

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Магистерская программа «Энергообеспечение предприятий. Теплообменные процессы и установки»
РПД Б1.В.02 «Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий»



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

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ"
в г. Смоленске

В.В. Рожков

«10» 02 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения
промышленных предприятий**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность): **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**

Год набора: **2023**


Смоленск

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Магистерская программа «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки»
РПД Б1.В.02 «Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от « 28 » февраля 2018 г. № 146

Программу составил:


_____ к.ф.-м.н., доцент Любова Т.С.
подпись _____ ФИО

« 16 » января 2023 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика»: « 26 » января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»:


_____ В.А. Галковский
подпись _____ Ф.И.О.

« 08 » февраля 2023 г.

Согласовано:

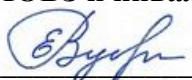
Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»:


_____ В.А. Галковский
подпись _____ Ф.И.О.

« 08 » февраля 2023 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами


_____ зам. начальника УУ Е.В. Зуева
подпись _____ ФИО

« 08 » февраля 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель 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 являются: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые первой ступенью высшего образования (бакалавриат).

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для подготовки к выполнению научно-исследовательской работы, прохождению преддипломной практики и защите выпускной квалификационной работы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований | ПК-1.1 Планирует и ставит задачи исследования, выбирает методы экспериментальной работы с системами теплоэнергетики и теплотехники | Знает: цели и задачи, критерии оценки теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий. Умеет: формулировать цели и задачи, выявлять приоритеты решения, выбирать и создавать критерии оценки теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий. Владеет: методологией формулирования целей и задач, выявления приоритетов решения, создания критерия оценки теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий. |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>ПК-1.2 Интерпретирует и представляет результаты исследований объектов профессиональной деятельности</p> | <p>Знает: современные методы теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий. Умеет: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты по теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий. Владеет: методикой применения современных методов исследования, оценивания и представления результатов теории оптимизации систем теплоснабжения промышленных предприятий.</p> |
|--|--|---|

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
 Магистерская программа «Энергообеспечение предприятий. Теплообменные процессы и установки»
 РПД Б1.В.02 «Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий»



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

| № | Индекс | Наименование | Семестр 1 | | | | | | | | | | | Семестр 2 | | | | | | | | | | | Итого за курс | | | | | | | | | | | Каф. | Семестр | | | | | | | |
|---|---------|---|-----------|---------------------|-----------|-----|-----|----|-----|----|-----------|-------|------|-----------|----------|---------------------|-----|-----|----|-----|----|-----------|------|--------|---------------|--------|--|--|--|--------|-----|----|----|--|----|------|---------|-----|----|---|--|--|----|---|
| | | | Контроль | Академических часов | | | | | | | | | з.е. | Неделя | Контроль | Академических часов | | | | | | | | | з.е. | Неделя | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Всего | Кон такт. | Лек | Лаб | Пр | КРП | СР | Конт роль | Всего | | | | Кон такт. | Лек | Лаб | Пр | КРП | СР | Конт роль | з.е. | Неделя | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Б1.В.02 | Теория оптимизации систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий | Эк РГР | 252 | 68 | 34 | | 34 | | | 139 | 45 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | Эк РГР | 252 | 68 | 34 | | 34 | | | 139 | 45 | 7 | | | 14 | 1 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

| № | Наименование видов занятий и тематик, содержание |
|---|---|
| 1 | <p>лекционные занятия 17 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Методологические основы оптимизации. Особенности оптимизации систем теплоэнергоснабжения</p> <p>1.2. Свойства функций одной переменной. Аналитический метод оптимизации. Метод простого перебора, деления отрезка пополам, золотого сечения</p> <p>1.3. Градиентные методы оптимизации функций одной переменной</p> <p>1.4. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания. Постановка задач оптимизации систем теплоэнергоснабжения</p> <p>1.5. Критерии оптимальности при оптимизации функций нескольких переменных. Метод поиска по симплексу. Метод поиска Хука-Дживса</p> <p>1.6. Метод сопряженных направлений Пауэлла. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных. Метод Коши, метод Ньютона</p> <p>1.7. Метод сопряженных градиентов. Разработка моделей линейного программирования</p> <p>1.8. Графическое решение задачи ЛП. Задача линейного программирования в стандартной форме. Основы симплекс-метода</p> <p>1.9. Решение задач линейного программирования на ЭВМ. Задачи с ограничениями. Множители Лагранжа. Ограничения в виде неравенств. Условия и теоремы Куна-Таккера. (2 часа).</p> <p>1.10.</p> <p>1.11. Условия оптимальности второго порядка. Понятие штрафной функции</p> <p>1.12. Метод множителей</p> <p>1.13. Методы прямого поиска в задачах условной оптимизации</p> <p>1.14. Методы случайного поиска</p> <p>1.15. Методы линеаризации для задач условной оптимизации</p> <p>1.16. Сепарабельное программирование</p> <p>1.17. Методы отсекающих плоскостей</p> |
| 2 | <p>лабораторные работы: не предусмотрены учебным планом</p> |
| 3 | <p>практические занятия 17 шт. по 2 часа:</p> <p>3.1. Аналитический метод оптимизации функций одной переменной</p> <p>3.2. Метод квадратичной и кубической аппроксимации</p> <p>3.3. Методы деления отрезка пополам и золотого сечения</p> <p>3.4. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных</p> <p>3.5. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных</p> <p>3.6. Градиентные методы оптимизации функций нескольких переменных</p> <p>3.7. Симплекс-метод решения задачи ЛП</p> <p>3.8. Симплекс-метод решения задачи ЛП</p> <p>3.9. Задачи с ограничениями</p> <p>3.10. Задачи с ограничениями</p> <p>3.11. Задачи с ограничениями</p> <p>3.12. Методы оптимизации на основе преобразования задачи</p> <p>3.13. Методы оптимизации на основе преобразования задачи</p> <p>3.14. Задачи условной оптимизации</p> <p>3.15. Задачи условной оптимизации</p> <p>3.16. Задачи условной оптимизации</p> <p>3.17. Методы линеаризации задач условной оптимизации</p> |

| | |
|---|--|
| 4 | курсовая работа (курсовой проект): не предусмотрена учебным планом |
| 5 | расчетно-графическая работа: «Методы оптимизации теплоэнергетических систем» |
| 6 | Самостоятельная работа студентов: Тема 1 Метод простого перебора, деления отрезка пополам, золотого сечения Тема 2 Метод поиска Хука-Дживса Тема 3 Множители Лагранжа Тема 4 Ограничения в виде неравенств Тема 5 Условия и теоремы Куна-Таккера |

Текущий контроль:

1. Контрольные работы по основным темам дисциплины.
2. Устный опрос у доски на практических занятиях.
3. Защита расчетно-графической работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

| № п/п | Виды учебных занятий | Образовательные технологии |
|-------|--|--|
| 1 | Лекции | Классическая (традиционная, информационная) лекция Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине |
| 2 | Практические занятия | Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений |
| 3 | Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная) | Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине) |
| 4 | Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен) | Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование |

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, преду-

смотренных компетенциями (вопросы к экзамену):

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.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен в 1-м семестре.

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

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине |
|---|--|
| «отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему 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; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный». |

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине |
|---|--|
| «хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый». |
| «удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено» | Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившего практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившего другие практические задания из того же раздела дисциплины.. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый». |
| «неудовлетворительно»/ не зачтено | Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившего 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. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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?p11_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.

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?p11_id=52184

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но- мер изме- мене- ния | Номера страниц | | | | Всего стра- ниц в доку- менте | Наименование и № документа, вводящего изменения | Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр | Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр | Дата введения из- менения |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------|
| | изме- нен- ных | заме- нен- ных | но- вых | анну- нули- ро- ванн- ых | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |