

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

дисциплины

Б1.О.22 «ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ»

для специальности

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»

по специализации

«Грузовая и коммерческая работа»

«Магистральный транспорт»

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«Транспортный бизнес и логистика»

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры
«Высшая математика»

Протокол № 4 от «17» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Высшая математика»
«17» декабря 2024 г.

_____ Е.А. Благовещенская

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«Магистральный транспорт»
«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«18» декабря 2024 г.

_____ О.Д. Покровская

Руководитель ОПОП ВО
«Грузовая и коммерческая работа»

«18» декабря 2024 г.

_____ А.В. Новичихин

Руководитель ОПОП ВО
«Транспортный бизнес и логистика»

«18» декабря 2024 г.

_____ П.К. Рыбин

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы, приведены в п. 2 рабочей программы.

2. Задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблицах 2.1 и 2.2.

Т а б л и ц а 2.1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.</i>		
<i>ОПК-4.1. Знает требования нормативных документов для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>Обучающийся знает: требования к показателям надежности и анализу надежности в области проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>Типовые расчеты №№1-3 Лабораторные работы №№1-3 Тестирования №№1-3 Вопросы к зачету №№1-29</i>
<i>ОПК-4.2. Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами.</i>	<i>Обучающийся умеет: выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами</i>	<i>Типовые расчеты №№1-3 Лабораторные работы №№1-3 Тестирования №№1-3 Вопросы к зачету №№1-29</i>

Т а б л и ц а 2.2

Для заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.</i>		
<i>ОПК-4.1. Знает требования нормативных документов для выполнения</i>	<i>Обучающийся знает: требования к показателям надежности и анализу надежности в области</i>	<i>Контрольная работа (часть 1 и часть 2) Лабораторные работы №№1-2</i>

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<i>проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>Вопросы к зачету №№1-29</i>
<i>ОПК-4.2. Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами.</i>	<i>Обучающийся умеет: выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами</i>	<i>Контрольная работа (часть 1 и часть 2) Лабораторные работы №№1-2 Вопросы к зачету №№1-29</i>

Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания

Перечень и содержание типовых расчетов

Типовой расчет 1 – Определение количественных показателей надежности

- 1) Аналитическое определение количественных показателей надежности объекта для типичных распределений времени безотказной работы.
- 2) Статистические оценки показателей надежности на основе результатов испытаний на надежность

Типовой расчет 2 – Расчет надежности структурных схем

- 1) Нахождение функции структуры.
- 2) Параллельно-последовательные, k- из-m- структуры, мостиковые структуры
- 3) Нахождение минимальных путей и разрезов.
- 4) Сведение к упрощенным параллельно-последовательным схемам.
- 5) Вычисление надежности структурных схем.

Типовой расчет 3 – Марковские модели в теории надежности

- 1) Нахождение возможных состояний восстанавливаемых систем.
- 2) Нахождение матрицы интенсивностей переходов состояний.
- 3) Написание дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний системы.
- 4) Определение стационарных вероятностей состояний системы.
- 5) Вычисление характеристик надежности с использованием стационарных вероятностей.

Перечень и содержание тестов

Тестирование 1- Терминология теории надежности , количественные показатели надежности

- 1) Объект, система, элемент, отказ, безотказность.
- 2) Надежность объекта,
- 3) Нарботка до отказа.
- 4) Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы.
- 5) Время восстановления, готовность.

- 6) Коэффициент средней готовности.
- 7) Резервирование, виды резервирования: нагруженный резерв, ненагруженный, облегченный (частично нагруженный).
- 8) Функция распределения времени безотказной работы.
- 9) Функция надежности.
- 10) Интенсивность отказов.
- 11) Время безотказной работы, среднее время безотказной работы.
- 12) Среднее остаточное время наработки до отказа.
- 13) Функция надежности.
- 14) Функция интенсивности отказов.
- 15) Статистические оценки показателей надежности.
- 16) Показатели надежности восстанавливаемых систем.
- 17) Статистические оценки показателей надежности восстанавливаемых систем.

Тестирование 2- Модели времени безотказной работы. Анализ надежности структурных схем

- 1) Экспоненциальное распределение, показатели надежности при экспоненциальном распределении
- 2) Распределение Эрланга, показатели надежности.
- 3) Распределение Вейбулла, показатели надежности.
- 4) Усеченное нормальное распределение показатели надежности..
- 5) Логнормальное распределение.
- 6) Распределения экстремальных значений.
- 7) Функции структуры для блок-схем надежности разного типа.
- 8) Параллельные и последовательные структуры.
- 9) k-из -m структуры.
- 10) Мостиковые структуры.
- 11) Метод разложения функции структуры относительно основного элемента.
- 12) Вычисление надежности для разного типа блоковых структур.

Тестирование 3- Марковские модели в теории надежности

- 1) Считающие процессы.
- 2) Однородный процесс Пуассона, его свойства.
- 3) Процесс восстановления.
- 4) Цепи Маркова с непрерывным временем.
- 5) Уравнения Колмогорова-Чепмена.
- 6) Матрица интенсивностей переходов.
- 7) Дифференциальные уравнения Колмогорова.
- 8) Уравнения для стационарных вероятности состояний.
- 9) Понятие о вложенной цепи Маркова.
- 10) Применение марковских процессов для описания функционирования восстанавливаемых систем.

В СДО в части дисциплины «Самостоятельная работа» размещен обучающий тест по разделу дисциплины №1. Количество попыток ответа на вопросы теста не ограничено.

Перечень и содержание лабораторных работ

Лабораторная работа 1 – Анализ данных времени безотказной работы

- 1) Первичная обработка данных наблюдений
- 2) Нахождение статистических оценок показателей (среднее, дисперсия, асимметрия, эксцесс).
- 3) Построение гистограммы относительных частот.
- 4) Выдвижение гипотезы о виде распределения времени наработки до отказа.
- 5) Проверка гипотезы с помощью критерия Колмогорова.

- 6) Проверка гипотезы с помощью критерия Пирсона (хи-квадрат)
- 7) Подготовка отчета.

Лабораторная работа 2 – Имитационное моделирование реализации процесса отказов и восстановлений

- 1) Моделирование процесса Пуассона.
- 2) Моделирование процесса восстановления.
- 1) Расчет показателей надежности систем методом Монте-Карло на основе моделирования реализаций процессов.

Лабораторная работа 3 – Нахождение стационарных и нестационарных вероятностей состояний систем, описываемых с помощью марковских процессов.

- 1) Анализ состояний марковской системы.
- 2) Нахождение состояний и матрицы вероятностей переходов.
- 3) Нахождение нестационарных вероятностей состояний как функций времени.
- 4) Решение системы уравнений для стационарных вероятностей системы.
- 5) Нахождение количественных характеристик надежности марковской системы на основе стационарных вероятностей.

Перечень и содержание контрольных работ

Контрольная работа (часть 1) – Расчет надежности структурных схем

- 1) Нахождение функций структуры.
- 2) Расчет показателей надежности структур различного типа.

Контрольная работа (часть 2) – Нахождение количественных показателей надежности (аналитическими и статистическими методами)

- 1) Вычисление показателей надежности невосстанавливаемых объектов.
- 2) Вычисление показателей надежности восстанавливаемых объектов
- 3) Статистические оценки показателей надежности

Материалы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

(ОПК-4.1, ОПК-4.2)

1. Основные понятия и термины теории надежности.
2. Случайное время T наработки до отказа. функция распределения вероятностей и плотность распределения T .
3. Функция надежности невосстанавливаемого объекта.
4. Функция интенсивности отказов.
5. Средняя наработка до отказа, среднее остаточное время безотказной работы.
6. Статистические оценки показателей надежности невосстанавливаемых объектов.
7. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.
8. Экспоненциальное распределение как модель распределения времени безотказной работы технического объекта. Свойства.
9. Распределение Эрланга как распределение времени безотказной работы. Свойства.
10. Распределение Вейбулла как модель распределения времени безотказной работы. Свойства.
11. Нормальное и усеченное нормальное распределения, как распределения времени безотказной работы. Пример
12. Структурные схемы надежности. Функции структуры.
13. Функции структуры параллельных, последовательных и параллельно-последовательных структур.
14. Функция структуры k -из- m структур.

15. Мостиковые структуры. Метод минимальных путей и разрезов. Пример.
16. Вычисление надежности для параллельных, последовательных и параллельно-последовательных структур.
17. Вычисление надежности для k-из -m структур.
18. Вычисление надежности мостиковых структур.
19. Считающие процессы. Однородный процесс Пуассона.
20. Процесс восстановления.
21. Определение марковской цепи с непрерывным временем
22. Уравнения Колмогорова-Чепмена.
23. Матрица интенсивностей переходов.
24. Дифференциальные уравнения Колмогорова.
25. Уравнения для стационарных вероятностей.
26. Нестационарные решения уравнений Колмогорова.
27. Марковские модели в теории надежности. Примеры расчетов.
28. Системы с зависимыми состояниями. Пример расчета.
29. Системы с «холодным» резервированием. Расчет показателей надежности

3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.

Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.

Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля приведены в таблицах 3.1-3.2.

Т а б л и ц а 3.1

Очная форма обучения

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Типовой расчет №1	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	1
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		6
2	Типовой расчет №2	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	1
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		6
3	Типовой расчет №3	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	1
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		6

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцениван ия
4	Лабораторная работа 1	Правильность решения задач	Решения верные, сдано в срок	10
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		12
5	Лабораторная работа 2	Правильность решения задач	Решения верные, сдано в срок	10
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		12
6	Лабораторная работа 3	Правильность решения задач	Решения верные, сдано в срок	10
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		12
7	Тестирование №1	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 5
		Итого максимальное количество баллов		5
8	Тестирование №2	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 5
		Итого максимальное количество баллов		5
9	Тестирование №3	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 6
		Итого максимальное количество баллов		6
	ИТОГО максимальное количество баллов			70

Т а б л и ц а 3.2

Заочная форма обучения

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцениван ия
1	Контрольная работа (часть 1)	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Частичное соответствие	1
			Не соответствует требованиям	0
		Сроки выполнения контрольной работы	Контрольная работа выполнена в срок	3

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцениван ия
			Задержка не более чем на месяц	2
			Контрольная работа выполнена с опозданием более месяца	0
		Защита контрольной работы	Получены полные ответы на все вопросы	10
			Получены полные ответы на часть вопросов	5
			Не получены полные ответы на вопросы	0
		Итого максимальное количество баллов		20
2	Контрольная работа (часть 2)	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Частичное соответствие	1
			Не соответствует требованиям	0
		Сроки выполнения контрольной работы	Контрольная работа выполнена в срок	3
			Задержка не более чем на месяц	2
			Контрольная работа выполнена с опозданием более месяца	0
		Защита контрольной работы	Получены полные ответы на все вопросы	10
			Получены полные ответы на часть вопросов	5
			Не получены полные ответы на вопросы	0
		Итого максимальное количество баллов		20
3	Лабораторная работа 1	Правильность решения задач	Решения верные, сдано в срок	10
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	5
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		15
4	Лабораторная работа 2	Правильность решения задач	Решения верные, сдано в срок	10
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	5
			Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		15
	ИТОГО максимальное количество баллов			70

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1-4.2.

Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1

Очная форма обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль* успеваемости	Типовые расчеты №№1-3 Лабораторные работы №№1-3 Тестирования №№1-3	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация*	Перечень вопросов к зачету	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...19 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Зачтено» - 60-100 баллов «Не зачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

* Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета

Процедура проведения зачета осуществляется в форме *устного ответа на вопросы билета*.

Билет на зачет содержит 2 вопроса (из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2) и 2 задачи (по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2)

Т а б л и ц а 4.2

Заочная форма обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль* успеваемости	<i>Контрольная работа (часть 1 и часть 2) Лабораторные работы №№1-2</i>	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к зачету ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация*	Перечень вопросов к зачету	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...19 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.
ИТОГО		100	
3. Итоговая оценка	«Зачтено» - 60-100 баллов «Не зачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

* Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета

Процедура проведения зачета осуществляется в форме *устного ответа на вопросы билета*.

Билет на зачет содержит 2 вопроса (из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2) и 2 задачи (по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2)

5. Оценочные средства для диагностической работы по результатам освоения дисциплины

Проверка остаточных знаний обучающихся по дисциплине ведется с помощью оценочных материалов текущего и промежуточного контроля по проверке знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций.

Оценочные задания для формирования диагностической работы по результатам освоения дисциплины (модуля) приведены в таблице 5.1

Т а б л и ц а 5.1

Индикатор достижения компетенции Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/ имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий закрытого типа)	Эталон ответа
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов			
ОПК-4.1. Знает требования нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какой из вариантов ответов является определением надежности технического объекта, согласно ГОСТ 27.002-89.	1. Осуществление безотказной работы в течение установленного нормативного времени 2. Вероятность безотказной работы на промежутке времени $[0, t]$ 3. свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортировки	<u>Ответ:</u> 3. свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортировки
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какой из вариантов ответов является определением системы в теории надежности.	1. Совокупность объектов, работающих одновременно 2. объект, представляющий собой совокупность элементов, взаимодействующих в процессе выполнения определенного круга задач и взаимосвязанных функционально 3. Множество объектов, надежность которых изучается одновременно	2. объект, представляющий собой совокупность элементов, взаимодействующих в процессе выполнения определенного круга задач и взаимосвязанных функционально

	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав какие из перечисленных слов относятся к понятиям и терминам теории надежности	1. Надежность 2. Отказ 3. Резерв 4. Ремонтпригодность 5. Готовность 6. Качественность 7. Полнота 8. Системность	<u>Ответ:</u> 1. Надежность 2. Отказ 3. Резерв 4. Ремонтпригодность 5. Готовность
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, ответив на вопрос, что такое резервирование.	1. создание складов запасных элементов, гарантирующих замену отказавшего оборудования 2. способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и/или возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций 3. создание избыточной элементной базы для объекта 4. обеспечение эксплуатации объекта резервным персоналом	<u>Ответ:</u> 2. способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и/или возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, выбрав из списка варианты ответа, относящиеся к желаемым свойствам математической модели.	1. достаточная реалистичность, чтобы полученные с ее помощью результаты имели практическую значимость	<u>Ответ:</u> 1. достаточная реалистичность, чтобы полученные с ее помощью

		2. достаточная простота, чтобы можно было применять доступные математические и статистические методы 3. точное соответствие реальному явлению, чтобы полученные с ее помощью рекомендации были бы абсолютно верными 4. точность во всех деталях и возможность адекватной компьютерной реализации	результаты имели практическую значимость 2. достаточная простота, чтобы можно было применять доступные математические и статистические методы
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какой из вариантов ответа определяет наработку до отказа	1. Нагруженный 2. Щадящий 3. Полный 4. Неполный 5. Ненагруженный 6. Частично нагруженный	<u>Ответ:</u> 1. Нагруженный 5. ненагруженный 6. частично нагруженный
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, установив соответствие	1. множество элементов, одновременное функционирование которых обеспечивает функционирование системы 2. множество элементов, одновременный отказ которых приводит к отказу системы	<u>Ответ:</u> 1. путь 2. разрез
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, что является горячим резервированием	1. резервные элементы поставлены под нагрузку наряду с основным элементом 2. резервные элементы должны храниться при высоких температурах 3. резервные элементы поставлены под частичную нагрузку, но	<u>Ответ:</u> 1. резервные элементы поставлены под нагрузку наряду с основным элементом

		работают вместе с основным элементом 4. резервируются элементы изделий, используемых в горячем производстве	
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, ответив на вопрос, какую типичную статистически подтвержденную форму имеет графика функции интенсивности отказов	1. прямой линии 2. ваннообразную 3. параболы 4. ступенчатой линии 5. прямоугольную 6. перевернутой параболы 7. графика логарифмической функции	<u>Ответ:</u> 2. ваннообразную
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, ответив на вопрос, какие значения может принимать индикатор состояния объекта	1. 1 2. 0 3. 2 4. -1 5. -2	<u>Ответ:</u> 1. 1 2. 0
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, ответив на вопрос, какие значения может принимать функция структуры объекта	1. вероятность того, что отказ объекта произойдет в интервале $[t, t+dt)$ при условии, что в момент t объект работоспособен 2. производная функции надежности $R(t)$ 3. производная функции распределения времени наработки доотказа $F(t)=P(T<t)$	<u>Ответ:</u> 1. вероятность того, что отказ объекта произойдет в интервале $[t, t+\Delta t)$ при условии, что в момент t объект работоспособен
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав какие из перечисленных	1. элемент объекта, необходимый для выполнения требуемых	<u>Ответ:</u> 1.

	характеристик относятся к количественным показателям надежности	функций без использования резерва 2. элемент, выполняющий главную функцию 3. элемент, без которого невозможно выполнение системой ее функций	элемент объекта, необходимый для выполнения требуемых функций без использования резерва
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какой из вариантов ответов определяет параллельную структуру	1. ее элементы соединены параллельно 2. она функционирует тогда и только тогда, когда функционирует хотя бы один из ее элементов 3. она функционирует, если функционируют все ее параллельно соединенные элементы 4. если все ее элементы параллельно зарезервированы 5. если она работает параллельно с идентичной структурой	<u>Ответ:</u> 2. она функционирует тогда и только тогда, когда функционирует хотя бы один из ее элементов
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав варианты ответов, относящиеся к базовому определению периодов эксплуатации любого объекта	1. период "выжигания дефектных элементов" 2. период нормальной эксплуатации 3. период старения (износа оборудования) 4. период ремонта 5. период надежной эксплуатации 6. период редких отказов 7. период оптимальной эксплуатации	<u>Ответ:</u> 1. период "выжигания дефектных элементов" 2. период нормальной эксплуатации 3. период старения (износа оборудования)

		8. период ненадежной эксплуатации	
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какой из вариантов ответов определяет последовательную структуру	- она функционирует тогда и только тогда, когда функционируют все n ее элементов - все ее элементы соединены друг с другом в последовательную цепь - она функционирует если функционируют все ее элементы - она функционирует, если функционирует хотя бы один из ее элементов - она функционирует, если все ее элементы функционируют с вероятностью, близкой к 1	<u>Ответ:</u> она функционирует тогда и только тогда, когда функционируют все n ее элементов
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, в каком из случаев функция структуры k -из- n системы равна единице,	- сумма индикаторов состояний ее элементов равна k - произведение индикаторов состояний ее элементов не меньше k - сумма индикаторов состояний ее элементов не меньше k - сумма индикаторов состояний элементов меньше k - произведение индикаторов состояний элементов равно k	<u>Ответ:</u> сумма индикаторов состояний ее элементов не меньше k
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, чему равна функция структуры параллельной системы	произведению индикаторов состояния входящих в нее элементов	<u>Ответ:</u> единице минус произведение величин, равных единице

		- единице минус произведение индикаторов состояний ее элементов - единице минус произведение величин, равных единице минус индикатор состояния ее элементов - единице минус сумма индикаторов состояний ее элементов - сумме индикаторов состояний ее элементов - произведению индикаторов состояния входящих в нее элементов	минус индикатор состояния ее элементов
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, чему равна функция структуры последовательной системы	- произведению индикаторов состояний, входящих в нее элементов - сумме индикаторов состояний ее элементов - единица минус произведение индикаторов состояний ее элементов	<u>Ответ:</u> произведению индикаторов состояний, входящих в нее элементов
	Продemonстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав, какие из приведенных вариантов ответов являются количественными показателями надежности восстанавливаемых объектов	- Среднее время работы между отказами - Среднее время восстановления объекта - Коэффициент средней готовности объекта - Функция интенсивности восстановления - Функция надежности	<u>Ответ:</u> - Среднее время работы между отказами - Среднее время восстановления объекта - Коэффициент средней готовности объекта

		6. Вероятность успешного восстановления 7. среднее число использованных резервных элементов 8. Среднее число необходимых обслуживающих бригад	4. Функция интенсивности восстановления
	Продемонстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, указав вариант ответа, определяющий частично нагруженный резерв	1. Часть резервных элементов используются одновременно с основным элементом 2. Резервные элементы включены в работу наряду с основным элементом, но несут меньшую нагрузку 3. Резервные элементы используются только иногда, при необходимости 4. Резервные элементы разбираются на запасные части, которыми заменяют отказавшие части основного элемента	<u>Ответ:</u> 2. Резервные элементы включены в работу наряду с основным элементом, но несут меньшую нагрузку
	Продемонстрируйте знание требований нормативных документов в области проектирования и расчета транспортных объектов, ответив на вопрос: верно ли, что наработка до отказа – это время работы объекта до его первого отказа и всегда измеряется в единицах календарного времени	1.Верно 2.Неверно	<u>Ответ:</u> 2.Неверно
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов			
ОПК-4.2 <u>Умеет</u> выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов,	Продемонстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, ответив на вопрос, чему равна интенсивность отказов объекта, если	1. $1/2$ 2. 2 3. $\ln(2)$ 4. $\exp(2)$ 5. 1	В случае экспоненциального распределения T интенсивность отказов не зависит от времени и равна параметру

в соответствии с нормативными документами	время безотказной работы T имеет экспоненциальное распределение с параметром $\lambda=2$	6. 4	экспоненциального распределения. <u>Ответ:</u> 2. 2
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, выбрав из вариантов ответов, чему равно среднее время безотказной работы, если время безотказной работы T имеет экспоненциальное распределение с параметром $\lambda=2$	1. $\exp(-5t)$ 2. $1-\exp(-5t)$ 3. $5 \exp(-5t)$ 4. $5 \exp(t/5)$ 5. $\exp(-t/5)/5$	Функция надежности в случае экспоненциального распределения с параметром λ равна $\exp(-\lambda t)$ <u>Ответ:</u> 1. $\exp(-5t)$
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Для повышения надежности основного элемента используется «холодное» резервирование. Все элементы (основной и резервные) - однотипные, имеющие экспоненциальный закон распределения времени наработки до отказа с математическим ожиданием 100 ч. В начале эксплуатации основной элемент поставлен под нагрузку и имеется 20 резервных элементов. Тогда среднее время работы объекта с учетом резервирования равно	1. 2100 ч 2. 20100 ч 3. 2000 ч 4. 200 ч 5. 210 ч	Среднее время безотказной работы одного элемента – 100 ч. С учетом имеющихся 20-ти резервных, у каждого из которых средняя наработка до отказа равна 100 ч, общее время безотказной работы объекта с учетом резервирования равно 2100 ч. <u>Ответ:</u> 1. 2100 ч
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Время безотказной работы объекта имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 1000 ч и	1. 4000 2. 16000 3. 1000 4. 500 5. 250	Математическое ожидание нормального закона по условию равно 1000 ч. Это и есть среднее время безотказной работы. <u>Ответ:</u>

	дисперсией 16. Тогда среднее время наработки до отказа в часах этого объекта равно		3. 1000
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): К текущему моменту Т время эксплуатации восстанавливаемого объекта составляет 10 000 дней. При этом суммарное время, в течение которого объект находился в состоянии отказа и ремонтировался к моменту Т составляет 50 дней. Статистическая оценка коэффициента средней готовности этого объекта равна	1. 0.995 2. 0.95 3. 0.725 4. 0.005 5. 0.050	Объект эксплуатировался 10 000 дней. Из них 50 дней он не работал по причине отказов и последующих ремонтов. Значит, коэффициент средней готовности оценивается как $K_{ср} = (10000 - 50) / 10000 = 9950 / 10000 = 0,995$ <u>Ответ:</u> 1. 0.995
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, выбрав, какой из перечисленных методов используют для вычисления надежности мостиковых схем используют	1. метод путей и разрезов 2. метод декомпозиции по основному элементу 3. метод, основанный на формуле полной вероятности 4. метод, основанный на удалении мостика 5. метод замены переменных 6. метод суммирования по частям 7. метод, основанный на свойствах распределения Эрланга	<u>Ответ:</u> 1. метод путей и разрезов 2. метод декомпозиции по основному элементу 3. метод, основанный на формуле полной вероятности
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Распределение наработки до отказа объекта - экспоненциальное со средним значением 100 ч.	1. 100 ч 2. 90 ч 3. 110 ч 4. $\exp(100)$ ч	В силу марковского свойства отсутствия последствия экспоненциального распределения объект с таким распределением все время остается «как новый». Поэтому среднее остаточное

	Известно, что объект проработал безотказно 10 ч. Тогда среднее остаточное время безотказной работы объекта составляет (выберете правильный вариант ответа):		время безотказной работы не зависит от времени эксплуатации, поэтому оно такое же, как в момент начала эксплуатации. <u>Ответ:</u> 1. 100 ч.
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Последовательная структура состоит из 10 однотипных элементов. Какой должна быть надежность элемента, чтобы надежность структуры была не менее 0,9?	1. не менее 0.9895 2. не менее 0.95 3. не менее 0.999999 4. не более чем 0.999999 5. не менее 0.99	Надежность последовательной структуры равна произведению надежностей ее элементов. Значит, $P_{10} \geq 0.9$. Отсюда находим, что $P \geq 0.9895$. <u>Ответ:</u> 1. не менее 0.9895
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): В испытаниях на надежность участвовали 1005 однотипных объектов. К моменту времени $t=100$ (дней) работоспособных объектов стало 985. На основе этих данных статистическая оценка интенсивности отказов в момент времени $t=100$ равна	1. 0.003 2. 0.005 3. 0.015 4. 0.001 5. 0.01	Интенсивность отказов оценивается по формуле $v(t) = \frac{\Delta N(t)}{N(t) \cdot \Delta t}$ Имеем $\Delta t = 5$ дней, Число объектов, работоспособных на момент $t = 100$ равно $N(t) = 1000$. За время Δt отказали $\Delta N(t) = 1000 - 985 = 15$ объектов. Значит, по приведенной выше формуле оценка интенсивности отказов в момент времени $t = 100$ равна

			$15/(1000 \cdot 5) = 0,003$. <u>Ответ:</u> 1. 0.003
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): 1000 однотипных объектов испытывалось в течение 5000 ч, к этому моменту произошел отказ пяти объектов. Статистическая оценка значения функции надежности в момент $t=5000$ равна	1. 0.995 2. 0.005 3. 0.999 4. 0.001 5. 0.725	Функция надежности оценивается как отношения числа объектов, не отказавших к моменту времени t, к общему числу объектов, участвующих в испытаниях. Это отношение здесь равно $(1000-5)/1000 = 0,995$ <u>Ответ:</u> 1. 0.995
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Случайное время наработки до отказа T имеет экспоненциальное распределение со средним значением, равным 500 ч. Вероятность того, что объект проработает безотказно более 500 ч, равна	1. $\exp(-1) = 1/e$ 2. $\exp(-500) \cdot 500$ 3. $\exp(1)$ 4. $\exp(-500)/500$ 5. $\exp(-0.005)$	Вероятность безотказной работы за время $t = 500$ равна значению функции надежности в момент t. Для экспоненциального распределения $\lambda = 1/500$ имеем $R(500) = \exp(-500/500) = \exp(-1) = 1/e$. <u>Ответ:</u> 1. $\exp(-1) = 1/e$

Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Сколько однотипных элементов надежности $P=0,8$ должна иметь параллельная структура, чтобы ее надежность была не меньше 0,999?		1. не менее чем 3 2. не менее чем 2 3. не менее чем 5 4. не менее чем 10 5. не менее чем 8	Надежность параллельной структуры для n одинаково надежных с надежностью P элементов определяется по формуле $1-(1-P)^n$, где n – число параллельных элементов. Значит, должно выполняться неравенство $1-0,2^n \geq 0,999$. Отсюда находим, что $n \geq 3$. <u>Ответ:</u> 1. не менее чем 3
Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Известно, что закон распределение времени наработки до отказа T - экспоненциальный и среднее время безотказной работы объекта равно 500 дн. Чему равна интенсивность отказов этого объекта?		1. 0.002 2. 0.005 3. 0.02 4. 0.05 5. 0.0005 6. 0.0001 7. 0.0005 8. 0.0025	При экспоненциальном распределении интенсивность отказов равна параметру распределения, который в свою очередь равен среднему значению в минус 1-й степени. Значит, интенсивность равна $\nu = 1/500 = 0,002$. <u>Ответ:</u> 1. 0.002
Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Система состоит из блока трех параллельно соединенных элементов с надежностями $p_1=0.8$ и последовательно		1. 0.8928 2. 0.4608 3. 0.7992	Надежность этой системы равна $[1-(1-p_1)^3] p_2 = [1-0,23]^3 \cdot 0,9 = 0,8928$ <u>Ответ:</u>

	присоединенного к этому блоку одного элемента с надежностью $p_2=0.9$. Надежность этой системы равна		1. 0.8928
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (выбрав правильный вариант ответа): Время T безотказной работы объекта имеет экспоненциальное распределение с параметром 0.5. Чему равно среднее время работы до отказа?	1. 2 2. 0.5 3. 1 4. 0	В случае экспоненциального распределения среднее равно величине, обратной параметру λ. В этой задаче $\lambda=0,5$. Отсюда находим, что среднее время равно 2. <u>Ответ:</u> 1. 2
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, ответив на вопрос, является ли интенсивность отказов производной функции $F(t) = P(T < t)$, т.е. функции распределения времени безотказной работы	1.Верно 2.Неверно	Интенсивность отказов равна отношению плотности распределения $f(t)=F'(t)$ к функции надежности $R(t)$ <u>Ответ:</u> 2.Неверно
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, ответив на вопрос, верно ли, что среднее время безотказной работы объекта можно найти интегрированием функции надежности $R(t)$ по промежутку времени от нуля до бесконечности?	1.Верно 2.Неверно	Это доказано в курсе в разделе «количественные показатели надежности» <u>Ответ:</u> 1.Верно
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (дайте числовой ответ):		Среднее время в случае распределения Эрланга равно k/λ, где k и λ – параметры распределения Эрланга. Имеем $k/\lambda=k/0,5 \cdot 10^6=$

	Время безотказной работы объекта имеет распределение Эрланга с параметром $\lambda = 0.5 \cdot 10^{-6}$ отказов в час. Среднее время наработки до отказа объекта равно $8 \cdot 10^6$ часов. Чему равно значение параметра k?		$= 8 \cdot 10^6$. Значит, $k/0,5=8$. Следовательно, $k=4$ <u>Ответ:</u> 4
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (дайте числовой ответ с округлением до 3-х знаков после запятой.): Испытания надежности производились над 150 однотипными объектами. К моменту $t=500$ ч в работоспособном состоянии находилось 145 объектов, затем за время $\Delta t = 5$ час еще 2 объекта вышли из строя. Дайте оценку функции интенсивности отказов в момент $t=500$.		Функция интенсивности отказов оценивается по формуле $v(t) = \Delta N(t) / (N(t) \cdot \Delta t)$ Имеем $\Delta t = 5$ ч, Число объектов, работоспособных на момент $t = 500$ ч равно $N(t) = 145$. За время Δt отказали 2 объекта. Значит, по приведенной выше формуле оценка интенсивности отказов в момент времени $t = 500$ равна $2 / (145 \cdot 5)$, что с округлением до 3-го знака составляет 0,003 <u>Ответ:</u> 0.003
	Продemonстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (дайте числовой ответ с округлением до 3-х знаков после запятой.): Восстанавливаемый объект эксплуатировался 10000 дней, при этом он ремонтировался 3 раза, причем ремонт		Коэффициент средней готовности оценивается как отношение времени нормальной работы к общему времени работы плюс ремонта. В этой задаче $K = (10\ 000 - 5 \cdot 10 - 25) / 10\ 000 = 0,996$

	длился 5, 10 и 25 дней соответственно. Модель альтернирующая. Оцените коэффициент средней готовности (исправности) этого объекта.		<u>Ответ:</u> 0.996
	Продемонстрируйте умение выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами, решив следующую задачу (дайте числовой ответ с округлением до 3-х знаков после запятой.): Испытанием на надежность были подвергнуты 100 однотипных невосстанавливаемых объектов. За первые 100 дней произошло 10 отказов, затем за 50 дней произошло еще 5 отказов. Оцените значение условной функции надежности $R(50 100)$, то есть значение $R(s t)$ при $t=100$ и $s=50$.		Условная функция надежности оценивается отношением числа устройств, не отказавших за время $t+s$ к числу устройств, не отказавших за время t. В нашем случае $N(t+s) = 100 - 15 = 85$; $N(t) = 100 - 10 = 90$. Значит, оценкой условной функции надежности $R(50 100)$ является отношение $85/90 = 0,944$, Где ответ дан с округлением до 3-х знаков. <u>Ответ:</u> 0.944

Разработчик оценочных материалов,
профессор
16.12.2024

Н.В.Грибкова

