

**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: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Надежность 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	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

М.В. Горелов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

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 рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы

ИД-4 Проводит оценку степени эффективности, надежности и безопасности работы систем обеспечения тепловых режимов работы приборов и оборудования

2. ПК-5 Способен участвовать в выполнении отдельных разделов проектов коммунальных и промышленных объектов, проектировании энергетических, теплотехнических и теплотехнологических аппаратов в соответствии с техническими заданиями и действующими нормативно-техническими документами

ИД-1 Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов

ИД-2 Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Использование основных теорем теории для расчета вероятностей сложных случайных событий. Интегральные и дифференциальные характеристики надежности. (Контрольная работа)

2. Применение многомерных случайных величин и систем случайных величин для расчета надежности (Контрольная работа)

3. Применение случайных функций и процессов при определении характеристик надежности. (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Использование основных теорем теории для расчета вероятностей сложных случайных событий. Интегральные и дифференциальные характеристики надежности. (Контрольная работа)

КМ-2 Применение многомерных случайных величин и систем случайных величин для расчета надежности (Контрольная работа)

КМ-3 Применение случайных функций и процессов при определении характеристик надежности. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	5	10	14
Основные понятия теории надежности сложных систем.				
Понятие системы, надежности системы. Вероятностный характер показателей надежности.	+			
Понятия теории вероятностей и математической статистики, используемые при расчете надёжностных характеристик.				
Вероятности сложных и условных событий.	+			
Применение случайных величин при расчете характеристик надежности.	+			
Методы расчета показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем.				
Применение законов распределения случайных величин для расчета характеристик надежности	+			
Методы повышения надежности технических систем.				
Понятия о резервировании, виды резерва. Методы снижения интенсивности отказов. Расчет характеристик надежности при различных видах резервирования.			+	
Анализ технических и технологических систем с помощью структурных схем.				
Структурные схемы технических и технологических систем, их виды и применение к расчету характеристик надежности систем.			+	
Применение систем случайных величин, функций случайных величин и многомерных случайных величин для расчета характеристик надежности				
Применение многомерных и связанных случайных величин при расчете характеристик надежности.			+	
Методы теории случайных функций и процессов при расчете характеристик надежности.				
Применение случайных функций при расчете характеристик надежности.				+
Применение теории случайных процессов при расчете характеристик надежности. Потоки отказов, параметры потоков, классификация потоков. Марковские процессы, расчет характеристик надежности.				+
Вес КМ:		30	40	30

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 представление исходных данных в виде таблицы

- КМ-2 Представление чертежа технологической схемы
 КМ-3 Представление результатов расчетов
 КМ-4 Представление чертежа расчетной схемы, соответствующей технологической схеме
 КМ-5 Представление результатов расчетов параметров надежности по блокам и всей системы
 КМ-6 Представление результатов расчетов по измененным расчетным схемам
 КМ-7 Представление данных сравнительного анализа и пояснительной записки.

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	2	4	6	8	10	12	14
Сбор исходных данных для расчета параметров надежности элементов системы	+							
Составление технологической схемы энергетической системы.		+						
Расчет параметров надежности элементов системы по выбранным законам распределения				+				
Составление расчетной схемы по построенной технологической схеме					+			
Расчет параметров надежности блоков системы						+		
Изменение расчетной схемы и технологической схемы системы для достижения необходимого уровня надежности							+	
Сравнительный анализ расчетных и технологических схем.								+
Вес КМ:		10	10	10	10	20	20	20

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-4 _{ПК-4} Проводит оценку степени эффективности, надежности и безопасности работы систем обеспечения тепловых режимов работы приборов и оборудования	Знать: методы повышения надежности элементов и систем; Уметь: применять способы повышения надежности элементов и систем;	КМ-2 Применение многомерных случайных величин и систем случайных величин для расчета надежности (Контрольная работа)
ПК-5	ИД-1 _{ПК-5} Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов	Знать: методы моделирования характеристик надежности систем; Уметь: строить модели для расчета надежности систем;	КМ-3 Применение случайных функций и процессов при определении характеристик надежности. (Контрольная работа)
ПК-5	ИД-2 _{ПК-5} Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов	Знать: методы расчета характеристик надежности элементов и систем; Уметь: рассчитывать характеристики надежности элементов и систем;	КМ-1 Использование основных теорем теории для расчета вероятностей сложных случайных событий. Интегральные и дифференциальные характеристики надежности. (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Использование основных теорем теории для расчета вероятностей сложных случайных событий. Интегральные и дифференциальные характеристики надежности.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Самостоятельное выполнение заданий в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы и решить задачи

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы расчета характеристик надежности элементов и систем;	1. Два насоса (1,2) обеспечивают подачу воды на определенную высоту. Событие А – работоспособен насос 1. Событие В – работоспособен насос 2. Выразить событие С (отказ системы) через события А и В. 2. Время работы до отказа t – случайная величина и подчинена показательному закону с интенсивностью λ : $f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$, $t > 0$. Найти функцию распределения $F(t)$. Найти вероятность того, что случайная величина T примет значение меньше, <чем ее математическое ожидание.
Уметь: рассчитывать характеристики надежности элементов и систем;	1. Два насоса, обеспечивают работу гидросистемы. Вероятность работоспособности первого: $P_1 = 0.85$, второго: $P_2 = 0.9$ (в данных условиях). В промежутке времени $[t_1; t_2]$ произошел отказ системы насосов. Найти вероятность того, что отказ системы произошел из-за отказа первого насоса. 2. Отклонение от номинальной величины диаметра подшипника – случайная величина X с вероятностью p_1 имеет плотность $f_1(x)$, а с вероятностью p_2 – плотность $f_2(x)$. Найти полную(среднюю) плотность случайной величины X . 3. Время работы до отказа t – случайная величина и подчинена показательному закону с интенсивностью λ : $f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$, $t > 0$. Найти функцию распределения $F(t)$. Найти вероятность того, что случайная величина T примет значение меньше, <чем ее математическое ожидание.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Выполнены все задания.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более половины заданий.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнена половина заданий.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее половины заданий.

КМ-2. Применение многомерных случайных величин и систем случайных величин для расчета надежности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Самостоятельное выполнение заданий в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы и решить задачи.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы повышения надежности элементов и систем;	1. Случайная точка (X, Y), где X, Y – времена работы двух устройств до отказа, распределена по нормальному закону на плоскости с параметрами $m_x = 1, m_y = -1, \sigma_x = 1, \sigma_y = 2, \rho_{xy} = 0$. Написать выражение нормального закона распределения. Определить вероятность попадания случайной точки внутрь области, ограниченной эллипсом: $(x-1)^2 + (y+1)^2/4 = 1$. 2. Времени работы двух, независимо работающих, насосов – случайные величины T_1 и T_2, подчиненные каждому показательному закону: $f_1(t_1) = \lambda_1 \exp(-\lambda_1 t_1), t_1 > 0; f_2(t_2) = \lambda_2 \exp(-\lambda_2 t_2), t_2 > 0$. Написать выражения совместной плотности и совместной функции распределения системы (T_1, T_2).
Уметь: применять способы повышения надежности элементов и систем;	1. Функция распределения системы двух случайных величин (X, Y), имеет вид $F(x, y)$. Определить вероятность попадания случайной точки (X, Y) в область D, ограниченную справа абсциссой «а», снизу и сверху ординатами «b» и «с». 2. Система двух случайных величин X, Y, где X и Y – величины отклонения от номинала размеров деталей, изготовленных двумя устройствами, распределена по

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	нормальному закону с параметрами: $mX = mY = 0$; $\sigma X = \sigma Y = \sigma$; $r = 0$, где r - коэффициент корреляции. Определить вероятность события $A = \{Y < X\}$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Выполнены все задания.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Выполнены более половины всех заданий.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнена половина всех заданий.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее половины всех заданий.

КМ-3. Применение случайных функций и процессов при определении характеристик надежности.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Самостоятельное выполнение заданий в аудитории.

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленные вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы моделирования характеристик надежности систем;	1.Рассматривая неслучайную функцию времени $f(t)$ как частный случай случайной функции $X(t) = f(t)$, найти ее математическое ожидание $m(t)$, дисперсию $D(t)$, корреляционную функцию $K(t, t')$. Является ли $X(t)$ стационарной. 2.Интервал времени T между событиями (отказами) в ординарном потоке имеет плотность $f(t) = M \cdot \exp(-M \cdot (t - t_0))$ при $t > t_0$; $f(t) = 0$ при $t < t_0$. Интервалы между событиями (отказами) независимы. Определить интенсивность потока M
Уметь: строить модели для расчета надежности систем;	1.Э.с.ф.(элементарная случайная функция) имеет вид: $Y(t) = \exp(-X \cdot t)$, время $t > 0$, где случайная величина X распределенная по показательному закону с плотностью $f(x) = \lambda \cdot \exp(-\lambda \cdot x)$, $x > 0$, $\lambda > 0$. Найти характеристики случайной функции $Y(t)$: m_Y , σ_Y , DY , $KY(t, t_1)$, $r(t, t_1)$

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2.Рассмотрим однокомпонентную восстанавливаемую систему. $P_1(t)$ - вероятность состояния работоспособности, $P_2(t)$ - вероятность состояния отказа, A - интенсивность отказа, B - интенсивность восстановления. Составить систему уравнений для определения $P_1(t)$, $P_2(t)$. Определить $P_1(t)$, $P_2(t)$ для стационарного случая.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Выполнены все задания без ошибок

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более половины заданий.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнена половина заданий.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее половины заданий.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Среднее время работы устройства до отказа.
2. Характеристики надежности последовательно соединенных элементов.

Процедура проведения

Традиционная форма.

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа 45 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-4} Проводит оценку степени эффективности, надежности и безопасности работы систем обеспечения тепловых режимов работы приборов и оборудования

Вопросы, задания

- 1.1. Среднее время работы устройства до отказа.
2. Характеристики надежности последовательно соединенных элементов.
1. Отказы - случайные события. Алгебра событий.
2. Характеристики надежности при параллельном соединении элементов:
 $P(t), T_{cp}(t)$.
 1. Классическое определение вероятности событий. Вероятность суммы зависимых и независимых событий.
 2. Определение вероятности работоспособности системы с параллельно-последовательной структурой.
 1. Частотное определение вероятности случайных событий. Вероятность произведения зависимых и независимых случайных событий.
 2. Понятие метода «дерева отказов». Условия применимости метода.
 1. Формула полной вероятности.
 2. Понятие о резервировании. Пассивное и активное резервирование.
 1. Формула Байеса.
 2. Резервирование с дробной кратностью.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При каких условиях при проведении испытаний вероятность отказа (работоспособности) элементов можно определять по классической формуле.
1. Если в результате эксперимента (испытания) происходят события (отказ или работоспособность), образующие полную группу и являющиеся равновероятными.
2. Если в результате эксперимента (опыта) происходят события (отказ или работоспособность) сводящиеся к схеме случаев.
3. Если в результате эксперимента (испытания) происходят события (отказ или работоспособность), образующие полную группу и являющиеся несовместными.

2. Если проведена серия опытов, в каждом из которых могло произойти или нет событие А (например отказ), то частотой события называют отношение числа опытов, в которых появилось событие А, к общему числу опытов, $P^*(A) = m/n$; m – число появлений события А, n – общее число опытов.

В каком случае частота сходится к вероятности этого события.

1. когда число опытов, в которых произошло событие А увеличивается с ростом общего числа опытов;
2. когда увеличивается общее число опытов;
3. когда число опытов, в которых произошло событие А уменьшается с ростом общего числа опытов.

3. Задача.

Два насоса, обеспечивают работу гидросистемы. Вероятность работоспособности первого: $P_1 = 0.85$, второго: $P_2 = 0.9$ (в данных условиях). В промежутке времени $[t_1; t_2]$ произошел отказ системы насосов. Найти вероятность того, что отказ системы произошел из-за отказа первого насоса.

1. 0,575;
2. 0,362;
3. 0,235.

4. Задача.

Подача теплоносителя в теплосистему осуществляется основным насосом. Для повышения надежности работы теплосистемы проводится резервирование тремя насосами, один из которых включается при отказе основного, при помощи переключателя. При этом выбор для замены одного из резервных насосов равновероятен. Вероятность работоспособности резервного насоса в момент включения P_i , где $i = 1, 2, 3$. $P_1 = 0.99$; $P_2 = 0.93$; $P_3 = 0.96$. Переключатель абсолютно надежен.

Определить вероятность работоспособности резерва, $P(A)$.

1. $P(A) = 0.95$;
2. $P(A) = 0.96$;
3. $P(A) = 0.94$.

5. Определение функции распределения, $F(x)$.

P – вероятность случайной величины X принять определенное значение x_i

1. $F(x) = P(X < x)$;
2. $F(x) = P(X \leq x)$;
3. $F(x) = P(X = x)$;

6. Задача.

Дано: $F(x) = 0$ при $x \leq 0$; $F(x) = ax^2$ при $0 < x \leq 1$; $F(x) = 1$ при $x > 1$.

Найти: a , $f(x)$, $P(0.25 < x < 0.5)$.

1. $a = 0.5$; $f(x) = x$; $P(0.25 < x < 0.5) = 0.2185$;
2. $a = 1$; $f(x) = 2x$; $P(0.25 < x < 0.5) = 0.1875$;
3. $a = 0.3$; $f(x) = 0.3x$; $P(0.25 < x < 0.5) = 0.1935$.

Ответы:

В данных тестах необходимо выбрать правильный ответ. При этом в задачах проводятся необходимые вычисления

Верный ответ: 1. Если в результате эксперимента (опыта) происходят события (отказ или работоспособность) сводящиеся к схеме случаев. 2. когда увеличивается общее число опытов; 3. $P = 0,575$; 4. $P(A) = 0,96$; 5. $F(x) = P(X < x)$; 6. $a = 1$; $f(x) = 2x$; $P(0,25 < x < 0,5) = 0,1875$;

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-5} Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов

Вопросы, задания

- 1.1. Нормальный закон распределения случайной величины.
2. Определение характеристик надежности систем с мостиковой структурой.
 1. функции случайных величин. Моменты функций случайных величин.
2. Расчет вероятности работоспособности методом минимальных путей и сечений.
 1. Интегральная формула полной вероятности. Математическое ожидание суммы случайных величин.
 2. Метод пассивной отказоустойчивости. Вероятность работоспособности системы. Среднее время безотказной работы.
1. Понятие случайного события. Полная группа событий.
2. Метод пассивной отказоустойчивости. Дисперсия времени безотказной работы.
 1. Математическое ожидание, дисперсия линейной функции системы случайных величин.
 2. Влияние переключающих устройств на качество резервирования при общем резервировании.
1. Дисперсия суммы случайных величин
2. Резервирование замещением. Вероятность работоспособности и отказа системы, резервированной m раз.
 1. Вероятность попадания случайной величины на заданный отрезок.
 2. Вероятность работоспособности системы, резервированной замещением в случае горячего резерва.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. *Выбрать правильный ответ.*

1. Определение вероятности отказа.
 $P(t)$ – вероятность безотказной работы.
 T – время работы от момента начала эксплуатации до отказа, t – заданное время безотказной работы с момента начала эксплуатации.
 1. $P(t) = P(T \geq t)$;
 2. $P(t) = P(T \leq t)$;
 3. $P(t) = P(t > T)$;

2. Статистическое определение вероятности отказа, $Q^*(t)$.
 N_0 – число образцов вначале испытания, $n(t)$ – число отказавших элементов во время испытания.
 1. $Q^*(t) = 1 - n(t) / N_0$;
 2. $Q^*(t) = (N_0 - n(t)) / N_0$;
 3. $Q^*(t) = 1 - (N_0 - n(t)) / N_0$;

3. Количественная характеристика надежности – частота отказов, $a(t)$.
Дать статистическое определение частоты отказов, $a^*(t)$, где $n(t)$ – число отказавших образцов; Δt – интервал времени испытаний; N_0 – число образцов в начале испытания;
 1. $a^*(t) = n(t) / (N_0 \Delta t)$, где $N_0, n(t)$ – не заменяются исправными на интервале

- $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$;
2. $a^*(t) = n(t) / N_0$, где N_0 , $n(t)$ – не заменяются исправными на интервале $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$;
3. $a^*(t) = n(t)/(N_0 \Delta t)$, где $n(t)$ – заменяются исправными на интервале Δt .

4. Количественная характеристика надежности – интенсивность отказов, $\lambda(t)$.

Статистическое определение интенсивности, $\lambda^*(t)$.

1. $\lambda^*(t) = n(t) / (N_{cp} \Delta t)$, где $n(t)$ – число отказавших элементов на интервале $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$; $N_{cp} = (N_i + N_{i+1})/2$ – среднее число элементов в интервале Δt ; N_i – в начале интервала, N_{i+1} – в конце интервала.
2. $\lambda^*(t) = n(t) / (N_0 \Delta t)$, где $n(t)$ – число отказавших элементов на интервале Δt ; N_0 – общее число исходных работоспособных элементов;
3. $\lambda^*(t) = n(t)(t_{i+1} - t_i) / (N \Delta t)$, где $n(t)$ – число отказавших элементов на интервале $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$; $N_{cp} = (N_i + N_{i+1})/2$ среднее число элементов в интервале Δt ; N_i – в начале интервала, в момент t_i ; N_{i+1} – в конце интервала, в момент t_{i+1} .

5. Коэффициенты надежности: коэффициент готовности, КГ; коэффициент вынужденного простоя, Кп; коэффициент отказов элементов, Ко.

Какой коэффициент определяется формулой: $K = t_p / (t_p + t_v)$, где t_p – время безотказной работы; t_v – время восстановления.

1. Кп;
2. Ко;
3. КГ .

6. Как связаны между собой $\lambda(t)$, $a(t)$, $P(t)$.

1. $a(t) = P(t) / \lambda(t)$
2. $\lambda(t) = P(t) / a(t)$;
3. $\lambda(t) = a(t) / P(t)$

Ответы:

В данных тестах необходимо выбрать правильный ответ. При этом в задачах проводятся необходимые вычисления.

Верный ответ: 1. $P(t) = P(T \leq t)$; 2. $Q^*(t) = 1 - (N_0 - n(t))/N_0$; 3. $a^*(t) = n(t)/(N_0 \Delta t)$, где N_0 , $n(t)$ – не заменяются исправными на интервале $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$; 4. $\lambda^*(t) = n(t) / (N_{cp} \Delta t)$, где $n(t)$ – число отказавших элементов на интервале $[t - \Delta t/2 ; t + \Delta t/2]$; $N_{cp} = (N_i + N_{i+1})/2$ – среднее число элементов в интервале Δt ; N_i – в начале интервала, N_{i+1} – в конце интервала. 5. КГ . 6. $\lambda(t) = a(t) / P(t)$

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-5 Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов

Вопросы, задания

- 1.1. Моменты случайных величин. Связь второго начального и второго центрального моментов.
2. Вероятность работоспособности системы, резервированной замещением в случае холодного резерва.
1. Функция распределения, плотность функции распределения дискретных и непрерывных случайных величин.

2. Понятие скользящего резерва. Вероятность работоспособности системы со скользящим резервом.

1. Системы случайных величин. Функция распределения системы двух случайных величин

2. Частота и интенсивность отказа при общем пассивном резервировании.

1. Условные законы распределения системы двух случайных величин. Зависимые и независимые случайные величины.

2. Влияние переключающих устройств на качество резервирования.

1. Начальные, центральные, смешанные моменты системы двух случайных величин.

2. Основные понятия теории случайных функций.

1. Характеристики случайных функций.

2. Определение характеристик случайных функций из опыта.

1. Свойства корреляционных функций.

2. Понятие Марковского случайного процесса.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 1. Задача.

Определить плотность вероятности C , случайной величины (времени отказа), распределенной равномерно на отрезке $[a, b]$. $T(a, b) = 25$ сек.

1. $C = 1 / 4$;

2. $C = 1 / 25$;

3. $C = 25$;

2. Задача.

Функция распределения вероятности времени безотказной работы устройства имеет вид: $F(t) = \exp(-\lambda t)$, где интенсивность отказов, $\lambda = 0,001$ 1/ (час); t – время безотказной работы (час). Определить вероятность безотказной работы устройства течение 2 часов.

1. $P(t) = 0,995$;

2. $P(t) = 0,998$;

3. $P(t) = 0,999$;

3. Задача.

Определить вероятность ($P(t)$) работоспособности системы двух подающих теплоноситель в сеть насосов (2,3), включенных параллельно, и запорных устройств (1,4), установленных последовательно к этой насосной группе, до и после.

Вероятности работоспособности элементов системы: $p_1 = 0,96$; $p_2 = 0,98$; $p_3 = 0,98$; $p_4 = 0,96$.

1. $P(t) = 0,921$;

2. $P(t) = 0,943$;

3. $P(t) = 0,951$.

4. Задача.

Выборочному контролю подвергается партия из 100 изделий.

Условием непригодности всей партии является наличие хотя бы одной бракованной детали из трех по очереди проверяемых. Какова вероятность пригодности данной партии, если она содержит 5% неисправных деталей. A – событие, состоящее в том, что партия деталей будет принята.

A_i – события, соответствующие очередности выбора исправных изделий.

$P(A)$ – вероятность того, что партия будет принята.

1. $P(A) = 0,856$;

2. $P(A) = 0,893$;

3. $P(A) = 0,951$

5. Задача.

Плотность вероятности времени отказа: $f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$, $t > 0$, $\lambda > 0$; $Y = \exp(-T)$.

Определить математическое ожидание mY .

1. $mY = \lambda / (\lambda + 1)$;

2. $mY = 1 / (\lambda + 1)$;

3. $mY = \lambda / (\lambda + 1)^2$.

6. Задача.

Дано: имеем группу из n элементов, по которым оказывается некоторое воздействие. Каждый из объектов в результате воздействия может быть приведен в состояние S с вероятностью P_i .

Определить: $M[X]$ – математическое ожидание случайной величины

X – числа объектов приведенных в состояние S .

1. $m_x = \sum i (P_i)$;

2. $m_x = \prod i (P_i)$;

3. $m_x = [n/(n+1)]P_i$.

Ответы:

В данных тестах необходимо выбрать правильный ответ. При этом в задачах проводятся необходимые вычисления

Верный ответ: 1. $C = 1 / 25$; 2. $P(t) = 0,998$; 3. $P(t) = 0,921$; 4. $P(A) = 0,856$; 5. $mY = \lambda / (\lambda + 1)$; 6. $m_x = \sum i (P_i)$;

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Получены исчерпывающие ответы на вопросы, поставленные в билете и дополнительные вопросы.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Допущены небольшие шибки в ответах на вопросы, поставленные в билете. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Допущены ошибки в ответе на один из вопросов билета или не дан ответ на один из вопросов, поставленные в билете. Получены неполные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не получены ответы по двум вопросам билета или допущены грубые ошибки в ответах по билету и дополнительных вопросах.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе ответа на экзамене, при этом учитываются результаты по контрольным работам, выполненным в течение семестра.

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Традиционная форма в виде устного ответа с представлением необходимого графического материала и ответами на дополнительные вопросы.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект (работа) выполнен(а) без ошибок. При изложении содержания работы продемонстрировано точное представление задачи и метода ее решения. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект (работа) выполнен(а) без ошибок. При изложении содержания работы продемонстрировано знание метода решения задачи. Не на все дополнительные вопросы получены ответы.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Курсовой проект (работа) выполнен(а). При изложении выявлены допущенные ошибки, которые принципиально не влияют на окончательный результат. При этом продемонстрировано знание метода решения задачи. Не на все дополнительные вопросы получены ответы.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: При изложении результатов работы выявлены ошибки, принципиально влияющие на окончательный результат. При этом на все дополнительные вопросы не получены исчерпывающие ответы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе ответа по работе с учетом ее сложности, при этом учитываются результаты по контрольным работам, выполненным в течение семестра.