

**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  
2021**

## 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:<br>методы решения систем балансовых уравнений и способы получения исходной информации для математического моделирования<br>методологию системных исследований и математического моделирования ТЭС<br>основные принципы системного подхода к изучению и исследованию ТЭС как сложной системы<br>Уметь:<br>решать систему балансовых уравнений | Математическое моделирование и системный анализ (Тестирование)<br>Моделирование ТЭС (Тестирование)<br>Матрицы графа (Тестирование)<br>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<br/> 2. этап планирования и разработки<br/> 3. этап управления ходом разработки<br/> 4. нет правильного ответа</p> <p>1. Ответ: 1</p> <p>6.Ограничение системы свободы элементов определяют понятием:<br/> 1. критерий<br/> 2. цель<br/> 3. связь<br/> 4. страта<br/> Ответ: 3</p> <p>7.Уровень иерархической структуры, при которой система представлена в виде взаимодействующих подсистем, называется:<br/> 1. 1. стратой<br/> 2. 2. эшелонем<br/> 3. 3. слоем<br/> 4. Ответ: 2</p> <p>8.Какая модель является предметом формализации:<br/> 1. 1. описательная<br/> 2. математическая<br/> 3. графическая<br/> 2. Ответ: 2</p> <p>9.Математическая модель объекта:<br/> 1. 1. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы<br/> 2. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала<br/> 3. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение<br/> 2. Ответ: 3</p> <p>10.Модель:<br/> 1. 1. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, явления или процесса<br/> 2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики<br/> 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

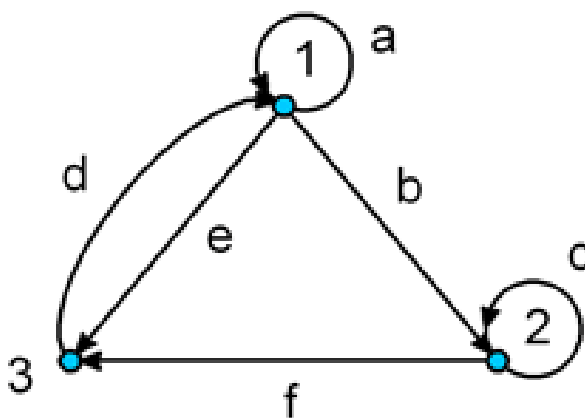
### Краткое содержание задания:

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

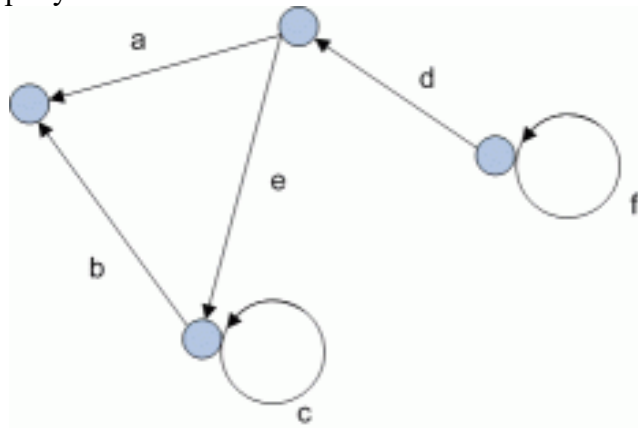
1. Какие дуги инцидентны вершине 2 в графе на рисунке?



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

2. Какие дуги являются петлями в графе на

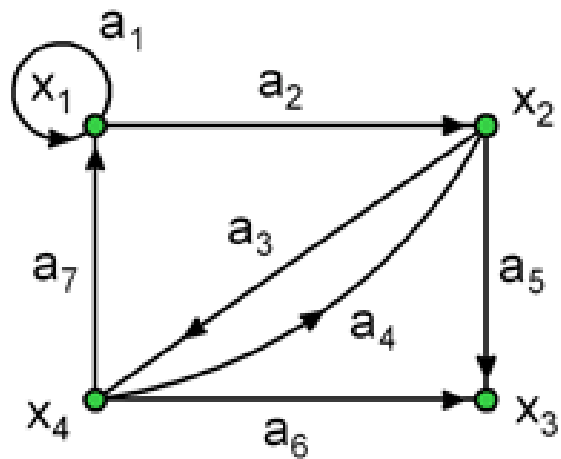
рисунке?files



- (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*



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.