

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических  
систем**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курзанов С.Ю.
	Идентификатор	R76dcd884-KurzanovSY-80905103

(подпись)

С.Ю.

Курзанов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	R0d1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В.

Хомченко

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен участвовать в проектировании промышленных теплоэнергетических систем

ИД-1 Участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Тепловая схема ТЭС (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Математическое моделирование и системный анализ (Тестирование)
2. Матрицы графа (Тестирование)
3. Моделирование ТЭС (Тестирование)

### БРС дисциплины

9 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	9	12
Математическое моделирование и системный анализ					
Современное состояние проблемы моделирования и оптимизации ТЭС		+			
Основы системного анализа		+			
Моделирование ТЭС					
Методика построение математических моделей ТЭС			+		
Реализация математических моделей ТЭС на ЭВМ			+		
Представление тепловой схемы в виде графа					
Матрицы графа				+	
Определение объема математической модели				+	

Балансовые уравнения и расчет тепловой схемы ТЭС				
Виды и способы составления балансовых уравнений ТЭС				+
Расчёт тепловой схемы ТЭС				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-1ПК-4 Участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений	Знать: методы решения систем балансовых уравнений и способы получения исходной информации для математического моделирования методологию системных исследований и математического моделирования ТЭС основные принципы системного подхода к изучению и исследованию ТЭС как сложной системы Уметь: решать систему балансовых уравнений	Математическое моделирование и системный анализ (Тестирование) Моделирование ТЭС (Тестирование) Матрицы графа (Тестирование) Тепловая схема ТЭС (Контрольная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Математическое моделирование и системный анализ

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам системного анализа и математического моделирования

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: методологию системных исследований и математического моделирования ТЭС</p>	<p>1. Первые математические модели были созданы:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ф. Кенэ</li><li>2. К. Марксом</li><li>3. Г. Фельдманом</li><li>4. Д. Нейманом</li></ol> <p>2. Ответ: 1</p> <p>2. Модель, представляющая собой объект, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой — это:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. физическая модель</li><li>2. аналоговая модель</li><li>3. типовая модель</li><li>4. математическая модель</li></ol> <p>2. Ответ: 1</p> <p>3. Где впервые были предложены сетевые модели:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. США</li><li>2. СССР</li><li>3. Англии</li><li>4. Германии</li></ol> <p>Ответ: 1</p> <p>4. Какой из структурных элементов включает в себя процесс моделирования:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. анализ</li><li>2. модель</li><li>3. объект</li><li>4. субъект</li></ol> <p>Ответ: 1</p> <p>5. Автоматизация процесса управления не включает в себя:</p>
--	---

	<p>1. этап анализа  2. этап планирования и разработки  3. этап управления ходом разработки  4. нет правильного ответа</p> <p>1. Ответ: 1</p> <p>6.Ограничение системы свободы элементов определяют понятием:  1. критерий  2. цель  3. связь  4. страта  Ответ: 3</p> <p>7.Уровень иерархической структуры, при которой система представлена в виде взаимодействующих подсистем, называется:  1. 1. стратой  2. 2. эшелонем  3. 3. слоем  4. Ответ: 2</p> <p>8.Какая модель является предметом формализации:  1. 1. описательная  2. математическая  3. графическая  2. Ответ: 2</p> <p>9.Математическая модель объекта:  1. 1. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы  2. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала  3. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение  2. Ответ: 3</p> <p>10.Модель:  1. 1. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, явления или процесса  2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики  3. любой объект окружающего мира</p> <p>Ответ: 1</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## **КМ-2. Моделирование ТЭС**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем

### **Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам моделирования ТЭС

### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы решения систем балансовых уравнений и способы получения исходной информации для математического моделирования</p>	<p>1. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических систем</p> <p>1. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы</p> <p>2. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала</p> <p>3. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение</p> <p>ответ: 3</p> <p>2. Математическая модель в общем случае представляется через:</p> <p>1. вектор входных переменных</p> <p>2. вектор выходных переменных</p> <p>3. вектор внешних воздействий</p> <p>4. все предложенное</p> <p>ответ: 4</p> <p>3. Математическое моделирование это средство для:</p> <p>1. изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи</p> <p>2. упрощения поставленной задачи</p> <p>3. поиска физической модели</p> <p>ответ: 1</p>
--	---

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-3. Матрицы графа

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

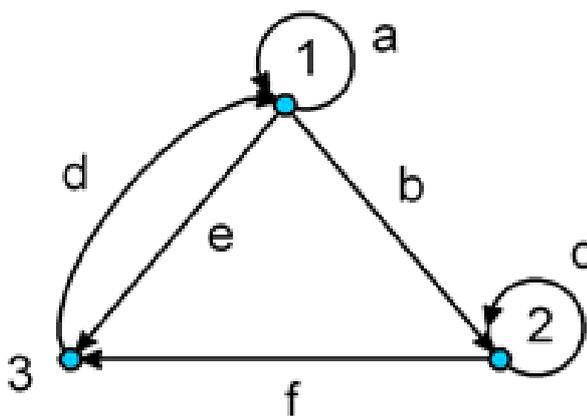
### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам тепловой схемы в виде графа

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные принципы системного подхода к изучению и исследованию ТЭС как сложной системы

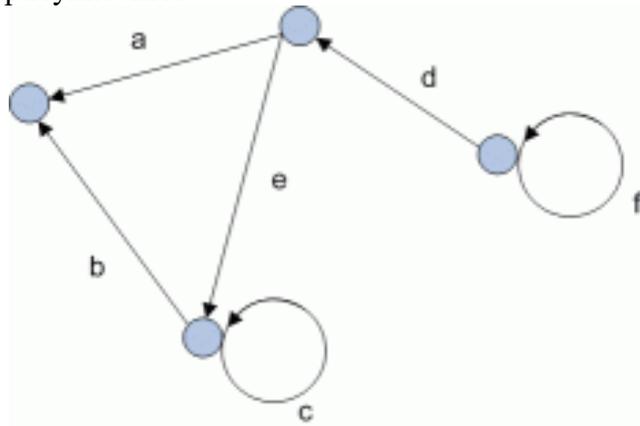
1. Какие дуги инцидентны вершине 2 в графе на рисунке?



1. c
  2. b, c, f
  3. e, c, f
- ответ: 2

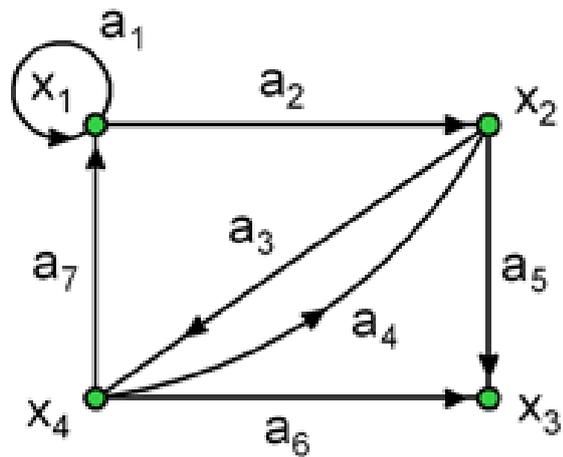
2. Какие дуги являются петлями в графе на

рисунке?files



- (1) a, c
  - (2) f, c
  - (3) c, a, d, e
  - (4) f
- ответ: 2

3. Для графа, представленного на рисунке, дана матрица инциденций. Верно ли представлен граф?



	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7
X1	0	1	1	0	0	0	-1
X2	0	-1	0	-1	1	0	0
X3	0	0	0	0	-1	-1	0
X4	0	0	-1	1	0	1	1

1. 1. верно

**2. не верно**

ответ: 2

4. По матрице смежности, данной ниже подсчитать полу степень исхода второй вершины  $do(x_2)$

1	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1

	<p>1. <b>1.</b> <math>d_0(x_2)=2</math></p> <p><b>2.</b> <math>d_0(x_2)=3</math></p> <p><b>3.</b> <math>d_0(x_2)=-2</math></p> <p>ответ:2</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Тепловая схема ТЭС**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по расчету тепловой схемы ТЭС

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: решать систему балансовых уравнений</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Вычертить тепловую схему установки с обозначением римскими цифрами отдельные элементы теплового энергетического оборудования</li> <li>2.Составить легенду тепловой схемы установки</li> <li>3.Описать работу установки</li> <li>4.Построить ориентированный граф тепловой схемы установки</li> <li>5.Составить матрицу соединений вершин графа и матрицу видов связей по энергоносителям</li> <li>6.Выполнить анализ функциональных связей для каждого элемента оборудования (вершины графа)</li>   <li>7.Провести анализ функциональных связей</li> <li>8.Составить матрицу процесса</li> <li>9.Составить матрицы смежности</li> <li>10.Преобразовать матрицу смежности в сокращенную матрицу смежности</li> <li>11.На основе сокращенной матрицы смежности найти ее степени для идентификации контуров</li> </ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

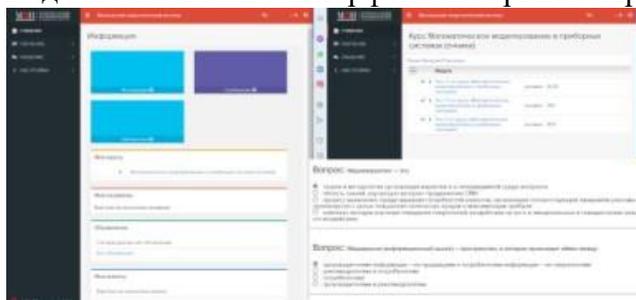
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Пример билета**

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



## Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

## *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-4 Участвует в сборе и анализе данных для проектирования, и создании конкурентно-способных вариантов технических решений

### Вопросы, задания

1. Дайте определение понятиям «моделирование» и «модель». В чем состоит цель моделирования
2. Сущность системного подхода при моделировании. Входы (пара-метры) и выходы объекта моделирования как системы
3. Виды математических моделей
4. Этапы решения задач на ЭВМ
5. Оптимизация распределения нагрузки между агрегатами ТЭС
6. Решение системы балансовых уравнений
7. Структура тепловой схемы ТЭС
8. Теория графов и их применение в оптимизации и моделировании ТЭС
9. Задачи оптимального проектирования ТЭС
10. Методология системных исследований

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Первые математические модели были созданы:

Ответы:

1. Ф. Кенэ 2. К. Марксом 3. Г. Фельдманом 4. Д. Нейманом

Верный ответ: 1

2. Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить:

Ответы:

1. любое количество 2. 1 3. 3 4. 7

Верный ответ: 1

3. Ограничение системы свободы элементов определяют понятием:

Ответы:

1. критерий 2. цель 3. связь 4. страта

Верный ответ: 3

4. Уровень иерархической структуры, при которой система представлена в виде взаимодействующих подсистем, называется:

Ответы:

1. стратой 2. эшелонном 3. слоем

Верный ответ: 2

5. По поведению математических моделей во времени их разделяют на:

Ответы:

1. детерминированные и стохастические 2. статические и динамические 3. непрерывные и дискретные 4. аналитические и имитационные

Верный ответ: 2

6. Какая модель является предметом формализации:

Ответы:

1. описательная 2. математическая 3. графическая

Верный ответ: 2

7. Модель:

Ответы:

1. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, явления или процесса 2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики 3. любой объект окружающего мира

Верный ответ: 1

8. Математическая модель объекта:

Ответы:

1. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы 2. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала 3. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение

Верный ответ: 3

9. Математическая модель в общем случае представляется через:

Ответы:

1. вектор входных переменных 2. вектор выходных переменных 3. вектор внешних воздействий 4. все предложенное

Верный ответ: 4

10. Математическое моделирование это средство для:

Ответы:

1. изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи 2. упрощения поставленной задачи 3. поиска физической модели

Верный ответ: 1

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.