

**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: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основы теории надежности**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андрюшин А.В.
	Идентификатор	R58c1b096-AndriushinAV-dc5e9a3

(подпись)

А.В.
Андрюшин
(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

(подпись)

С.В. Мезин
(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев
(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-1 Способен участвовать в организации и эксплуатации систем управления технологическими объектами

ИД-2 Демонстрирует знание основ теории надежности для расчета сложных систем, способов и методов повышения их надежности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем (Тестирование)
2. Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности восстанавливаемых объектов (Тестирование)
3. Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности (Тестирование)
4. Функциональные и численные показатели восстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем (Контрольная работа)
2. Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	12	14	16	16
Общие сведения о надежности технических объектов							
Общие сведения о надежности технических объектов	+						
Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности							
Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности						+	

Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем						
Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность резервируемых систем				+	+	+
Резервирование						
Резервирование				+	+	+
Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний						
Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний	+	+	+	+	+	
Надежностный синтез технических систем						
Надежностный синтез технических систем					+	
Надежность теплоэнергетического оборудования						
Надежность теплоэнергетического оборудования	+	+	+	+	+	+
Вес КМ:	10	15	15	20	20	20

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

БРС курсовой работы/проекта

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Ознакомление с заданием на курсовой работе, с методическими указаниями, характеристикой исходных данных курсового проекта		+			
Определение показателей надежности отдельных элементов или элемента по статистическим данным			+		
Определение показателей надежности заданной системы				+	
Сравнение и оценка различных методов повышения надежности заданной системы					+
Вес КМ:		5	30	40	25

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-2ПК-1 Демонстрирует знание основ теории надежности для расчета сложных систем, способов и методов повышения их надежности	<p>Знать:</p> <p>пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами</p> <p>методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности</p> <p>показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом</p>	<p>Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов (Тестирование)</p> <p>Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности (Тестирование)</p> <p>Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности (Тестирование)</p> <p>Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем (Тестирование)</p> <p>Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС (Контрольная работа)</p> <p>Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем (Контрольная работа)</p>

		показателей надежности рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполнена на базе тестовых вопросов, решается 40 вопросов, отведенное время 35 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку основных терминов и определений показателей надежности технических элементов

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов</p>	<p>1.1. Какие основные вопросы изучает теория надежности? а) критерии и количественные характеристики надежности технических объектов б) основы теории вероятности; в) методы проведения испытаний с целью получения показателей экономичности работы технических объектов Ответ: б</p> <p>2.2. Надежность технического объекта это? а) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции б) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. в) свойство объекта быть использованным при определенных условиях Ответ: б</p> <p>3.3. Можно ли оценить надежность объекта, не зная условия его эксплуатации и режимов его применения? а) нельзя оценить надежность объекта, не зная условия его эксплуатации и режимов его применения б) можно в) можно если знать как объект ремонтируется, восстанавливается Ответ: а</p> <p>4.4. Определение понятия элемента условно и относительно?</p>
--	---

	<p>а)-да, так как система, в свою очередь, можно рассматривать как совокупность элементов, связанных между собой функционально и определенными отношениями, взаимодействующие таким образом, чтобы обеспечивать выполнения общей задачи;</p> <p>б) нет.</p> <p>Ответ: а</p>
<p>Знать: пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами</p>	<p>1.5. Может ли объект находиться в следующих состояниях: - исправном, неисправном, работоспособном, неработоспособном, предельном?</p> <p>а)да, может находится в исправном, неисправном, работоспособном, неработоспособном, предельном только не одновременно</p> <p>б)-нет, может находится в только в работоспособном и неработоспособном состояниях</p> <p>Ответ: а</p> <p>2.6. Правильное или неправильное приведенное ниже определение работоспособности объекта?</p> <p>Работоспособность - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.</p> <p>а) правильное</p> <p>б) неправильное</p> <p>Ответ: б</p> <p>3.7. В результате чего возможен переход из неисправного состояния в исправное?</p> <p>а) отказа;</p> <p>б) повреждения;</p> <p>в) восстановления;</p> <p>Ответ: в</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в виде тестирования из 40 вопросов, отводится 35 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знания основных законов распределения, используемых в теории надежности

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами</p>	<p>1.1. Какой закон распределения вероятностей наиболее часто используются для описания наработки на отказ T (при проектировании)? а) Нормальный б) Вейбулла в) Экспоненциальный Ответ: в</p> <p>2.2. Какой закон, применяемый в теории надежности, зависит от двух параметров? а) Усеченно-нормальный б) Релея в) Вейбулла-Гнеденко Ответ: в</p> <p>3.3. Какой закон, применяемый в теории надежности, зависит от трех параметров? а) Экспоненциальный б) Усеченный нормальный в) Нормальный Ответ: б</p> <p>4.4. Какой закон, широко применяемый в теории надежности, зависит от одного параметра? а) Нормальный б) Вейбулла в) Экспоненциальный Ответ: в</p> <p>5.5. Закон распределения для дискретных случайных величин? а) Биномиальное распределение б) Экспоненциальное распределение Ответ: а</p> <p>6.6. Закон распределения для непрерывных случайных величин? а) Экспоненциальное распределение б) Биномиальное Ответ: а</p> <p>7.7. Какие законы распределения наиболее часто используются в качестве теоретических распределений наработки до отказа технических систем? а) закон Гаусса б) Нормальный закон Ответ: а</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится в виде тестирования из 40 вопросов, отводится 35 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний функциональных и численных показателей невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности

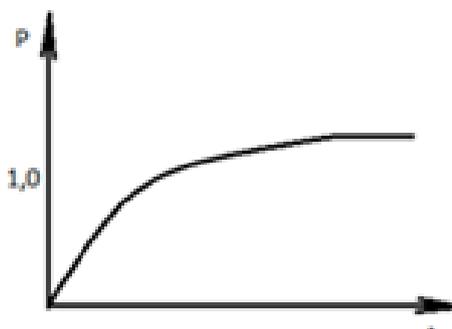
Контрольные вопросы/задания:

Знать: пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами

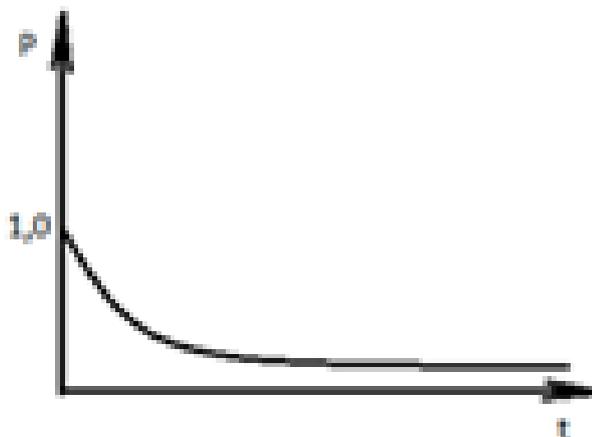
1.

1. Как себя ведет функция надежности элемента во времени?

2. а)

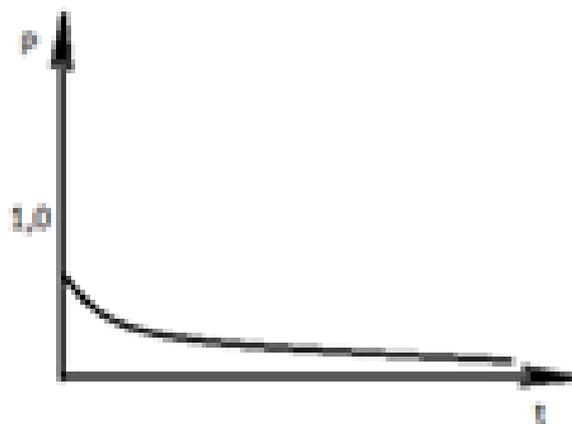


1. б)



1. в)

2.



Ответ: б

2.2. Функция ненадежности (риска) объекта является?

- а) возрастающей функцией времени
- б) убывающей функцией времени

Ответ: а

3.3. Функция распределения существует :

- а) только для дискретных случайных величин
- б) для дискретных и для непрерывных случайных величин
- в) только для непрерывных случайных величин

Ответ: б

4.4. Правильно ли приведенное ниже определение?

Для количественной оценки надежности применяются как единичные показатели, для оценки отдельных свойств, так и комплексные показатели, для оценки нескольких свойств технических объектов.

- а) неправильно
- б) правильно

Ответ: б

5.5. Вероятность безотказной работы или функция надежности объекта является?

- а) возрастающей функцией времени;
- б) убывающей функцией времени.

Ответ: б

6.6. Чему равна функция надежности $P(t)$ при $t=0$?

- а) 0
- б) 1

Ответ: б

7.7. Что обозначает условие $P(t)=1$?

- а) все элементы находятся в работоспособном состоянии
- б) элемент прошел так называемую «приработку» на заводе-изготовителе, где были устранены все скрытые дефекты
- в) в элементе отсутствуют дефекты, которые приведут к отказам его при включении

Ответ: а

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа проводится в виде тестирования из 40 вопросов, отводится 35 минут

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку терминов и определений при классификации и расчёте надежности нерезервированных систем и резервированных систем

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности	1.4. Что необходимо сделать для повышения надежности нерезервированной системы? а) увеличить число основных элементов (там, где это возможно) б) применять равнонадежные элементы. Ответ: б 2.5. При каком режиме резервирования эксплуатационные затраты выше? а)облегченном б)ненагруженном в)нагруженном Ответ: в 3.6. С позиции надежности какой режим самый тяжелый? а)нагруженный. б)ненагруженный. в)облегченный Ответ: а 4.7. Как называется система, содержащая только основные элементы? а)резервированная б)избыточная в)нерезервированная Ответ: в
Знать: пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том	1. 1. 1.Что необходимо сделать для повышения надежности нерезервированной системы?

<p>числе систем управления техническими объектами</p>	<p>2. а) использовать при конструировании системы элементы с интенсивностью отказов выше, чем у исходных элементов.</p> <p>3. б) уменьшать число резервных элементов (там, где это возможно)</p> <p>4. в) уменьшать число основных элементов (там, где это возможно)</p> <p>5. Ответ: в</p> <p>2.2. Какие методы резервирования Вы знаете?</p> <p>а) комбинированный (смешанный)</p> <p>б) второстепенный</p> <p>Ответ: а</p> <p>3.3. При резервировании с замещением резервные элементами замещают основные элементами только после отказа последних.</p> <p>а) да</p> <p>б) нет</p> <p>Ответ: а</p>
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-5. Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

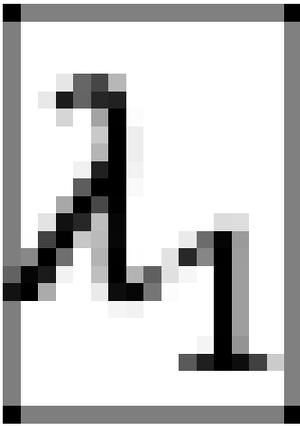
Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам, состоит из четырех задач, отводится одна пара

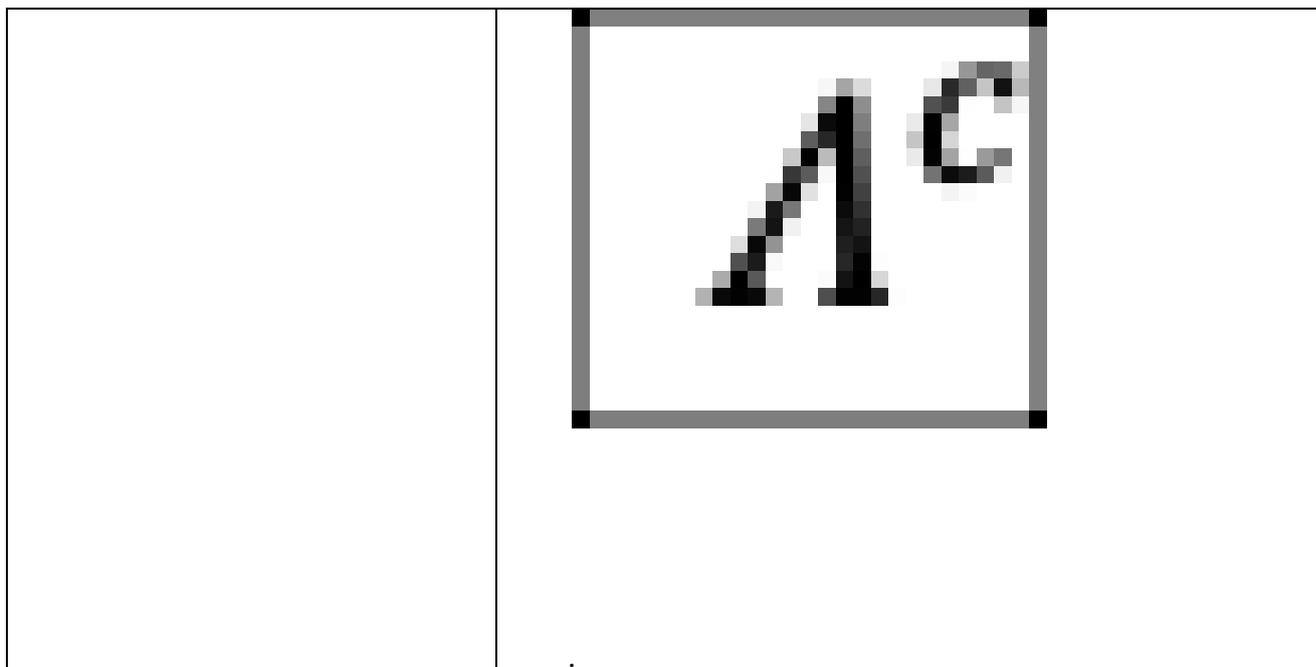
Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку умения расчета показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выбирать системы управления техническими объектами, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности</p>	<p>1. Функция ненадежности $Q(t_0) = 0,6$ в момент времени t_0 изменилась в три раза за время эксплуатации элемента $t_1 = 1000$ часов. Найти интенсивность отказа λ, среднюю наработку t_n и гамма-ресурс $t_\gamma = 0,8$ при $P_\gamma = 0,8$.</p> <p>2. При испытании большого числа однотипных элементов в «удаленный» момент времени $t_0 = 2000$ час было исправно $N(t_0) = 120$ элемента, а спустя t_1</p>
--	---

	<p>$=10$ часов их оказалось $N(t_0+10) = 100$. Найти оценки интенсивности отказов, средней наработки на отказ и плотности вероятности отказа $f(t)$ в момент времени $t_0 + 10$.</p>
<p>Уметь: определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов</p>	<p>1. Конструируемая осветительная система состоит из нескольких последовательно включенных электроламп с интенсивностью отказов</p>  <p>$\lambda = 0,000263$ 1/час, система должна обладать гамма-ресурсом</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $t_{\gamma=0,9}^c = 100 \text{ часов}$ </div> <p>при</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $P_{\gamma} = 0,9$ </div> <p>Определить минимально необходимое число электроламп m и интенсивность отказов системы</p>



Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-6. Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

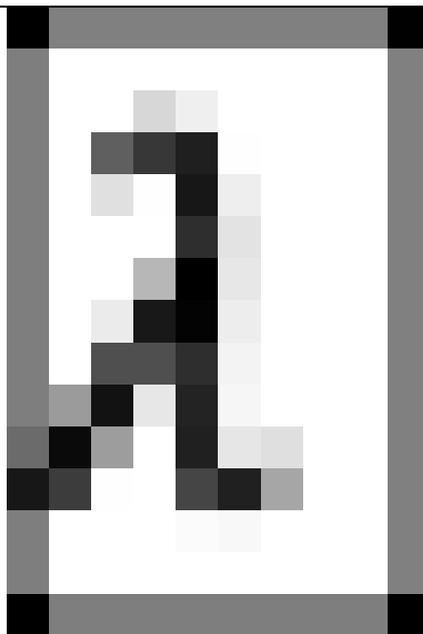
Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам, состоит из четырёх задач, отводится одна пара

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение рассчитать надежность нерезервированных и резервированных систем

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов</p>	<p>1.Техническая система состоит из 4-х равнонадежных основных элементов с интенсивностью отказов</p>
--	---



. Известно, что в момент времени

$$t_1 = 10$$

плотность вероятности отказа системы

$$f^c(t_1) = 0,004.$$

Определить интенсивность отказа элемента и системы, среднюю наработку на отказ системы и вероятность безотказной работы системы при

$$t_2 = 100.$$

Уметь: рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе

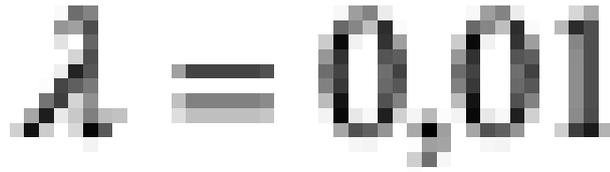
1. Резервированная система состоит из трех равнонадежных элементов с интенсивностью отказов

$$\lambda = 0,005$$

, два из которых основные, а третий может резервировать один из основных элементов (схема А) или оба основных элемента (схема Б).

Найти для схемы А среднюю наработку на отказ, аналогично для схемы Б найти среднюю наработку. Насколько схема Б более эффективна схемы А?

2. Резервированная система состоит из трех равнонадежных элементов с интенсивностью отказов



, два из которых основные, а третий индивидуально резервирует один из основных элементов.
Определить среднюю наработку на отказ системы и интенсивность отказов системы при $t_1=100$ часов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Надежность технических элементов. Основные понятия и определения :надежность, объект, изделие, элемент, система.
2. Сравнительный анализ систем с разными видами резервов
3. Задача.

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам, состоящим из трех заданий, на подготовку студентам отводится один час, далее идет устный опрос

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание основ теории надежности для расчета сложных систем, способов и методов повышения их надежности

Вопросы, задания

- 1.1. Надежность технических элементов. Основные понятия и определения :надежность, объект, изделие, элемент, система.
2. Сравнительный анализ систем с разными видами резервов
3. Задача.
 - 2.1. Проблема обеспечения надежности при проектировании, производстве и эксплуатации АСУТП
 2. Классификация резервированных систем
 3. Задача.
 - 3.1. Модель элемента
 2. Надежность систем с нагруженным резервом
 3. Задача.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Теория надежности — это общетехническая дисциплина, имеющая собственный предмет исследования, собственные методы и свою область применения?

Ответы:

1. да, общетехническая дисциплина, имеющая собственный предмет исследования, собственные методы и свою область применения
2. нет, это дисциплина, не имеющая собственный предмет исследования, собственные методы и свою область применения
3. оба определения верны

Верный ответ: 1

2. Надежность технического объекта это?

Ответы:

1. - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования

2. - свойство объекта сохранять в установленных пределах значения всех параметров
3. - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения

Верный ответ: 1

3. В теории надежности используют понятия элемент. Элемент это?

Ответы:

1. - объект, у которого на данном этапе анализа надежности, внутреннее строение значения не имеет, т.е. внутренняя структура на данном этапе анализа надежности не учитывается;
2. - объект, который является частью более сложного объекта (крупной системы);
3. - самостоятельно функционирующий объект;

Верный ответ: 1

4. Можно ли оценить надежность объекта, не зная условия его эксплуатации и режимов его применения?

Ответы:

1. нельзя оценить надежность объекта, не зная условия его эксплуатации и режимов его применения
2. можно
3. можно если знать как объект ремонтируется, восстанавливается

Верный ответ: 1

5. Приведенное ниже определение системы может быть использовано?

Система-совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и обладающая свойством, отличным от свойств отдельных ее элементов.

Ответы:

1. нет, не может быть использовано, так как неправильное
2. может быть использовано, так как является правильным
3. неправильное, но может быть использовано;

Верный ответ: 1

6. Какое понятие шире?

Понятие исправности или понятие работоспособности.

Ответы:

1. шире понятие исправности;
2. шире понятие работоспособности.

Верный ответ: 1

7. Вероятность безотказной работы или функция надежности объекта является?

Ответы:

- убывающей функцией времени.
- возрастающей функцией времени;

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

1 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу