

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 09.12.2024 10:24:08  
Уникальный программный ключ:  
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Надежность оборудования электроподвижного состава**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

Электрический транспорт железных дорог

---

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен (8 семестр).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-7. Способен проводить и организовывать диагностику оборудования и рассчитывать показатели надежности электроподвижного состава	ПК-7.3 Анализирует устройства и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава
	ПК-7.4 Применяет нормативно-техническую документацию и нормативные документы ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава для использования методов сбора и обработки экспериментальных данных и анализа показателей надежности подвижного состава и методов расчета показателей качества подвижного состава

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-7.3 - Анализирует устройства и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава	Обучающийся знает: устройство, взаимодействие и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава; основные положения теории надежности и математической статистики;	Тестовые задания (№1 - №5)
	Обучающийся умеет: определять качество проведения технического обслуживания подвижного состава; использовать основные положения теории надежности и математической статистики;	Задания (№1 - №3)
	Обучающийся владеет: методами анализа неисправностей подвижного состава; действующими нормативными документами ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава	Задания (№4 - №6)
ПК-7.4 - Применяет нормативно-техническую документацию и нормативные документы ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава для использования методов сбора и обработки экспериментальных данных и анализа показателей надежности подвижного состава и методов расчета показателей качества подвижного состава	Обучающийся знает: технические условия и требования, предъявляемые к подвижному составу при выпуске его заводами изготовителями и ремонтными предприятиями; современные методы и способы обнаружения неисправностей подвижного состава; показатели надежности подвижного состава и методы их расчета.	Тестовые задания (№6 - №10)
	Обучающийся умеет: применять современные методы и способы обнаружения неисправностей подвижного состава; собирать и обрабатывать экспериментальные данные для анализа показателей надежности подвижного состава.	Задания (№7 - №9)
	Обучающийся владеет: методами сбора и обработки экспериментальных данных для анализа показателей надежности подвижного состава; методами расчета показателей качества подвижного состава.	Задания (№10 - №12)

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ПК-7.3 - Анализирует устройства и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава	Обучающийся знает: устройство, взаимодействие и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава; основные положения теории надежности и математической статистики;
<p><i>Примеры вопросов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Вероятность безотказной работы узла ЭПС при геометрическом распределении вероятностей может быть выражена формулой:             <ol style="list-style-type: none"> <li><math>P(\tau &lt; k)</math></li> <li><math>(\gamma + 1)^{(k+1)}</math></li> <li><math>P(\tau &gt; k)</math></li> <li><math>(1 - \gamma)^{(k+1)}</math></li> </ol> </li> <li>Для определения функции надежности при гамма-распределении вероятностей отказов узла наиболее просто воспользоваться:             <ol style="list-style-type: none"> <li>аналитической зависимостью</li> <li><b>номограммой</b></li> <li>таблицами</li> <li>экстраполяцией</li> </ol> </li> <li>Чем характеризуется время жизни элемента относительно среднего?             <ol style="list-style-type: none"> <li>математическим ожиданием</li> <li>опасностью отказа</li> <li>интенсивностью отказа</li> <li>временем безотказной работы</li> </ol> </li> <li>При известной вероятности отказа узла <math>P</math> за одну поездку локомотива, максимальное количество отказавших узлов за <math>n</math> поездок может быть вычислено по формуле:             <ol style="list-style-type: none"> <li><math>np - q</math></li> <li><math>n/p - q</math></li> <li><math>q - np</math></li> <li><math>k</math></li> </ol> </li> <li>Классическая «кривая жизни» элемента имеет вид:             <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>в)</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>а</li> <li>б</li> <li>б,а</li> <li>в,б</li> <li>а,в</li> <li><b>в</b></li> </ol> </li> </ol>	

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

<p>ПК-7.4 - Применяет нормативно-техническую документацию и нормативные документы ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава для использования методов сбора и обработки экспериментальных данных и анализа показателей надежности подвижного состава и методов расчета показателей качества подвижного состава</p>	<p>Обучающийся знает:  технические условия и требования, предъявляемые к подвижному составу при выпуске его заводами изготовителями и ремонтными предприятиями; современные методы и способы обнаружения неисправностей подвижного состава; показатели надежности подвижного состава и методы их расчета.</p>
<p><i>Примеры вопросов</i></p> <p>6. Аргументы функции Лапласа наиболее просто определить по:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) аналитической зависимости</li> <li><b>2) по таблицам</b></li> <li>3) по графику</li> <li>4) экстраполяцией</li> </ol> <p>7. При геометрическом распределении вероятностей отказов узлов для определения функции надежности возможно использовать упрощенную формулу:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>P(\tau &gt; k)</math></li> <li>2) <math>\exp(kp)</math></li> <li>3) <math>P(\tau &lt; k)</math></li> <li><b>4) <math>\exp(-kp)</math></b></li> </ol> <p>8. Плотность вероятности отказа находится</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) дифференцированием функции вероятности отказа</b></li> <li>2) интегрированием функции надежности</li> <li>3) дифференцированием функции надежности</li> <li>4) интегрированием функции вероятности безотказности</li> </ol> <p>9. Использование упрощенной формулы для подсчета функции надежности при геометрическом распределении вероятностей отказа узла <math>P(\tau &gt; k) = e^{(-kp)}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) произведение <math>kp</math> лежит в пределах <math>0,01 \dots 0,1</math></li> <li>2) произведение <math>kp</math> лежит в пределах <math>0,1 \dots 20</math></li> <li>3) произведение <math>kp</math> лежит в пределах <math>20 \dots 25</math></li> <li>4) произведение <math>kp</math> лежит в пределах <math>25 \dots 50</math></li> </ol> <p>10. Функция надежности элемента (узла ЭПС) записывается в виде:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Q(t) = P\{\tau &gt; t\} - 1</math></li> <li>2) <math>q(t) = 1 - Q'(t)</math></li> <li><b>3) <math>P(t) = 1 - Q(t) = P\{\tau &gt; t\}</math></b></li> <li>4) <math>P(t) = Q(t) - 1 = P\{\tau &lt; t\}</math></li> </ol>	

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
<p>ПК-7.3 - Анализирует устройства и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава</p>	<p>Обучающийся умеет:  определять качество проведения технического обслуживания подвижного состава; использовать основные положения теории надежности и математической статистики;</p>

*Примеры заданий*

Задача 1. Система состоит из 5 изделий, причем отказ любого одного из них ведёт к отказу системы. Известно, что первое изделие отказало 34 раза в течение 952 часов работы, второе – 24 раза в течение 960 часов работы, а остальные изделия в течение 210 часов работы отказали 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку на отказ системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти изделий.

Задача 2. Проводилось наблюдение за работой трех одинаковых восстанавливаемых изделий. За период наблюдения было зафиксировано по первому изделию 6 отказов, по второму – 11 отказов и по третьему – 8 отказов. Нарботка первого изделия составила 181 час, второго – 329 часов и третьего – 245 часов. Требуется определить среднюю наработку изделий на отказ

Задача 3. В течение некоторого периода времени проводилось наблюдение за работой одного восстанавливаемого изделия. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения изделие проработало 258 час, к концу наблюдения наработка изделия составила 1233 час. Требуется определить среднюю наработку на отказ  $t_{cp}$

ПК-7.4 - Применяет нормативно-техническую документацию и нормативные документы ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава для использования методов сбора и обработки экспериментальных данных и анализа показателей надежности подвижного состава и методов расчета показателей качества подвижного состава

Обучающийся умеет:  
применять современные методы и способы обнаружения неисправностей подвижного состава; собирать и обрабатывать экспериментальные данные для анализа показателей надежности подвижного состава.

*Примеры заданий*

Задача 7. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой  $N_0$  экземпляров восстанавливаемых изделий. Каждый из образцов проработал  $t_i$  часов и имел  $n_i$  отказов. Определить среднюю наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

Задание 8. Требуется определить статические вероятности безотказной работы  $P(t)$  и  $Q(t)$  отказа устройства для заданного значения  $t$  и рассчитать значение вероятности безотказной работы  $P'(t)$  по первым 20 значениям наработки до отказа  $\tau$ .

Задание 9. Изделие имело среднюю наработку на отказ  $t_{cp} = 65$  часов и среднее время восстановления  $t_s = 1,25$  часа. Определить коэффициент готовности изделия после отказа и восстановления.

ПК-7.3 - Анализирует устройства и физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов, узлов и деталей механической части и электрооборудования подвижного состава

Обучающийся владеет:  
методами анализа неисправностей подвижного состава; действующими нормативными документами ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава

*Примеры заданий*

Задача 4. Определить методом перебора и проверить по максимуму функции распределения наиболее вероятное количество элементов, выходящих из строя в месяц, если известно, что за этот период электровоз делает в среднем  $n$  поездок.

Задача 5. Пусть средний пробег по депо за год составляет  $1,05 \cdot 10^6$  км. В поездках происходит  $n$  отказов элементов системы. Определить вероятность того, что в депо за общий пробег  $L_3$  отказов элементов не произойдет. Плечи обращения локомотивных бригад составляют по всем направлениям 200 км.

Задача 6. Определить предельно допустимое значение диагностического параметра и характеристики случайной величины по статистической выборке 60 значений мощности, развиваемой подвижным составом.

ПК-7.4 - Применяет нормативно-техническую документацию и нормативные документы ОАО "РЖД" по ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава для использования методов сбора и обработки экспериментальных данных и анализа показателей надежности подвижного состава и методов расчета показателей качества подвижного состава

Обучающийся владеет:  
методами сбора и обработки экспериментальных данных для анализа показателей надежности подвижного состава; методами расчета показателей качества подвижного состава.

### Примеры заданий

Задача 10. Определить параметры распределения и оценить вероятность безотказной работы элементов в течение времени  $t = 60 \cdot 10^3$  часов и  $t = 100 \cdot 10^3$  часов.

Задача 11. На ресурсные испытания были поставлены 1461 образец. По результатам испытаний была получена таблица, характеризующая их надёжность. Используя статистические данные, рассчитать количество запасных элементов, которыми должно располагать предприятие для случаев их замены в данном регионе использования среднюю наработку с заданной вероятностью обеспечения замены  $P = 0,99$ .

Задача 12. Определить вероятность безотказной работы за  $L$  тыс. км. Предполагается, что опасность отказа  $\lambda$  при работе системы остается постоянной.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену)

1. Общие задачи теории надежности, применительно к проблемам надежности ПС.
2. Эмпирическая функция надежности элемента, работающего до первого отказа.
3. Определение опасности отказа элемента, работающего до первого отказа, при экспоненциальном распределении времени безотказной работы с разбиением выборки на две части.
4. Основные понятия теории надежности в соответствии с ГОСТ 13377.
5. Кривая опасности отказа элементов, работающих до первого отказа, основные периоды эксплуатации элементов, узлов.
6. Расчет вероятности безотказной работы элемента по схеме «мгновенных повреждений».
7. Определение надежности изделия.
8. Надежность восстанавливаемых элементов. Основные понятия.
9. Расчет функции надежности элементов по схеме «накапливаемых повреждений».
10. Надежность изделия, эксплуатационные показатели локомотива, заданная функция, нормативно-техническая документация (НТД).
11. График плотности восстановления изделий при нормальном законе распределения времени безотказной работы.
12. Период эксплуатации при котором используется схема «мгновенных повреждений». Закон распределения времени безотказной работы.
13. Понятие «изделие». Эксплуатация изделия, качество изделия. Понятие функции восстановления.
14. Законы распределения времени безотказной работы изделия, используемые в схеме «накапливаемых повреждений».
15. Опасность отказа элемента, работающего до первого отказа. Определение опасности отказа по результатам испытаний.
16. Расчет числа запасных узлов на определенную наработку.
17. Понятие наработки изделия.
18. Понятие безотказности изделия, наработки, работоспособности.
19. Схема «накапливаемых повреждений». Законы распределения времени безотказной работы изделий, используемые в данной схеме.
20. Понятие сохранности изделия.
21. Математическое ожидание времени безотказной работы изделия.
22. Понятие «ремонтпригодности» изделия.
23. Определение дисперсии времени безотказной работы изделия.
24. Задача определения вероятности безотказной работы изделия за определенную наработку по схеме «мгновенных повреждений».
25. Понятие «отказа» изделия. Виды отказов.
26. При каком числе повреждений до отказа  $\Gamma$  – закон распределения времени безотказной работы переходит в нормальный.
27. Понятие «предельного состояния» изделий. Что такое нормативно-техническая документация.
28. Каковы различия в подходах определения характеристик надежности

ремонтопригодных и неремонтопригодных изделий.

29. Период эксплуатации изделий, при котором может быть использован экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы.

30. Понятие «опасность отказа». Определение опасности отказа по результатам наблюдения за временем безотказной работы изделий.

31. Ведущая функция восстановления, плотность ведущей функции восстановления.

32. Задача определения численного значения ведущей функции восстановления.

33. Приближенная оценка характеристик надежности изделий. Нижняя оценка вероятности безотказной работы элемента при заданной наработке за определенный пробег.

34. Понятие безотказности изделия.

35. Определение вероятности безотказной работы изделия при экспоненциальном законе распределения его времени безотказной работы.

36. Понятие «безотказности», «наработки» и «работоспособности» изделия. Что входит в перечень нормативно-технической документации.

37. Как определить среднее число восстановлений за определенный период эксплуатации изделия.

38. В какой схеме расчета показателей надежности применяется Г-закон распределения времени безотказной работы изделия.

39. Когда применяются расчеты показателей надежности при помощи теории восстановления

40. Приближенная оценка вероятности безотказной работы за определенный пробег, при наличии информации об этой вероятности за больший пробег.

41. Измерение времени безотказной работы изделия в дискретных единицах на примере задачи об определении вероятности выхода из строя определенного числа изделий.

42. Задачи, которые решаются с применением теории надежности

43. Основные периоды эксплуатации изделия. Вид кривой опасности отказа в зависимости от времени.

44. Область применения экспоненциального закона распределения времени безотказной работы изделия при расчетах характеристик надежности.

45. Как определяются математическое ожидание и дисперсия времени безотказной работы изделия, при наличии опытных данных о его пробегах и отказах.

46. Что такое «ремонтопригодность» изделия. Для каких изделий при расчете характеристик их надежности применяются формулы теории восстановления.

47. Определение вероятности безотказной работы при нормальном законе распределения времени этой работы.

48. Примерный вид функции надежности и что представляет из себя среднее время безотказной работы на этом графике.

49. Понятие «ординарности» потока восстановления.

50. Определение вероятности безотказной работы изделия при геометрическом распределении времени этой работы.

51. Диапазон изменений ведущей функции восстановления для стареющих элементов, у которых опасность отказа монотонно возрастает.

52. Что такое интенсивность отказа. График зависимости интенсивности отказа от времени.

53. Что такое «коэффициент готовности» изделия.

54. Расчет опасности отказа по данным о времени безотказной работы.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации**

#### **Критерии формирования оценок по практической работе**

Оценивается самостоятельное выполнение заданий на практических занятиях в группе.

«Отлично» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции – студент показал



глубокие знания материала по поставленным задачам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, правильно оформил ход решения.

«**Хорошо**» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции – студент твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы (отсутствует четкая структура решения, не приведена размерность).

«**Удовлетворительно**» (3 балла) – базовый уровень формирования компетенции – студент имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности (применена верная методика решения, но расчеты могут содержать неточности, которые студент способен самостоятельно исправить при указании на них).

«**Неудовлетворительно**» (0 баллов) – компетенция не сформирована – студент допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в решении поставленной задачи.

#### **Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий**

«**Отлично**» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции – получают студенты с количеством баллов за правильные ответы на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего «веса» заданных тестовых вопросов.

«**Хорошо**» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции – получают студенты с количеством баллов за правильные ответы на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего «веса» заданных тестовых вопросов.

«**Удовлетворительно**» (3 балла) – базовый уровень формирования компетенции – получают студенты с количеством баллов за правильные ответы на тестовые вопросы – 69 – 50% от общего «веса» заданных тестовых вопросов.

«**Неудовлетворительно**» (0 баллов) – компетенция не сформирована – получают студенты с количеством баллов за правильные ответы на тестовые вопросы – менее 49% от общего «веса» заданных тестовых вопросов.

\* «Вес» тестового вопроса зависит от уровня его сложности. Процент баллов правильных ответов считается как отношение суммарного «веса» вопросов, на которые дан правильный ответ к общему

«весу» всех вопросов теста. Таким образом, если студент ответил на половину вопросов, но все они легкие (с низким «весом»), порог в 50% не будет преодолен и засчитывается неудовлетворительный уровень компетенции.

#### **Критерии формирования оценок по экзамену**

«**Отлично**» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«**Хорошо**» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«**Удовлетворительно**» – студент допустил существенные ошибки.

«**Неудовлетворительно**» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

### **Критерии оценки РГР:**

«**Зачтено**» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения контрольной работы. Обучающийся полностью владеет информацией о нормативных документах, может решить все поставленные в задании задачи.

«**Не зачтено**» - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы.

### **Описание процедуры оценивания РГР.**

Оценивание проводится ведущим преподавателем. По результатам проверки контрольной работы, работа считается выполненной при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- сделаны выводы;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям, то она возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки вариант с результатами работы над ошибками.