
- Каковы основные уравнения, применяемые в математическом моделировании теплопередачи?
- Что такое метод конечных разностей и как он используется в моделировании тепловых процессов?
- В чем разница между статическими и динамическими моделями в теплоэнергетике?
- Как определить граничные условия для задачи теплопроводности?
- Какие численные методы используются для решения уравнений теплопроводности?
- В чем заключается метод конечных элементов и как он применяется в моделировании тепловых процессов?
- Что такое критерии подобия и как они используются в математическом моделировании теплоэнергетики?
- Как влияют начальные условия на результаты моделирования тепловых процессов?
- Какую роль играют параметры материала в моделях теплопередачи?
- Какие компьютерные программы и пакеты используются для моделирования теплоэнергетических процессов?
- Как моделировать конвективный теплообмен в теплоэнергетических системах?
- Какие особенности моделирования радиационного теплообмена?
- Как учитываются фазовые переходы в математических моделях тепловых процессов?
- Какие методы валидации и верификации используются для проверки корректности моделей теплоэнергетики?
- Какое значение имеет масштабирование в математическом моделировании тепловых процессов?
- Как моделировать тепловые потери в реальных теплоэнергетических установках?
- Какие перспективы и современные тенденции в области математического моделирования теплоэнергетических процессов?
- Что такое тепловая установка и какие типы тепловых установок существуют?
- Какие задачи решаются с помощью математического моделирования в теплоэнергетике?
- Какие преимущества предоставляет математическое моделирование по сравнению с экспериментами в теплоэнергетике?
- Какие основные теплоэнергетические системы и процессы моделируются с использованием математических методов?
- Как моделирование помогает в оптимизации работы теплоэнергетических систем?
- Как учитываются особенности различных типов топлива при математическом моделировании в теплоэнергетике?
- Какие аспекты экономической эффективности учитываются при моделировании теплоэнергетических процессов?
- Какие методы и алгоритмы применяются для оптимизации процессов управления и регулирования в теплоэнергетике?
- Как учитывается в математических моделях влияние изменений климатических условий на работу теплоэнергетических систем?
- Как проводится анализ надежности и безопасности теплоэнергетических систем с помощью математического моделирования?

- Как учитывается в математических моделях влияние изменений технологических параметров на производство и эффективность теплоэнергетических систем?
- Какие ограничения и неопределенности существуют при применении математического моделирования в теплоэнергетике?
- Как моделирование помогает в планировании и разработке новых теплоэнергетических проектов?
- Как учитывается в математических моделях влияние возможных аварийных ситуаций и чрезвычайных обстоятельств на работу теплоэнергетических систем?
- Как проводится анализ энергетической эффективности и энергосбережения с помощью математического моделирования в теплоэнергетике?
- Какие перспективы и направления развития существуют в области применения математического моделирования в практике теплоэнергетики?
- Какие виды уравнений используются при моделировании теплопроводности?
- Какие методы решения дифференциальных уравнений широко применяются в теплоэнергетике?
- Какие факторы влияют на выбор подходящей математической модели для конкретной теплоэнергетической задачи?
- Какие компьютерные программные средства могут быть использованы для проведения математического моделирования теплоэнергетических процессов и установок?

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие,)	Издательство	Год издания
1	2	3	4	5	6
Основная литература					
1	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Энергия воздушных и гидравлических потоков: принципы и технологии	Учебное пособие	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2023
2	Шарпар Н.М., Жмакин Л.И.	Технологические схемы и установки для использования солнечной энергии	Учебное пособие	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2023
3	Шарпар Н.М., Жмакин Л.И., Первак Г.И.	Экспериментальные методы исследования в теплофизике	Учебное пособие	М: РГУ им. А.Н.Косыгина	2024
4	А.Б. Левин, Ю.П. Семенов, В.Г. Малинин	Энергетическое использование древесной биомассы	Учебник	М.: ИНФРА-М	2017

5	Денчев К.	Парадигма энергетической безопасности	Учебное пособие	М.:НИЦ ИНФРА-М	2015
Дополнительная литература					
1	Жмакин Л.И.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (конспект лекций)	Учебное пособие	М: РИО МГТУ им.А.Н.Косыгина	2011
2	Дж.Твайделл, А. Уэйр	Возобновляемые источники энергии	Монография	М., Энергоатомиздат	1990
3	Бекман У., Клейн С., Даффи Дж.	Расчет систем солнечного теплоснабжения	Монография	М.: Энергоиздат	1982
4	Б. Дж. Бринкворт.	Солнечная энергия для человека	Монография	М.: МИР	1976
5	А. М. Васильев, А. П. Ландсман	Полупроводниковые фотопреобразователи	Монография	М.: Совет. радио	1971

8.2. Электронные издания

Таблица 6

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие,)	Издательство, год издания	Адрес сайта ЭБС или др. источника
1	2	3	4	5	6
1	Тремясов В.А., Кенден К.В	Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения:	Монография	Красноярский СФУ, 2017	http://znanium.com/
2	Арбузова Е.В., Немихин Ю.Е. Щеклеин С.Е	Энергетические установки на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Методические рекомендации	М.:Флинта, 2018	http://znanium.com/
3	Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А.	Системы электроснабжения ветровыми солнечными электростанциями	Учебное пособие	Томск, Изд. ТПУ	http://znanium.com/
4	Удалов С.Н.	Возобновляемые источники энергии	Учебное пособие	Новосиб.: НГТУ, 2014	http://znanium.com/

5	Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш	Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ [Электронный ресурс]	Учебное пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.	http://znanium.com/
---	--------------------------------	--	-----------------	--------------------------------------	---

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека РГУ им. А.Н. Косыгина <http://biblio.mgudt.ru/jirbis2/>.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ИНФРА-М Znanium.com <http://znanium.com/>.
3. Реферативная база данных Web of Science <http://webofknowledge.com/> .
4. Реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com/> .
5. Патентная база данных компании QUESTEL – ORBIT <https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage>.
6. Электронные ресурсы издательства SPRINGER NATURE <http://www.springernature.com/gp/librarians>.
7. ООО ИВИС <http://dlib.eastview.com/>.
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru/>.
9. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <http://нэб.рф/>.
10. Электронная библиотечная система издательства Лань www.e.lanbook.com
11. Электронная библиотечная система издательства Wiley <http://onlinelibrary.wiley.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

<p>Аудитория №2206 - лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, доска меловая, учебно-лабораторные стенды. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.</p>	<p>1. Microsoft Windows Server CAL 2012 Russian OLP NL Academic Edition Device CAL, артикул R18-04335, Договор бюджетного учреждения с ЗАО Софт Лайн Трейд №511/2015 от 15.12.2015г. 2. DrWeb Desktop Security Suite Антивирус (за 1 лицензию в диапазоне на год) продление, артикул LBW-AC-12M-200-B1, Договор бюджетного учреждения с ЗАО Софт Лайн Трейд №511/2016 от 30.12.2016г 3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, 250-499 Node 1 year Educational Renewal License; лицензия №17EO-171228-092222-983-1666 от 28.12.2017;</p>
<p>Аудитория №2410 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, меловая доска. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, стенды для лабораторных и натуральных испытаний солнечных коллекторов, ламповый имитатор солнечной энергии, пиранометр, измерители расхода и температуры, контроллеры, персональные компьютеры 4 шт., ноутбук.</p>	
<p>Аудитория №2409а - лаборатория (аспирантская) для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, специализированное оборудование: токарный станок, сверлильный станок, тиски, экспериментальные установки, аналитические весы, установки для измерения теплопроводности и теплоемкости волокнистых материалов.</p>	