

**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

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
МНОГОУРОВНЕВЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Магистерская программа: Энергообеспечение предприятий. Теплообменные 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 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:

- ОПК-1 - выпускник должен обладать способностью и готовностью использовать углубленные знания в области естественно-научных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ОПК-2 – способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности.;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- Теоретические и практические положения теории оптимизации (ОПК-2);

Уметь:

- Использовать углубленные знания в области естественно-научных дисциплин (ОПК-1);

Владеть:

- Совершенными математическими методами оптимизации (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Математическое моделирование и оптимизация многоуровневых теплоэнергетических систем» является начальной в образовательной траектории формирования компетенций ОПК-1, 2.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Математическое моделирование и оптимизация многоуровневых теплоэнергетических систем» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными образовательными стандартами по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин

Б1.В.ДВ.2.1. Повышение эффективности работы теплофикационных установок источников теплоты;

Б1.В.ДВ.3.1. Расчет и оптимизация источников в теплоснабжении промышленных предприятий

Б1.В.ОД.2 Оптимизация тепломассообменных установок.

Знания, полученные студентами в результате изучения 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.ДВ.4.2	
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
Курсовое проектирование	0,5; 18	1 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,0; 36	1 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1,5; 54	1 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5;18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	0,5; 18
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	1,0; 36
Подготовка к экзамену	1,5; 54

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	кп	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Математическое моделирование.	14	2	6	-	6	2
2	Тема 2. Оптимизация функций одной и нескольких переменных.	22	4	6	6	6	4
3	Тема 3. Линейное программирование.	32	6	12	6	8	6
4	Тема 4. Задачи с ограничениями.	30	4	12	6	8	6

5	Тема 5. Задачи условной оптимизации.	28	2	18	-	8	6
	Всего (включая 54 часа на подготовку к экзамену): 180 часов	126	18	54	18	36	24

Содержание по видам учебных занятий

Лекции 1 семестр

Лекция 1. Методологические основы моделирования. Особенности создания математических моделей. Свойства функций одной переменной. Аналитический метод оптимизации. Метод простого перебора, деления отрезка пополам, золотого сечения. (2 часа).

Лекция 2. Градиентные методы оптимизации функций одной переменной. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания. Постановка задач оптимизации систем теплоэнергоснабжения. (2 часа).

Лекция 3. Критерии оптимальности при оптимизации функций нескольких переменных. Метод поиска по симплексу. Метод поиска Хука-Дживса. Метод сопряженных направлений Пауэлла. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных. Метод Коши, метод Ньютона. (2 часа).

Лекция 4. Метод сопряженных градиентов. Разработка моделей линейного программирования. Графическое решение задачи ЛП. Задача линейного программирования в стандартной форме. Основы симплекс-метода. (2 часа).

Лекция 5. Решение задач линейного программирования на ЭВМ. Задачи с ограничениями. Множители Лагранжа. Ограничения в виде неравенств. Условия и теоремы Куна-Таккера. (2 часа).

Лекция 6. Условия оптимальности второго порядка. Понятие штрафной функции. Метод множителей. (2 часа).

Лекция 7. Методы прямого поиска в задачах условной оптимизации. Методы случайного поиска. Методы линеаризации для задач условной оптимизации. (2 часа).

Лекция 8. Сепарабельное программирование. (2 часа).

Лекция 9. Методы отсекающих плоскостей. (2 часа).

Практические занятия.

1 семестр

Занятия 1,2. Аналитический метод оптимизации функций одной переменной.

Занятие 3,4. Метод квадратичной и кубической аппроксимации.

Занятия 4,5. Методы деления отрезка пополам и золотого сечения.

Занятия 6-8. Градиентные методы оптимизации функций одной переменной.

Занятия 9-11. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных.

Занятия 12-14. Графический метод решения задачи ЛП.

Занятия 15-17. Симплекс-метод решения задачи ЛП.

Занятия 18-20. Задачи с ограническими.

Занятия 21-23. Методы оптимизации на основе преобразования задачи.

Занятия 24,25. Задачи условной оптимизации.

Занятия 26, 27. Методы линеаризации задач условной оптимизации.

Курсовое проектирование (РЗ).

В качестве задания предлагаются варианты, охватывающие основные методы моделирования и оптимизации. Решение поставленных задач выполняется с применением численных

методов программирования и с использованием программных продуктов Excel, access, mathCad, MatLab.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен (1 семестр).

Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационных 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 курсовой работы.

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: ОПК-1, ОПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, , самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе устного опроса на практических занятиях, проведения диспутов, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях и успешной сдачи экзамена.

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

Формированность 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 сформированности 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 эталонном 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 сформированности 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 сформированности в рамках данной дисциплины выше указанных компетенций преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в курсовой работе студента. При этом учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических и лекционных занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций 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.

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

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

Экзамен по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация многоуровневых 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 предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные, но допустившему при этом не принципиальные 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 пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов (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). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена 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 закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену).

В экзаменационный билет входит 2 вопроса по лекционному материалу.

1. Методы исключения интервалов при оптимизации функций одной переменной.
2. Полиномиальная аппроксимация при оптимизации функций одной переменной
3. Градиентные методы оптимизации функций одной переменной.
4. Метод поиска по симплексу при оптимизации функций нескольких переменных.
5. Метод сопряженных направлений Пауэлла.
6. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных.
7. Методы сопряженных градиентов.
8. Метод поиска Хука-Дживса.
9. Графический метод решения задач ЛП.
10. Симплекс-метод решения задач ЛП.
11. Задачи с ограничениями. Множители Лагранжа.
12. Условия оптимальности второго порядка.
13. Штрафная функция.
14. Метод множителей.
15. Методы прямого поиска в задачах условной оптимизации.
16. Методы случайного поиска.
17. Методы лианеризации для задач условной оптимизации.
18. Сепарабельное программирование.
19. Методы отсекающих плоскостей.

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

а) основная литература

1. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2013 - 445 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59703
2. Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография. - Электрон. дан. - М.: Новости теплоснабжения, 2008. - 448 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217>
3. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2005. (20 шт.).

б) дополнительная литература

1. Котович А.В. Решение задач теплопроводности методом конечных элементов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.В. Котович, И.В. Станкевич. - Электрон. дан. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. - 87 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52184

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

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

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

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, развитой в лекции. 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, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем 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 конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

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** занятий предусматривается использование *систем* мультимедиа.

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

Лекционные и практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и персональными ЭВМ

Автор: к.ф.-м.н., доцент



Любов С.К.

Зав. кафедрой ПТЭ к.т.н., доцент



Михайлов В.А.

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