

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  
2023

**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 показателей надежности и проводить анализ надежности при проектировании транспортных объектов.</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</i>	<i>Обучающийся знает: требования к показателям надежности и анализу</i>	<i>Контрольная работа (часть 1 и часть 2)</i>

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>
<i>выполнения проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>надежности в области проектирования и расчета транспортных объектов.</i>	<i>Лабораторные работы №№1-2 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 показателей надежности и проводить анализ надежности при проектировании транспортных объектов.</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 наработки до отказа, среднее время наработки.
- 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 наработки до отказа. 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 наработки до отказа**

- 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. Среднее время наработки до отказа, среднее остаточное время наработки до отказа.
6. Статистические оценки показателей надежности невосстанавливаемых объектов.
7. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и их статистические оценки.
8. Экспоненциальное распределение как распределение времени наработки до отказа. Свойства.
9. Распределение Эрланга как распределение времени наработки до отказа. Свойства.
10. Распределение Вейбулла как распределение времени наработки до отказа. 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				<b>6</b>
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				<b>6</b>
3	Типовой расчет №3	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета	Соответствует требованиям	1

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		требованиям	Не соответствует требованиям	0
		Итого максимальное количество баллов		<b>6</b>
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		<b>12</b>
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		<b>12</b>
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		<b>12</b>
7	Тестирование №1	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 5
		Итого максимальное количество баллов		<b>5</b>
8	Тестирование №2	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 5
		Итого максимальное количество баллов		<b>5</b>
9	Тестирование №3	Правильность ответов	Пропорционально числу правильных ответов	от 0 до 6
		Итого максимальное количество баллов		<b>6</b>
	<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>			<b>70</b>

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 оценивания
1	Контрольная работа (часть 1)	Правильность решения задач	Решения правильные	5
			Решения неправильные	0
		Соответствие отчета требованиям	Соответствует требованиям	2
			Частичное соответствие	1

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		Сроки выполнения контрольной работы	Не соответствует требованиям	0
			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		<b>20</b>
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		<b>20</b>
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		<b>15</b>
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		<b>15</b>
	<b>ИТОГО</b>			<b>70</b>



№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
	максимальное количество баллов			

#### 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	<i>Типовые расчеты №№1-3</i> <i>Лабораторные работы №№1-3</i> <i>Тестирования №№1-3</i>	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету $\geq 50$ 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.
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» - 60-100 баллов «Незачтено» - 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 $\geq 50$ 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.
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» - 60-100 баллов «Незачтено» - 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)

Разработчик оценочных материалов,  
*профессор*  
30 марта 2023 г.

*Н.В. Грибкова*