

**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: ТЭС: схемы, системы и агрегаты

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)

A.B.**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	Олейникова Е.Н.
Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dc6

(подпись)

E.H.**Олейникова**

(расшифровка подписи)

**Заведующий
выпускающей кафедры**(должность, ученая степень,
ученое звание)

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Рогалев Н.Д.
Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

(подпись)

Н.Д. Рогалев

(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 к проектно-конструкторской деятельности в сфере тепло-энергетики и теплотехники

ИД-3 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 невосстанавливаемых объектов (Тестирование)
3. Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности (Тестирование)
4. Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых 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:	KM-1	KM-2	KM-3	KM-4	KM-5	KM-6
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	15
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 нерезервируемых 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:	15	15	15	15	20	20

\$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-1	ИД-3пк-1 Демонстрирует знание основ теории надежности для расчета сложных систем, способов и методов повышения их надежности	<p>Знать:</p> <p>методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов путем обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе выбирать системы</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>

		управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

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

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

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:

Знать: методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности	<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>5.5. 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 находиться в только в работоспособном и неработоспособном состояниях</p> <p>Ответ: а</p> <p>6.6. 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>7.7. 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:

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

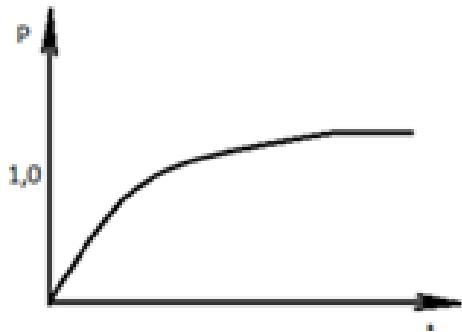
Краткое содержание задания:

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

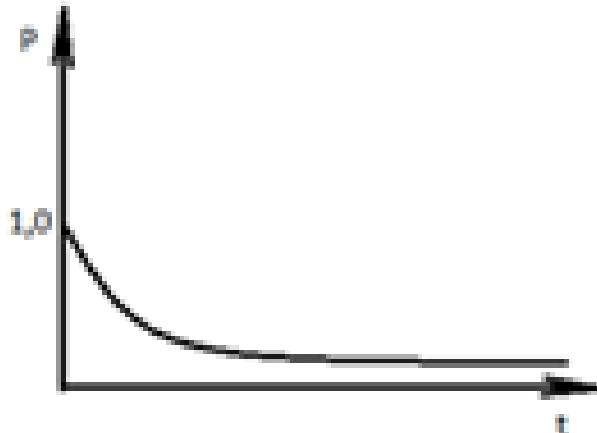
Контрольные вопросы/задания:

Знать: показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов

- 1.
1. 1. Как себя ведет функция надежности элемента во времени?
 2. а)

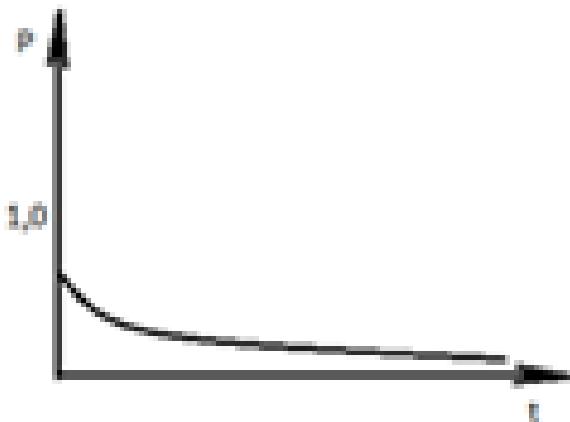


1. б)



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 $R(t)$ при $t=0$?

- а) 0
- б) 1

Ответ: б

7.7. Что обозначает условие $R(t)=1$?

- 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: 15

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:

<p>Знать: пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами</p>	<p>1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Что необходимо сделать для повышения надежности нерезервированной системы? а)использовать при конструировании системы элементы с интенсивностью отказов выше, чем у исходных элементов. б)уменьшать число резервных элементов (там, где это возможно) в)уменьшать число основных элементов (там, где это возможно) <p>5. Ответ: в</p> <p>2.2. Какие методы резервирования Вы знаете?</p> <p>а)комбинированный (смешанный) 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 б) нет</p> <p>Ответ: а</p> <p>4.4. Что необходимо сделать для повышения надежности нерезервированной системы?</p> <p>а) увеличить число основных элементов (там, где это возможно) б) применять равнонадежные элементы.</p>
--	---

	<p>Ответ: б</p> <p>5.5. При каком режиме резервирования эксплуатационные затраты выше?</p> <p>а)облегченном б)ненагруженном в)нагруженном</p> <p>Ответ: в</p> <p>6.6. С позиции надежности какой режим самый тяжелый?</p> <p>а)нагруженный. б)ненагруженный. в)облегченный</p> <p>Ответ: а</p> <p>7.7. Как называется система, содержащая только основные элементы?</p> <p>а)резервированная б)избыточная в)нерезервированная</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:

KM-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

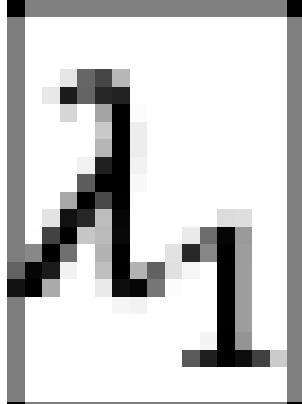
Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам, состоит из четырех задач, отводится одна пара

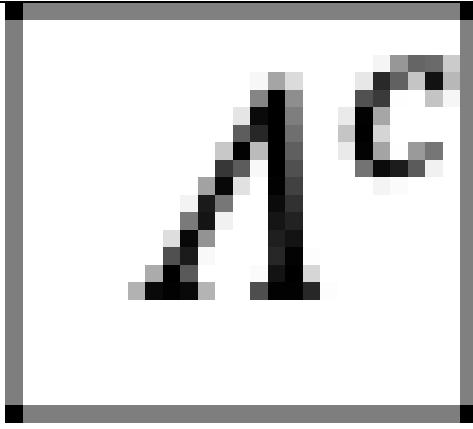
Краткое содержание задания:

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

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности	<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 $t_g=0,8$ при $R_g=0,8$.</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>
Уметь: определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов	<p>1. Конструируемая осветительная система состоит из нескольких последовательно включенных электроламп с интенсивностью отказов</p>  <p>$=0,000263 \text{ 1/час}$, 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

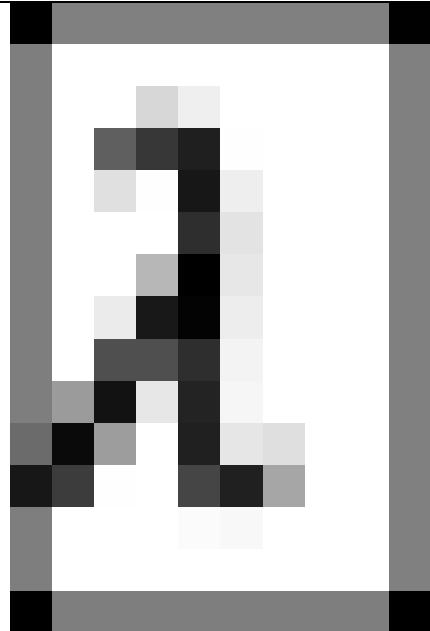
Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение рассчитать надежность нерезервированных и резервированных систем

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов

1. Техническая система состоит из 4-х равнонадежных основных элементов с интенсивностью отказов



. 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

$$\lambda = 0.01$$

, 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: Зачет с оценкой

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

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-Зпк-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