

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
 Должность: Директор филиала  
 Дата подписания: 19.03.2025 15:15:16  
 Уникальный программный ключ:  
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
 Новотроицкий филиал**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

## Компьютерное моделирование в теплоэнергетике

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация **Бакалавр**  
 Форма обучения **заочная**  
 Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

|                         |     |                                        |
|-------------------------|-----|----------------------------------------|
| Часов по учебному плану | 144 | Формы контроля на курсах:<br>экзамен 5 |
| в том числе:            |     |                                        |
| аудиторные занятия      | 16  |                                        |
| самостоятельная работа  | 119 |                                        |
| часов на контроль       | 9   |                                        |

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 5   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Вид занятий       |     |     |       |     |
| Лекции            | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические      | 10  | 10  | 10    | 10  |
| В том числе инт.  | 2   | 2   | 2     | 2   |
| Итого ауд.        | 16  | 16  | 16    | 16  |
| Контактная работа | 16  | 16  | 16    | 16  |
| Сам. работа       | 119 | 119 | 119   | 119 |
| Часы на контроль  | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого             | 144 | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.п.н., зав.каф., Мажирин Р.Е.*

Рабочая программа

**Компьютерное моделирование в теплоэнергетике**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника , 13.03.01\_25\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч.plx Промышленная теплоэнергетика, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 25.12.2024, протокол № 58

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника , Промышленная теплоэнергетика, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 25.12.2024, протокол № 58

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Мажирин Р.Е.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

|     |                                                                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью дисциплины является изучение теории моделирования, современных принципов разработки математических моделей. |
| 1.2 | Задачи: углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики.   |

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|          |                                                                                                                       |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Блок ОП: |                                                                                                                       | Б1.В.ДВ.06 |
| 2.1      | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |            |
| 2.1.1    | Менеджмент безопасности труда и здоровья                                                                              |            |
| 2.1.2    | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии                                                                     |            |
| 2.1.3    | Производственная практика                                                                                             |            |
| 2.1.4    | Энергетический менеджмент                                                                                             |            |
| 2.1.5    | Учебная практика                                                                                                      |            |
| 2.1.6    | Информатика                                                                                                           |            |
| 2.2      | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

|                                                                                                                                                   |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>                                                     |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                     |  |
| ПК-2-32 принципы и методы нечеткого моделирования                                                                                                 |  |
| ПК-2-31 основные типы математических моделей и особенности их применения                                                                          |  |
| <b>ОПК-5: Способен проектировать процессы и системы, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b> |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                     |  |
| ОПК-5-31 методы математической обработки данных                                                                                                   |  |
| ОПК-5-32 алгоритмы численных методов интегрирования линейных и нелинейных систем дифференциальных уравнений                                       |  |
| <b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>                                                     |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                     |  |
| ПК-2-У1 создавать нечеткие модели                                                                                                                 |  |
| <b>ОПК-5: Способен проектировать процессы и системы, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b> |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                     |  |
| ОПК-5-У1 моделировать структурные схемы типовых линейных звеньев                                                                                  |  |
| ОПК-5-У2 анализировать полученные результаты моделирования                                                                                        |  |
| <b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>                                                     |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                   |  |
| ПК-2-В2 применения нечеткого моделирования применительно к тепломеханическим системам                                                             |  |
| ПК-2-В1 использованием программных продуктов для моделирование тепловых сетей и объектов теплоэнергетики                                          |  |
| <b>ОПК-5: Способен проектировать процессы и системы, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b> |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                   |  |
| ОПК-5-В1 навыками обработки полученных результатов моделирования в виде массива данных                                                            |  |
| ОПК-5-В2 существующими программными и техническими средствами математического моделирования                                                       |  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                             | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                                                            | Литература и эл. ресурсы                                            | Примечание | КМ  | Выполняемые работы |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Роль математического моделирования в инженерной практике</b>                                                                                                                                                                                                             |                |       |                                                                                               |                                                                     |            |     |                    |
| 1.1         | Основы теории моделирования. Моделирование в исследованиях. Роль моделирования. Виды моделирования и классификация. Методы описания математических моделей на микро-, макро- и мета-уровнях. /Лек/                                                                                    | 5              | 2     | ПК-2-31 ПК-2-32 ОПК-5-31 ОПК-5-32                                                             | Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 |            | КМ1 | Р1                 |
| 1.2         | Расчет моделей тепловых электростанций. Построение и анализ моделей. /Пр/                                                                                                                                                                                                             | 5              | 4     | ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2                                   | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1           |            | КМ1 | Р1                 |
| 1.3         | Представление о технологии управления и обработки информации. Моделирование как метод научного познания и мышления. Исследование настройки моделей. Синтез имитационных моделей. Обработка и результатов и процедура принятия решений при моделировании тепловых электростанций. /Ср/ | 5              | 30    | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1           |            | КМ1 | Р1                 |
|             | <b>Раздел 2. Экспериментальное моделирование</b>                                                                                                                                                                                                                                      |                |       |                                                                                               |                                                                     |            |     |                    |
| 2.1         | Теоретические основы метода имитационного моделирования. Аналитическое моделирование. /Лек/                                                                                                                                                                                           | 5              | 2     | ПК-2-31 ПК-2-32 ОПК-5-31 ОПК-5-32                                                             | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1      |            | КМ1 | Р1                 |
| 2.2         | Выполнение инженерных расчетов в программах моделирования. /Пр/                                                                                                                                                                                                                       | 5              | 2     | ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2                                   | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1      |            | КМ1 | Р1                 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                        |   |    |                                                                                               |                                                                |  |     |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-----|----|
| 2.3 | Моделирование систем элементов тепловых электростанций. Входные и выходные потоки. Системы с отказами и ожиданиями. Организация потока заявок, ограниченные очереди, дисциплина очереди. Условия использования моделей. Недостатки моделирования. /Ср/ | 5 | 22 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 | Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 |  | КМ1 | Р1 |
|     | <b>Раздел 3. Современные направления в моделировании технических систем</b>                                                                                                                                                                            |   |    |                                                                                               |                                                                |  |     |    |
| 3.1 | Основы теории нечеткого моделирования. Методы моделирования с использованием нейронных сетей. Теория решения задач оптимизации на основе генетических алгоритмов. /Лек/                                                                                | 5 | 2  | ПК-2-31 ПК-2-32 ОПК-5-31 ОПК-5-32                                                             | Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.9 Л2.10 Э1                |  | КМ1 | Р1 |
| 3.2 | Построение функций принадлежности нечетких множеств. Операции на нечеткими множествами. Этапы нечеткого вывода. основные алгоритмы нечеткого вывода. Создание нейронной сети. Процедура обучения и проверка сети. /Пр/                                 | 5 | 4  | ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2                                   | Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.9 Л2.10 Э1                |  | КМ1 | Р1 |
| 3.3 | Возможности формализации больших систем. Принципы моделирования при реализации мышления. Перспективы развития моделирования сложных систем. /Ср/                                                                                                       | 5 | 40 | ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 | Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.9 Л2.10 Э1                |  | КМ1 | Р1 |
|     | <b>Раздел 4. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>                                                                                                                                                                           |   |    |                                                                                               |                                                                |  |     |    |
| 4.1 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/                                                                                                                                                                                             | 5 | 9  | ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 | Л1.3 Л1.5 Э1                                                   |  | КМ1 |    |
| 4.2 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/                                                                                                                                                                                             | 5 | 18 | ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 | Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.9 Л2.10 Э1                                    |  |     | Р1 |

**5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки**

| Код<br>КМ | Контрольное<br>мероприятие | Проверяемые<br>индикаторы<br>компетенций | Вопросы для подготовки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ1       | Экзамен                    | ОПК-5-31;ОПК-5-32;ПК-2-31;ПК-2-32        | <p>Вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие модели. Виды моделирования.</li> <li>2. Требования, предъявляемые к математическим моделям.</li> <li>3. Основные положения теории моделирования.</li> <li>4. Случайные факторы и способы их представления в модели.</li> <li>5. Методы оценки ошибки моделирования.</li> <li>6. Множественная корреляция.</li> <li>7. Симплекс-центроидный метод моделирования.</li> <li>8. Аппроксимация и интерполирование функций.</li> <li>9. Грубые промахи при экспериментальном моделировании.</li> <li>10. Инструментальные средства моделирования теплотехнических процессов.</li> <li>11. Планирование эксперимента.</li> <li>12. Анализ экспериментальных данных.</li> <li>13. Метод градиента в задачах оптимизации.</li> <li>14. Состояние и перспективы работ по моделированию теплотехнических систем.</li> <li>15. Вычислительные методы моделирования.</li> <li>16. Методы описания математических моделей на микро -, макро- и метауровнях.</li> <li>17. Примеры математических моделей тепловых процессов.</li> <li>18. Математическая модель в переменных состояния.</li> <li>19. Линейные и нелинейные модели теплотехнических систем.</li> <li>20. Моделирование общих законов теплотехники.</li> <li>21. Математическое моделирование тепловых процессов.</li> <li>22. Основы теории нечеткого моделирования.</li> <li>23. Методика реализации нечеткого регулятора.</li> <li>24. Понятия о нейронных сетях.</li> <li>25. Применение нейронных сетей в теплоэнергетике.</li> <li>26. Решение задач оптимизации на основе генетических алгоритмов.</li> </ol> |

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код<br>работы | Название<br>работы | Проверяемые<br>индикаторы<br>компетенций                    | Содержание работы                                                                                                               |
|---------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р1            | РГР                | ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2 | Расчетно-графическое задание выполняется по вариантам и предусматривает моделирование отдельных частей тепловых электростанций. |

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Примеры вопросов и заданий компьютерного тестирования

Верно ли утверждение «Активный эксперимент проводится согласно такой схеме, которая предусматривает изменение влияющих факторов»?

да  
нет

Выберите правильный ответ:

модель - это установка, структура, схема, облегчающая рассуждения и логические построения. которые уточняют природу явления

модель-это естественный или искусственный объект, находящийся в соответствии с изучаемым объектом  
под моделью понимается такая мысленно представляемая или материально реализуемая система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте

все ответы верные

модель - уменьшенное (или в натуральную величину) воспроизведение чего-нибудь

Какая из перечисленных моделей не является вербальной?

- формула
- текст программы
- чертеж
- инструкция по эксплуатации технического устройства
- описание технического устройства

Какие из перечисленных моделей не являются геометрическими?

- формула
- чертеж
- принципиальная схема
- описание технического устройства
- макет устройства

Какие из перечисленных моделей не являются физическими?

- натуральная модель
- масштабная модель
- принципиальная схема
- квазинатуральная модель
- все перечисленные модели являются физическими

Выберите правильный ответ:

- детерминированная модель отображает процессы, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий
- детерминированная модель отображает вероятностные процессы и события
- детерминированная модель является математической
- детерминированная модель представляет собой формализованное описание системы, которое позволяет получить решение уравнения в явном виде, используя известный математический аппарат
- нет верного ответа

Какие из перечисленных моделей являются математическими?

- аналоговая модель
- детерминированная модель
- стохастическая модель
- имитационная модель
- квазинатуральная модель

Выберите неправильный ответ:

- имитационная модель - это совокупность описания системы под влиянием внешних и внутренних возмущений
- имитационные модели используют принцип черного ящика
- имитационная модель отражает логику функционирования исследуемой системы во времени
- имитационная модель отображает вероятностные процессы и события
- имитационная модель обеспечивает возможность статистического эксперимента

Как можно обнаружить систематическую ошибку?

- при проверке измерительного прибора
- при проведении ряда измерений
- при обработке результатов методами теории вероятностей
- при обработке результатов методами статистики
- любым из перечисленных способов.

Как можно обнаружить случайную ошибку?

- при обработке результатов методами статистики
- при проведении ряда измерений
- при проверке измерительного прибора
- при обработке результатов методами теории вероятностей
- любым из перечисленных способов

Как можно охарактеризовать фаззификацию входных данных?

- процедура нахождения обычного (четкого) значения для каждой из выходных переменных
- процедура нахождения значений функций принадлежности нечетких множеств на основе исходных данных
- процедура определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода
- процедура нахождения степени истинности каждого из подзаклучений правил нечетких продукций
- процедура нахождения функции принадлежности для каждой из выходных переменных

Как можно охарактеризовать агрегирование?

- процедура нахождения обычного (четкого) значения для каждой из выходных переменных

процедура нахождения значений функций принадлежности нечетких множеств на основе исходных данных  
процедура определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода  
процедура нахождения степени истинности каждого из подзаключений правил нечетких продукций  
процедура нахождения функции принадлежности для каждой из выходных переменных

Укажите правильные порядок этапов нечеткого вывода

дефаззификация  
формирование базы правил нечеткого вывода  
активизация  
агрегирование  
фаззификация  
аккумулирование заключений

С помощью какой функции принадлежности можно охарактеризовать неопределенности типа «приблизительно равно», «среднее значение»?

трапецеидальной функции принадлежности  
Z-образной сигмоидальной функции принадлежности  
S-образной сигмоидальной функции принадлежности  
П-образной функции принадлежности  
колоколообразной функции принадлежности

С помощью какой функции принадлежности можно охарактеризовать неопределенности типа «небольшое значение», «незначительная величина»?

колоколообразной функции принадлежности  
треугольной функции принадлежности  
S-образной сигмоидальной функции принадлежности  
Z-образной сигмоидальной функции принадлежности  
П-образной функции принадлежности

S-образные сигмоидальные функции принадлежности характеризуют неопределенности типа

«расположен в интервале»  
«похож на объект»  
«низкий уровень»  
«большое количество»  
«значительная величина»

Укажите неверное высказывание:

в основе каждой нейронной сети лежат относительно простые элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга  
под нейроном подразумевается ячейка нейронной сети  
каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием (возбужденным или заторможенным)  
главной особенностью нейронных сетей является их способность к обучению  
нейронные сети часто используются для решения задач функциональной оптимизации

Укажите верное высказывание:

синапс – однонаправленная входных связь, соединяющая с выходами других нейронов  
аксон – входную связь данного нейрона  
синапс – однонаправленная выходных связь нейрона  
нет верный высказываний  
с синапса сигнал (возбуждения или торможения) поступает на аксон следующего нейрона

Какие из перечисленных методов могут быть применены для описания электромеханического преобразования энергии?

векторная диаграмма  
схема замещения  
круговая диаграмма  
уравнение Парка-Горева  
уравнение Лагранжа

В каких программах можно представить логические функции?

Microsoft Word  
Microsoft Excel  
Microsoft Visio  
MATLAB  
во всех перечисленных программах



**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Критерии оценивания ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче экзамена считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители         | Заглавие                                                                                         | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                                                                          |
|------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛП.1 | Б.Я.Советов,<br>С.А.Яковлев | Моделирование систем.<br>Практикум: учебное пособие                                              |            | Москва: Высшая школа, 2003,                                                                                                                                                                                           |
| ЛП.2 | С. Лукин                    | Физическое моделирование<br>процессов передачи<br>теплоты : Учебное пособие                      |            | Череповец : Издательство ЧГУ, 2016,<br>2016, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=434810">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=434810</a>                                              |
| ЛП.3 | Авдюнин Е.Г.                | Моделирование и<br>оптимизация промышленных<br>теплоэнергетических<br>установок : учебник        |            | Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия,<br>2019, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564841">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564841</a>                                              |
| ЛП.4 | Архипов В.                  | Физико-химические основы<br>процессов<br>тепломассообмена: учебное<br>пособие                    |            | Томск : Издательство Томского<br>политехнического университета, 2015,<br><a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442086">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442086</a>                |
| ЛП.5 | Ляшков В. И.                | Математическое<br>моделирование и<br>алгоритмизация задач<br>теплоэнергетики: учебное<br>пособие |            | Тамбов : Тамбовский государственный<br>технический университет (ТГТУ),<br>2012, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=277818">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=277818</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители                                                     | Заглавие                                                                                                                | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                            |
|------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛП.1 | А.Г.Дьячко                                                              | Математическое и<br>имитационное<br>моделирование<br>производственных систем:<br>монография                             |            | Москва: МИСиС, 2007,<br><a href="https://lib.msk.misis.ru/elib/view.php?id_abs=421737">https://lib.msk.misis.ru/elib/view.php?id_abs=421737</a>         |
| ЛП.2 | Кудинов А.А.                                                            | Тепловые электрические<br>станции. Схемы и<br>оборудование: учебное<br>пособие                                          |            | Москва: ИНФРА-М, 2013,                                                                                                                                  |
| ЛП.3 | Прокопчук Ю.Ю.,<br>Широков А.И. под<br>ред. Дьячко А.Г.,<br>Рябова Л.П. | Дискретная<br>математика. Элементы логики<br>- математического языка.:<br>учебное пособие. часть 2.                     |            | Москва:МИСиС, 2002,<br><a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>                                                                  |
| ЛП.4 | Лубенцова Е.В.                                                          | Системы управления с<br>динамическим выбором<br>структуры, нечеткой логикой<br>и нейросетевыми моделями :<br>монография |            | Ставрополь : СКФУ, 2014,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457413">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457413</a> |

|       | Авторы, составители                                                | Заглавие                                                                              | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.5  | И.Е. Плещинская,<br>А.Н. Титов, Е.Р.<br>Бадертдинова, С.И.<br>Дуев | Интерактивные системы<br>Scilab, Matlab, Mathcad :<br>учебное пособие                 |            | Казань : Издательство КНИТУ, 2014,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428781">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428781</a>                                                 |
| Л2.6  | Щетинин Ю.И.                                                       | Анализ и обработка сигналов<br>в среде MATLAB : учебное<br>пособие                    |            | Новосибирск : НГТУ, 2014,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428781">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428781</a>                                                          |
| Л2.7  | Кошкидько В.Г.                                                     | Основы программирования в<br>системе MATLAB : учебное<br>пособие                      |            | Таманрог : Издательство Южного<br>федерального университета, 2016,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493162">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493162</a>                 |
| Л2.8  | П. А. Щинников, Г.<br>В. Ноздренко, А. И.<br>Михайленко            | Автоматизация<br>технологических процессов<br>на ТЭС и управление ими :<br>монография |            | Новосибирск : Новосибирский<br>государственный технический<br>университет, 2014,<br><a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436188">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436188</a> |
| Л2.9  | Шаров Ю. И.                                                        | Внедрение современных<br>технологий на ТЭС:<br>монография                             |            | Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия,<br>2021 г., <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=618539">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=618539</a>                             |
| Л2.10 | Андрианов Д. П.                                                    | CAD-системы в<br>электроэнергетике.<br>Практикум<br>: учебное пособие                 |            | Москва: Инфра- Инженерия, 2024,                                                                                                                                                                                   |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |            |                                                                     |
|----|------------|---------------------------------------------------------------------|
| Э1 | LMS MOODLE | <a href="http://moodle-nf.misis.ru/">http://moodle-nf.misis.ru/</a> |
|----|------------|---------------------------------------------------------------------|

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| П.1 | Micro-Cap 10 Evaluation                                                 |
| П.2 | MATLAB & Simulink                                                       |
| П.3 | Solidworks Education Edition                                            |
| П.4 | Компас 3D V21-22                                                        |
| П.5 | Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual                             |
| П.6 | Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition; |
| П.7 | SimInTech                                                               |
| П.8 | Scilab                                                                  |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

|     |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| И.1 | window.edu.ru - единое окно доступа к образовательным ресурсам |
|-----|----------------------------------------------------------------|

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение                                                                                                                 | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 123  | Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся | Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (у всех выход в интернет), проектор, экран, коммутатор, веб камера, доска-флипчарт магн.-маркерная передвижная, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.