

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Управление проектами в теплоэнергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Расчет показателей надежности систем энергоснабжения**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Пурдин М.С.                 |
|  | Идентификатор                                      | R73e8cc57-PurdinMS-97ce3ae5 |

М.С. Пурдин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                           |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|  | Владелец                                           | Фрей Д.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R5b6e86e9-FreyDA-4615d1cb |

Д.А. Фрей

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Крыленко Е.Е.                |
|  | Идентификатор                                      | R753cd28c-GudkovaYY-c67582a9 |

Е.Е.  
Крыленко

## 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-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

ИД-3 Выполняет технико-экономические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы повышения надежности сложных теплоэнергетических систем (Контрольная работа)

2. Методы расчета показателей надежности отдельного теплоэнергетического оборудования (Контрольная работа)

3. Методы расчета показателей надежности простых теплоэнергетических систем (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Методы расчета показателей надежности отдельного теплоэнергетического оборудования (Контрольная работа)

КМ-2 Методы расчета показателей надежности простых теплоэнергетических систем (Контрольная работа)

КМ-3 Методы повышения надежности сложных теплоэнергетических систем (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Раздел дисциплины                                                                  | Веса контрольных мероприятий,<br>% |          |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                                                                    | Индекс<br>КМ:                      | КМ-<br>1 | КМ-<br>2 | КМ-<br>3 |
|                                                                                    | Срок КМ:                           | 5        | 10       | 15       |
| Методы расчета показателей надежности отдельного теплоэнергетического оборудования |                                    |          |          |          |

|                                                                                               |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| Законы распределения вероятности работоспособности и отказа теплоэнергетического оборудования | +  |    |    |
| Время отказа и восстановления теплоэнергетического оборудования                               | +  |    |    |
| Методы расчета показателей надежности простых теплоэнергетических систем                      |    |    |    |
| Методы расчета надежности при простом соединении теплоэнергетического оборудования            |    | +  |    |
| Методы увеличения надежности теплоэнергетических систем                                       |    | +  |    |
| Методы повышения надежности сложных теплоэнергетических систем                                |    |    |    |
| Построение структурных схем для теплоэнергетических систем                                    |    |    | +  |
| Построение деревьев отказа теплоэнергетических систем                                         |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                       | 20 | 40 | 40 |

## 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-1               | ИД-3ПК-1 Выполняет технико-экономические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники | Знать:<br>методы расчета показателей надежности теплоэнергетических систем<br>Уметь:<br>рассчитывать показатели надежности теплоэнергетических систем<br>проводить анализ показателей надежности теплоэнергетических систем | КМ-1 Методы расчета показателей надежности отдельного теплоэнергетического оборудования (Контрольная работа)<br>КМ-2 Методы расчета показателей надежности простых теплоэнергетических систем (Контрольная работа)<br>КМ-3 Методы повышения надежности сложных теплоэнергетических систем (Контрольная работа) |

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

### **КМ-1. Методы расчета показателей надежности отдельного теплоэнергетического оборудования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные задачи для письменного решения в аудитории в течение 1 академического часа.

#### **Краткое содержание задания:**

При включении зажигания двигатель начинает работать с вероятностью  $p$ .

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить анализ показателей надежности теплоэнергетических систем | 1.Найти вероятность того, что для ввода двигателя в работу придется включить зажигание не более двух раз.<br>2.Найти вероятность того, что двигатель начнет работать при повторном включении зажигания. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "5" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "4" выставляется если задание выполнено с ошибкой, не приводящей к неверному результату*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "3" выставляется если задание выполнено с грубой ошибкой в ходе решения или в результате.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "2" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию*

### **КМ-2. Методы расчета показателей надежности простых теплоэнергетических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные задачи для письменного решения в аудитории в течение 1 академического часа.

**Краткое содержание задания:**

Имеется две партии однородных изделий; первая партия состоит из  $N$  изделий, среди которых  $n$  дефектных; вторая партия - из  $M$  изделий, среди которых  $m$  дефектных. Из первой партии берется случайным образом  $K$  изделий, а из второй  $L$  изделий ( $K < N; L < M$ ); эти  $K+L$  изделий смешиваются и образуется новая партия. Из новой смешанной партии берется наугад одно изделие.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                         |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                            |
| Знать: методы расчета показателей надежности теплоэнергетических систем | 1. Найти вероятность того, что изделие будет дефектным. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "5" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "4" выставляется если задание выполнено с ошибкой, не приводящей к неверному результату

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "3" выставляется если задание выполнено с грубой ошибкой в ходе решения или в результате.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "2" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-3. Методы повышения надежности сложных теплоэнергетических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдаются индивидуальные задачи для письменного решения в аудитории в течение 1 академического часа.

**Краткое содержание задания:**

Тепловая схема состоит из двух дублирующих друг друга узлов 1 и 2, и может работать случайным образом в одном из двух режимов: благоприятном и неблагоприятном. В благоприятном режиме надежность каждого узла равна  $p_1$ , в неблагоприятном -  $p_2$ . Вероятность того, что схема будет работать в благоприятном режиме, равна  $P_1$ , в неблагоприятном -  $1-P_1$ .

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                      |                                                |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                    | Вопросы/задания для проверки                   |
| Уметь: рассчитывать показатели надежности теплоэнергетических систем | 1.Найти полную (среднюю) надежность прибора Р. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "5" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "4" выставляется если задание выполнено с ошибкой, не приводящей к неверному результату*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "3" выставляется если задание выполнено с грубой ошибкой в ходе решения или в результате.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "2" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию*

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

#### Пример билета

1. При включении зажигания двигатель начинает работать с вероятностью  $p$ . Найти вероятность того, что двигатель начнет работать при повторном включении зажигания.
2. Имеется две партии однородных изделий; первая партия состоит из  $N$  изделий, среди которых  $n$  дефектных; вторая партия - из  $M$  изделий, среди которых  $m$  дефектных. Из первой партии берется случайным образом  $K$  изделий, а из второй  $L$  изделий ( $K < N; L < M$ ); эти  $K+L$  изделий смешиваются и образуется новая партия. Из новой смешанной партии берется наугад одно изделие. Найти вероятность того, что изделие будет дефектным.
3. Тепловая схема состоит из двух дублирующих друг друга узлов 1 и 2, и может работать случайным образом в одном из двух режимов: благоприятном и неблагоприятном. В благоприятном режиме надежность каждого узла равна  $p_1$ , в неблагоприятном -  $p_2$ . Вероятность того, что схема будет работать в благоприятном режиме, равна  $P_1$ , в неблагоприятном -  $1-P_1$ . Найти полную (среднюю) надежность прибора  $P$ .

#### Процедура проведения

Студентам выдаются индивидуальные задания из 3 задач для письменного решения в аудитории в течение 2 академических часов.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗПК-1 Выполняет технико-экономические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### Вопросы, задания

1. При включении зажигания двигатель начинает работать с вероятностью  $p$ . Найти вероятность того, что двигатель начнет работать при повторном включении зажигания.
2. Имеется две партии однородных изделий; первая партия состоит из  $N$  изделий, среди которых  $n$  дефектных; вторая партия - из  $M$  изделий, среди которых  $m$  дефектных. Из первой партии берется случайным образом  $K$  изделий, а из второй  $L$  изделий ( $K < N; L < M$ ); эти  $K+L$  изделий смешиваются и образуется новая партия. Из новой смешанной партии берется наугад одно изделие. Найти вероятность того, что изделие будет дефектным.
3. Тепловая схема состоит из двух дублирующих друг друга узлов 1 и 2, и может работать случайным образом в одном из двух режимов: благоприятном и неблагоприятном. В благоприятном режиме надежность каждого узла равна  $p_1$ , в неблагоприятном -  $p_2$ . Вероятность того, что схема будет работать в благоприятном режиме, равна  $P_1$ , в неблагоприятном -  $1-P_1$ . Найти полную (среднюю) надежность прибора  $P$ .

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Наблюдение за работой устройства из трех блоков N1, N2, N3. Работоспособность блока зависит от работоспособности каждого блока. Работоспособность блока определяется реакцией на событие В.

Ответы:

Представить формулу для определения исправности устройства

Верный ответ:  $A = B1B2B3$

2. При проведении испытаний вентилятора в течение некоторого времени произошел его отказ. Вентилятор состоит из электродвигателя, вала с подшипниками и крыльчатки.

Ответы:

Сделать вывод, являются ли совместными события об исправности элементов вентилятора

Верный ответ: Элементы вентилятора совместны

3. Четыре технологические линии различной мощности выпускают одноименную продукцию. Доля продукции, %, выпускаемой первой линией, от объема ее для предприятия в целом, составляет  $q_1$ , второй -  $q_2$ , третьей -  $q_3$ , четвертой -  $q_4$ .

Вероятность безотказной работы приборов, изготовленных на первой, второй, третьей и четвертой технологических линиях, равны соответственно  $P_1, P_2, P_3, P_4$ .

Ответы:

Представить формулу для определения полной вероятности безотказной работы приборов, выпускаемых предприятием.

Верный ответ:  $P = (q_1P_1 + q_2P_2 + q_3P_3 + q_4P_4) / 100$

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "5" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "4" выставляется если задание выполнено с ошибкой, не приводящей к неверному результату*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "3" выставляется если задание выполнено с грубой ошибкой в ходе решения или в результате.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "2" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию*

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