

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

Основы теории надежности

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Электроснабжение железных дорог

(наименование)

1. Пояснительная записка

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

Формы промежуточной аттестации: экзамен - 5 семестр (ОФО), 3 курс (ЗФО).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся знает: методы расчета надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта, при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, показатели надежности работы оборудования, виды технических отказов и состояний оборудования	Тест (№ 1- №13) Вопросы (№ 1- №74)
	Обучающийся умеет: выполнить расчет показателей надежности современных систем электроснабжения железнодорожного транспорта при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществить экспертизу технической документации в части показателей надежности работы оборудования, видов технических отказов и состояний оборудования	Задания (№ 1- №4)
	Обучающийся владеет: методологией расчета надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, методами расчета показателей надежности работы оборудования	Задания (№5- №8)

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. Типовые¹ 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 индикатора достижения компетенции		Образовательный результат
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем		Обучающийся знает: методы расчета надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта, при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, показатели надежности работы оборудования, виды технических отказов и состояний оборудования
№п.п.	Вопрос	Вариант ответа на вопрос
1.	Дать определение надежности объекта	1. Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения своих характеристик (параметров) при заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки. 2. Надежность – свойство объекта сохранять в течение эксплуатации в установленных пределах значения своих характеристик (параметров) при заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки. 3. Надежность – свойство объекта сохранять в установленных пределах значения своих характеристик (параметров) при заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки.
2.	Дать определение безотказности объекта	1. Безотказность – свойство объекта при эксплуатации сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. 2. Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. 3. Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение эксплуатации.
3.	Дать определение долговечности объекта	1. Долговечность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания. 2. Долговечность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. 3. Долговечность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания.
4.	Дать определение сохраняемости объекта	1. Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение хранения и (или) транспортирования. 2. Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение хранения. 3. Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.
5.	Дать определение ремонтпригодности объекта	1. Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. 2. Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного

¹ 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.

		состояния путем ремонта. 3. Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к ремонту.
6.	Что такое коэффициент готовности?	1. Коэффициентом готовности K_g называется отношение среднего времени работы между отказами T_o к сумме среднего времени работы между отказами T и среднего времени восстановления T_v . 2. Коэффициентом готовности K_g называется отношение времени работы между отказами T_o к сумме среднего времени работы между отказами T и среднего времени восстановления T_v . 3. Коэффициентом готовности K_g называется отношение времени работы между отказами T_o к сумме времени работы между отказами T и среднего времени восстановления T_v .
7.	Что такое функция готовности?	1. Функцией готовности $K_g(t)$ называется вероятность того, что восстанавливаемая система функционирует в момент времени t . 2. Функцией готовности $K_g(t)$ называется вероятность того, что восстанавливаемая система работоспособна в момент времени t . 3. Функцией готовности $K_g(t)$ называется вероятность того, что восстанавливаемая система исправна в момент времени t .
8.	Что такое коэффициент простоя?	1. Коэффициентом простоя K_p называется отношение среднего времени простоя T_v к сумме среднего времени работы между отказами T_o и среднего времени восстановления T_v . 2. Коэффициентом простоя K_p называется отношение среднего времени восстановления T_v к сумме среднего времени работы между отказами T_o и среднего времени восстановления T_v . 3. Коэффициентом простоя K_p называется отношение среднего времени восстановления T_v к сумме среднего времени простоя между отказами T_o и среднего времени восстановления T_v .
9.	Что такое функция простоя?	1. Функцией простоя $K_p(t)$ называется вероятность того, что невосстанавливаемая система не исправна в момент времени t . 2. Функцией простоя $K_p(t)$ называется вероятность того, что восстанавливаемая система не исправна в момент времени t . 3. Функцией простоя $K_p(t)$ называется вероятность того, что невосстанавливаемая система исправна в момент времени t .
10.	Сколько параметров в экспоненциальном законе распределения?	1. Экспоненциальный закон распределения является однопараметрическим – имеет один параметр, при помощи которого можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин. 2. Экспоненциальный закон распределения является двухпараметрическим – имеет два параметра, при помощи которых можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин. 3. Экспоненциальный закон распределения является трехпараметрическим – имеет три параметра, при помощи которых можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин.
11.	Сколько и какие параметры в нормальном законе распределения?	1. Нормальный закон распределения является двухпараметрическим – имеет два параметра, при помощи которых можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин. Этими параметрами являются интенсивность отказов λ и среднее квадратическое отклонение σ времени безотказной работы элемента. 2. Нормальный закон распределения является двухпараметрическим – имеет два параметра, при помощи которых можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин. Этими параметрами являются математическое ожидание m и интенсивность отказов λ работы элемента. 3. Нормальный закон распределения является двухпараметрическим – имеет два параметра, при помощи которых можно описать изменение всех остальных интересующих нас величин. Этими параметрами являются математическое ожидание m и среднее квадратическое отклонение σ времени безотказной работы элемента.
12.	В каких случаях применяется усеченное нормальное распределение?	1. В случае, когда случайная величина изменяется в диапазоне $-\infty \leq t \leq \infty$, применяется усеченное нормальное распределение. 2. В случае, когда случайная величина изменяется в диапазоне $-\infty \leq t \leq 0$, применяется усеченное нормальное распределение. 3. В случае, когда случайная величина изменяется в диапазоне $0 \leq t \leq \infty$, применяется усеченное нормальное распределение.
13.	Сколько и какие параметры в логарифмически нормальном законе распределения?	1. Логарифмически нормальное распределение является двухпараметрическим и зависит от двух параметров σ и s . 2. Логарифмически нормальное распределение является двухпараметрическим и зависит от двух параметров μ и s . 3. Логарифмически нормальное распределение является двухпараметрическим и зависит от двух параметров μ и σ .

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся умеет: выполнить расчет показателей надежности современных систем электроснабжения железнодорожного транспорта при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществить экспертизу технической документации в части показателей надежности работы оборудования, видов технических отказов и состояний оборудования
1. На заданном полигоне и заданной наработке в течение трех лет рассчитать интенсивность отказов эталонной контактной сети, тяговой подстанции и линий электропередач. 2. Рассчитать коэффициент готовности эталонной контактной сети, тяговой подстанции и линий электропередач и для каждого из отказов технических средств на заданном участке определить продолжительность простоя за период наблюдения. В соответствии с предложенным алгоритмом и коэффициентом готовности спланировать дальнейшее повышение уровня надежности на объектах. 3. Определить допустимую интенсивность отказов эталонной контактной сети, при этом среднее значение времени до восстановления принять в соответствии с системой КАСАНТ. 4. Определить допустимую интенсивность отказов эталонной тяговой подстанции, при этом среднее значение времени до восстановления принять в соответствии с системой КАСАНТ.	
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся владеет: методологией расчета надежности систем электроснабжения железнодорожного транспорта при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, методами расчета показателей надежности работы оборудования
5. Зная данные по отказам технических средств из системы КАСАНТ выполнить расчет проектной и фактической интенсивности отказов эталонной контактной сети, где коэффициент частичного работоспособного состояния принимать равным 0,33. 6. Зная данные по отказам технических средств из системы КАСАНТ выполнить расчет проектной и фактической интенсивности отказов эталонной тяговой подстанции, где коэффициент частичного работоспособного состояния принимать равным 0,25. 7. На основании исходных данных по отказам технических средств из системы КАСАНТ выполнить расчет проектного, допустимого и фактического коэффициентов простоя контактной сети. Определить сценарий для принятия решений в зависимости от соотношения фактического, проектного и допустимого коэффициентов простоя. 8. На основании исходных данных по отказам технических средств из системы КАСАНТ выполнить расчет проектного, допустимого и фактического коэффициентов простоя тяговой подстанции. Определить сценарий для принятия решений в зависимости от соотношения фактического, проектного и допустимого коэффициентов простоя.	

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Понятия надежности, безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности.
2. Понятия исправности и работоспособности, предельного состояния и повреждения.
3. Понятия отказа, внезапного отказа, постепенного отказа, независимого, полного и частичного отказа, перемежающегося отказа и избыточности.
4. Понятие системы и элемента, восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта.
5. Параметрический и непараметрический подходы в расчетах надежности.
6. Особенности структурного и функционального расчетов надежности.
7. Три этапа формирования надежности объекта, особенности надежности устройств электроснабжения
8. Вероятность безотказной работы, понятие плотности распределения наработки до отказа, понятия интенсивности отказов, понятие средней наработки до отказа.
9. Модель «нагрузка и прочность – случайные величины», понятие коэффициента запаса и способы его снижения.
10. Понятия функций математического ожидания и дисперсии случайных процессов, понятие и свойства функции усталости.
11. Модель «параметр – поле допуска», графическое изображение и допущения.
12. Аналитическая запись модели диагностирования.
13. Физическое толкование закономерности появления отказов невосстанавливаемых объектов.
14. Зависимость интенсивности отказов от наработки.

15. Оценка функций показателей надежности невосстанавливаемых объектов.
16. Учет статистического влияния процесса нагрузки в параметрических моделях.
17. Виды восстанавливаемых объектов, их описание и примеры.
18. Понятие параметра потока отказов, условие постоянства параметра потока отказов.
19. Понятие математического ожидания наработки на отказ объекта с нулевым временем восстановления.
20. Показатели надежности объекта с конечным временем восстановления.
21. Понятие плотности распределения наработки между очередными восстановлениями объекта.
22. Понятие параметра потока восстановлений.
23. Понятие функции готовности и оперативной готовности.
24. Понятие коэффициентов готовности и оперативной готовности.
25. Понятия математического ожидания времени безотказной работы, времени восстановления и времени между очередными событиями потока.
26. Оценка показателей надежности восстанавливаемых объектов.
27. Понятия сходства и различия, достоинства и недостатки расчетов структурной и функциональной надежности.
28. Понятие структурной схемы надежности.
29. Понятие последовательного соединения по надежности для восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.
30. Области изменения вероятности безотказной работы системы с последовательным соединением элементов.
31. Понятие параллельного соединения по надежности и вычисление функций надежности и ненадежности.
32. Вычисление математического ожидания наработки до отказа и интенсивности отказов при параллельным по надежности соединением элементов.
33. Области изменения вероятности безотказной работы системы с параллельным по надежности соединением элементов.
34. Понятие преобразования «звезда – треугольник» и область его применения.
35. Понятие преобразования «треугольник – звезда» и область его применения.
36. Расчет надежности системы из двух элементов с использованием графов состояний и переходов.
37. Непараметрический расчет надежности протяженных объектов.
38. Параметрический расчет надежности протяженных объектов.
39. Структурное и функциональное резервирование, достоинства, недостатки и области применения.
40. Пассивное и активное резервирование, области применения.
41. Изменение условий нагружения элементов при пассивном резервировании и его влияние на надежность.
42. Активное резервирование, достоинства и недостатки.
43. Структурная схема общего резервирования. Вероятности отказа и безотказной работы при общем резервировании.
44. Плотность распределения наработки до отказа и интенсивность отказов при общем резервировании.
45. Математическое ожидание наработки до отказа и функция резервирования при общем резервировании.
46. Структурная схема раздельного резервирования. Вероятности отказа и безотказной работы при раздельном резервировании.
47. Плотность распределения наработки до отказа и интенсивность отказов при раздельном резервировании.
48. Математическое ожидание наработки до отказа и функция резервирования при раздельном резервировании.
49. Особенности расчета активного резервирования в устройствах электроснабжения с учетом надежности переключений.
50. Особенности пассивного резервирования с перераспределением нагрузки.
51. Пассивное резервирование в гирлянде из двух изоляторов постоянного тока.
52. Закономерности изменения интенсивности отказов при пассивном резервировании с перераспределением нагрузки.
53. Пассивное резервирование в гирлянде из трех изоляторов переменного тока.
54. Ненагруженный резерв, особенности и допущения.
55. Расчет вероятности безотказной работы дублированной системы при ненагруженном резерве.
56. Расчет интенсивности отказов дублированной системы при ненагруженном резерве.
57. Особенности скользящего резервирования в устройствах электроснабжения.
58. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании.
59. Особенности резервирования по нагрузке в устройствах электроснабжения.
60. Расчет показателей надежности при резервировании по нагрузке. Модель дублированной восстанавливаемой системы.
61. Вычисление показателей готовности дублируемой восстанавливаемой системы.
62. Расчет функциональной надежности.
63. Модели функциональной надежности. Частные задачи и показатели функциональной надежности устройств электроснабжения.
64. Порядок расчетов показателей надежности при функциональном резервировании.
65. Анализ эксплуатационной надежности устройств электроснабжения.
66. Влияние надежности устройств на работу железнодорожного транспорта.
67. Показатели эффективности функционирования системы электроснабжения.
68. Риск отказов оборудования контактной сети.
69. Эксплуатационная надежность объектов системы электроснабжения.
70. Причины отказов оборудования систем электроснабжения. Повреждение, старение и износ объектов и систем.
71. Методы повышения эксплуатационной надежности систем электроснабжения.
72. Классификация стратегий технического обслуживания, критерии их оптимизации.
73. Непараметрические стратегии технического обслуживания.
74. Параметрические стратегии технического обслуживания.

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

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*
- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*
- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ

отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.