

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 28.05.2026 12:18:24  
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**

Приложение 4

к ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
Промышленная теплоэнергетика

## Рабочая программа дисциплины

# Компьютерное моделирование в теплоэнергетике

Закреплена за подразделением **Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**  
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
Образовательная программа 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Промышленная теплоэнергетика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **144**

Виды контроля на курсах:

**экзамен 5**  
**контрольная работа 5**

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Практические	10	10	10	10
В том числе инт.	2		2	
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	119	119	119	119
В том числе сам. работа в рамках ФОС		13		
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Рабочая программа дисциплины

**Компьютерное моделирование в теплоэнергетике**

Составлен на основании учебного плана:

13.03.01\_26\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Промышленная теплоэнергетика протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Мажирова Раиса Евгеньевна.

**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
1.3	теплоэнергетики и теплотехники.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Энергетический менеджмент	
2.1.2	Менеджмент безопасности труда и здоровья	
2.1.3	Информатика	
2.1.4	Учебная практика	
2.1.5	Производственная практика	
2.1.6	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	
2.1.7	Тепловые электростанции	
2.1.8	Автоматизация тепловых процессов	
<b>2.2</b>	<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>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	
<b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>	
<b>Знать:</b>	
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>Уметь:</b>	
ОПК-5-У1 выбирать оптимальные методы расчета при структурном программировании	
<b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 анализировать полученные результаты моделирования	
<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	
<b>ПК-2: Способен проводить научные исследования в области теплоэнергетики и теплотехники</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-2-В1 использованием программных продуктов для моделирование тепловых процессов	

**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 промышленной теплоэнергетике. Роль моделирования. Виды моделирования и классификация. Методы описания математических моделей на микро-, макрои мета-уровнях. /Лек/ /Лек/	5	2	ПК-2-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	
1.2	Расчет моделей теплотехники, термодинамики. Построение и анализ теплодинамических моделей. /Пр/	5	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1			Р1
1.3	Представление о технологии управления и обработки информации в теплоэнергетике. Моделирование как метод научного познания и мышления. Исследование настройки моделей тепловых сетей и тепломеханического оборудования. Синтез имитационных моделей. Обработка и результатов и процедура принятия решений. /Ср/ /Ср/	5	30	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Экспериментальное моделирование объектов теплоэнергетики</b>							
2.1	Теоретические основы метода имитационного моделирования. Аналитическое моделирование тепломеханических систем. /Лек/ /Лек/	5	2	ПК-2-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	
2.2	Выполнение тепловых расчетов в среде MATLAB и Simin Tech. /Пр/ /Пр/	5	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1			Р1
2.3	Моделирование тепловых сетей, котельных на промышленных предприятиях. /Ср/ /Ср/	5	36		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	Р1
	<b>Раздел 3. 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/ /Лек/	5	2	ПК-2-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	

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/ /Пр/	5	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1			Р1
3.3	Обзор технологий изобретений. Возможности формализации больших систем. Принципы моделирования при реализации мышления. Перспективы развития моделирования сложных систем. /Ср/ /Ср/	5	40	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 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	4	ПК-2-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1		КМ1	
4.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	5	9	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ОПК-5-31;ПК-2-31	<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 теплоэнергетики.</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 объектов теплоэнергетики.</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 тепловых процессов.</li> <li>11. Планирование эксперимента в теплоэнергетике.</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 состояниях.</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 алгоритмах</li> </ol>
-----	---------	------------------	---

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

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Контрольная работа	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	контрольная работа выполняется по теме: 1) Моделирование тепловой сети предприятия (по вариантам). 2) Моделирование отопительной (производственной, производственно-отопительной) котельной (по вариантам)

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)**

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 воспроизведя 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

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 подзаключений 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  
аккумуляирование 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

В каких программах можно представить логические функции?

Microsoft Word

Microsoft Exel

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
Л1.1	Б.Я.Советов, С.А.Яковлев	Моделирование систем. Практикум: учебное пособие		Москва: Высшая школа, 2003
Л1.2	С. Лукин	Физическое моделирование процессов передачи теплоты : Учебное пособие		Череповец : Издательство ЧГУ, 2016, 2016
Л1.3	Ляшков В. И.	Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики: учебное пособие		Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2012

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	А.Г.Дьячко	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: монография		Москва: МИСиС, 2007
Л2.2	Лубенцова Е.В.	Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями : монография		Ставрополь : СКФУ, 2014
Л2.3	Шаров Ю. И.	Внедрение современных технологий на ТЭС: Монография		Москва ; Вологда : Инфра- Инженерия, 2021

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

Э1	LMS НФ НИТУ "МИСИС"	<a href="https://open.misis.ru/">https://open.misis.ru/</a>
----	---------------------	---

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Компас 3D V24
П.2	Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.3	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft
П.4	MATLAB & Simulink
П.5	SimInTech
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	window.edu.ru - единое окно доступа к образовательным ресурсам

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
139	Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся		1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Проектор EPSON EB E-10; 1 шт. - Системный блок NORBELi5; 1 шт. - Монитор LCD Acer; 12 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Коммутатор D-Link 16порт; 12 шт. - Компьютерный стол; 7 шт. - Стол лабораторный; 12 шт. - Кресло компьютерное; 12 шт. - Рулонные шторы; 1 шт. - Сплит система; 8 шт. - Стул; 1 шт. - Доска ученическая.

**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.