

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Магистерская программа: Энергообеспечение предприятий. Тепломассооб-
менные процессы и установки.**

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к расчетно-проектной и проектно-конструкторской и к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.04.01 теплоэнергетика и теплотехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-2-«способность к проведению технических расчетов по проектам технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования»;

ПК-7 – «способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях»:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современные математические методы проведения технических расчетов сложных теплоэнергетических систем (ПК-2);
- современные математические подходы к решению задач определения коэффициента полезного действия энергетических систем (ПК-2);
- планировать и ставить задачи исследования сложных теплоэнергетических систем (ПК-2);

Уметь:

- давать технико-экономические обоснования с помощью прикладных программ мероприятий по повышению эффективности сложных теплоэнергетических систем (ПК-2);
- производить расчеты расхода энергоресурсов, расчет норм потерь энергоресурсов в сложных производственных системах (ПК-2);

Владеть:

- навыками выполнения обзора литературы, выбирать методы экспериментальной работы по рассматриваемому направлению (ПК-7);
- навыками интерпретаций результатов научно-исследовательской работы в виде отчетов (ПК-7).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Энергообеспечение предприятий. Теплообменные процессы и установки», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Математические методы исследования сложных теплоэнергетических систем» является начальной в траектории освоения компетенций ПК-2, ПК-7.

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б1.В.ОД.3 «Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики»;

Б1.В.ДВ.3 «Расчет и оптимизация источников теплоснабжения промышленных предприятий»;

Б1.В.ДВ.5 «Моделирование систем теплоэнергоснабжения»;

Б1.В.ОД.4 «Исследование режимов работы и оптимизация параметров трансформаторов тепла»;

Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа».

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании магистерской диссертации.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.5	
Часов (всего) по учебному плану:	180	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	1 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1,5, 54	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	1 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	3, 108	1 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	-	-

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5, 18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	1,5, 54
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0,61 22
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0,39, 14
Всего:	3, 108
Подготовка к экзамену	-

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Исследование теплообмена с помощью линейного уравнения теплопроводности в теплоэнергетических системах.	48	6	12	-	30	4
2	Тема 2. Математические методы решения нелинейных стационарных задач теплопроводности для теплоэнергетических систем.	58	4	18	-	36	8
3.	Тема 3. Исследование двумерных систем методом конечных разностей.	14	2	6	-	6	2
4	Тема 4. Математические методы исследования радиационного теплообмена в теплоэнергетических системах.	60	6	18	-	36	6
всего 180 часов по видам учебных занятий			18	54	-	108	20

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Исследование теплообмена с помощью линейного уравнения теплопроводности в теплоэнергетических системах

Лекция 1. Особенности применения линейного уравнения в исследовании теплообмена теплоэнергетических систем. Характеристика уравнения, его начальные, краевые условия. Фундаментальное решение, его физический смысл (2 часа).

Лекция 2. Анализ аналитических методов решения уравнения теплопроводности. Условия их применения.

Лекция 3. Решение линейного уравнения теплопроводности методом конечных разностей. Применение явных, неявных схем. Оценка точности решений по пространственной и временной переменной (2 часа).

Практические занятия 1, 2. Исследование теплообмена в скоростном конвективном высокотемпературном теплоэнергетическом реакторе на основе 4-х точечной явной схемы. (4 часа).

Практические занятия 3, 4. Исследование теплообмена в скоростном конвективном высокотемпературном теплотехнологическом реакторе на основе применения 4-х точечной неявной схемы (4 часа).

Практические занятия 5, 6. Исследование теплообмена в скоростном конвективном высокотемпературном теплотехнологическом реакторе методом Кранка-Николсона. Анализ полученных решений (4 часа).

Самостоятельная работа 1. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям. (30 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практических занятий.

Тема 2. Математические методы решения нелинейных стационарных задач теплопроводности для теплоэнергетических систем.

Лекция 4. Методы численного решения нелинейного уравнения теплопроводности для случая зависимости удельной объемной теплоемкости и коэффициента теплопроводности от температуры для теплоэнергетических систем. Построение разностной схемы, получение системы уравнений (2 часа).

Лекция 5. Решение уравнения с учетом нелинейности граничных условий. численного решения нелинейного уравнения теплопроводности для фазовых превращений в теплоэнергетических системах (2 часа).

Практические занятия 7, 8, 9.. Расчет и исследование теплообмена в конце методической зоны высокотемпературного теплотехнологического реактора в случае квадратичной зависимости коэффициента теплопроводности от температуры (6 часов).

Практические занятия 10, 11, 12. Расчет и исследование теплообмена в сварочной зоне высокотемпературного теплотехнологического реактора при $\lambda = \text{const}$; $c = \text{const}$ для нелинейных граничных условий III рода на поверхности. Расчет теплового потока с учетом приведенной степени черноты (6 часов).

Практические занятия 13, 14, 15. Расчет и исследование теплообмена с учетом фазовых превращений при нагреве и охлаждении в теплоэнергетических системах : часов).

Самостоятельная работа 2. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям, выполнение расчетно-графической работы (36 часов).

Тема 3. Исследование теплообмена в двумерных системах методом конечных разностей в теплоэнергетических системах.

Лекция 6. Получение двумерного уравнения теплопроводности. Построение двумерной и разностной схемы на основе теплового баланса, закона сохранения энергии. Решение системы линейных уравнений методом расщепления (2 часа).

Практические занятия 16, 17, 18. Расчет и исследования теплообмена при нагреве двумерных тел в скоростном высокотемпературном теплотехнологическом реакторе методом расщепления (6 часов).

Самостоятельная работа 3. Изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям. Выполнение расчетно-графической работы. (6 часов).

Тема 4. Математические методы исследования радиационного теплообмена в теплоэнергетических системах.

Лекция 7. Обзор методов исследования радиационного теплообмена для теплоэнергетических систем. Зональный метод. Получение системы интегральных уравнений. Условия взаимного перехода интегральных и алгебраических уравнений излучения (2 часа).

Лекция 8. Резоловентный метод. Получение уравнения резоловенты. Определение разрешающих угловых коэффициентов (2 часа).

Лекция 9. Резоловентно-зональный метод. Разрешающие угловые коэффициенты, местные разрешающие угловые коэффициенты. Плотность потока результирующего излучения (2 часа).

Практические занятия 19, 20, 21. Расчет и исследование радиационного теплообмена зональным методом при нагреве в непосредственной близости от нагревателя с учетом приведенной степени черноты, путем решения нелинейной системы уравнений численными методами.

Практические занятия 22, 23, 24. Расчет а) распределения плотности потока результирующего излучения по ширине металла б) распределения температуры нагревателя по ширине пространства; в) распределения температуры кладки по высоте ВТР с помощью зонального метода исследования радиационного теплообмена (6 часов).

Практические занятия 25, 26, 27. Расчет и исследование радиационного теплообмена резольвентно-зональным методом в системе газ-кладка-металл для серых тел (6 часов).

Самостоятельная работа 4. Изучение материалов лекций, подготовка к практическому занятию. Выполнение расчетно-графической работы.

Практические занятия 3, 6, 8, 9, 12, 15, 18, 21, 26, 27 проводятся в виде дискуссии и в интерактивной форме.

Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и выполнению расчетно-графической работы, рекомендации по изучению дополнительных тем, выделенных на СРС (см. Приложение 1).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-2, ПК-7.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов, выполнение расчетно-графической работы).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, выполнения расчетно-графической работы, успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эта-

лонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 «способность к проведению технических расчетов по проектам технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в студента по практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях. Оценивается качество выполнения расчетно-графической работы.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- современных технологий математического исследования сложных теплоэнергетических систем.

умения:

- обосновывать выбор метода исследования сложных теплоэнергетических систем;
- применять математические методы функционально-стоимостного анализа проектного решения сложных теплоэнергетических систем;

присутствия **навыка:**

- использования прикладного программного обеспечения для расчета и исследования сложных теплоэнергетических систем;
- владение математическими методами выбора решения и представления результатов выполненной работы по исследованию и нахождению оптимальных решений и разработке нового теплотехнологического оборудования.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-2 «способность к проведению технических расчетов по проектам технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность различать при устном ответе терминологические особенности решения задачи математического исследования, представлять этапы решения исследовательской задачи в общей связи с особенностями применения различных видов техники, выбирать параметры проекта соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому – способность анализировать проектные решения сложных теплоэнергетических систем, устранять их и предлагать приемлимые – соответствует продвинутому, наличие умения вносить коррективы и выполнять выбор методов анализа результатов исследования сложной теплоэнергетической системы – соответствует эталонному уровню.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-7 «способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, качество выполнения и оформления расчетно-графической работы. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- современных методов планирования эксперимента как физического так и математического расчетного;

умения:

- выбирать методы экспериментальной работы при анализе теплоэнергетических систем;

присутствие **навыка:**

- интерпретировать и представлять результаты научных исследований теплоэнергетических систем.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-7 «способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе проведения каждого практического занятия.

Способность различать при устном ответе терминологические особенности решения задач исследования теплоэнергетических систем, понимать особенности решения задач исследования теплоэнергетических систем, понимать особенности экспериментальной работы, публично обсуждать результаты научных исследований по теме - соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ПК-2 «способность к проведению технических расчетов по проектам технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического оборудования» и ПК-7 ««способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях»», в процессе выполнения расчетно-графической работы и ее защиты.

В процессе подготовки расчетно-графической работы студент изучает задание, выполняет необходимые расчеты, представляет полученные результаты в виде пояснительной записки. При защите докладывает по теме расчетно-графической работы. В процессе защиты расчетно-графической работы студент отвечает на два заданных вопроса из перечня изложенных ниже:

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частично на второй – продвинутому уровню, при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Формирование уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет с оценкой оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Зачет по дисциплине «Математические методы исследования сложных теплоэнергетических систем» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка по зачету по дисциплине за 1 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

Перечень вопросов рассматриваемых на практических занятиях содержится в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1).

Методические рекомендации по выполнению и оформлению расчетного задания содержатся в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1). Расчетное задание предполагает, формулирование, составление алгоритма, и программы реализации на одном из языков программирования, задач функционирования теплоэнергетических предприятий.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету).

1. Задачи внутреннего теплообмена. Постановка задачи.
2. Характеристика уравнения теплопроводности.
3. Аналитические методы решения уравнения.
4. Применение метода конечных разностей для линейной одномерной задачи теплопроводности.
5. Построение явных разностных схем. Порядок аппроксимации, сходимости. Решение уравнения теплопроводности с использованием явной разностной схемы.
6. Построение неявных четырехточечных схем.
7. Решение линейного уравнения теплопроводности путем применения четырехточечной неявной схемы. Устойчивость решения.
8. Построение неявной шеститочечной схемы.
9. Решение уравнения теплопроводности методом Кранка-Николсона.
10. Сравнительный анализ решений по явным и неявным разностным схемам для теплоэнергетических систем (коэффициент теплопроводности).
11. Нелинейные задачи теплопроводности. Зависимость задачи теплопроводности. Зависимость теплофизических характеристик от температур.
12. Построение разностных схем (явные, неявные) с учетом зависимости теплофизических характеристик от температур.
13. Решение систем уравнений с нелинейными граничными условиями.
14. Построение схем и решение уравнения теплопроводности с учетом движения межфазной границы. Анализ решения.
15. Решение двухмерной задачи теплопроводности методом конечных разностей (метод расщепления).
16. Задачи внешнего теплообмена.
17. Применение зонального метода для расчета радиационного теплообмена. Решение зональных уравнений.
18. Решение линейных зональных уравнений прямыми методами.
19. Применение итерационных методов для решения системы зональных уравнений.
20. Расчет и анализ распределения плотности потока результирующего излучения и температуры нагревателя в пространстве печи.
21. Применение резольвентного зонального метода для расчета радиационного теплообмена.
22. Расчет разрешающих угловых коэффициентов.
23. Учет селективности излучения при радиационном теплообмене.

24. Методы приближенного расчета угловых коэффициентов (метод Монте-Карло, метод прямого интегрирования, метод статических испытаний).
25. Расчет угловых коэффициентов излучения в диатермической среде.
26. Приближенная оценка обобщенных коэффициентов излучения.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1). В них содержатся методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе студента и выполнению расчетного задания.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон.дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014 - 275 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=221>
2. Исаченко В.П. Теплопередача. Учебник В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. –М. ТД АРИС, 2014. – 417 с.

б) дополнительная литература

1. Котович А.В. Решение задач теплопроводности методом конечных элементов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие./А.В. Котович, И.В. Станкевич.-Электр. Дан. –М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственных технических университет имени Н.Э. Баумана), 2010. – 87 с. Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=52184
2. Данилов О.Л., Гаряев А.Б., Яковлев И.В., Клименко А.В., Вакулко А.Г. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебник для вузов - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010 - 424 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=60>
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. М.: Форум: М., 2006.
4. Энергосбережение на предприятиях промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. Справочно-методическое пособие/ под ред. П.А. Костюченко, О.Л. Данилова. М.: ЗАО «Техпромстрой», 2006.
5. Исследования и разработки Сибирского отделения Российской Академии наук в области энергоэффективных технологий. Отв. Ред. С.В. Алексеенко. Изд-во СОРАН, 2009.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекционные занятия 1 час в неделю и практические занятия 1,5 в неделю. Изучение курса завершается сдачей зачета.

Успешное изучение курса требует активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы;

закрепляют знания, полученные в процессе самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на вопросы, выносимые на рассмотрение для данного занятия или в соответствии с полученным заданием.

В ходе проведения практического (семинарского) занятия преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов, в соответствии с тематикой занятия и индивидуальным или групповым заданием, полученном студентами на предыдущем занятии, для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия. (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы) По результатам опроса и участия студента в обсуждении вопросов рассматриваемых на практическом занятии выставляется оценка за него.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на зачет и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, рассмотренные на практических (семинарских) занятиях, а также владеть практическими навыками, приобретенными в ходе занятий.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении лекционных и практических занятий используются системы мультимедиа.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и ПЭВМ.

Рабочую программу дисциплины разработала:

к.ф.-м.н., доцент



Т.С. Любова

Зав. кафедрой к.т.н., доцент



В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 28 августа 2015 года, протокол №1.