

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.06.2025 11:22:36

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Специализация Грузовые вагоны

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

зачеты с оценкой 3

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	УП	РП		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Практические	8	8	8	8
Конт. ч. на аттест.	0,4	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	0,15	0,15
В том числе в форме практ.подготовки	25	25	25	25
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12,55	12,55	12,55	12,55
Сам. работа	127,6	127,6	127,6	127,6
Часы на контроль	3,85	3,85	3,85	3,85
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ст.преп., Старикова А.Г.

Рабочая программа дисциплины

Основы теории надежности

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-25-1-ПСЖДгв.plz.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Грузовые вагоны

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Муратов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является овладение компетенцией ОПК-4 в части освоения индикаторов ОПК-4.5 - Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов; ОПК-4.6 - Применяет показатели надежности при формировании технических заданий разработке технической документации.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.27
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

ОПК-4.3 Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	ГОСТы по надежности технических объектов, основные положения теории надежности, основные методы расчета показателей надежности на различных стадиях жизненного цикла
3.2	Уметь:
3.2.1	рассчитывать показатели надежности технических объектов с использованием статистических и аналитических методов.
3.3	Владеть:
3.3.1	методами теории вероятностей и математической статистики для расчета единичных и комплексных показателей надежности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Лекционный курс			
1.1	Основные задачи теории надежности. Классификация основных терминов теории надежности /Лек/	3	2	
1.2	Основные определения теории надежности. Классификация отказов. /Лек/	3	2	
	Раздел 2. Практические занятия			
2.1	Расчеты показателей безотказности: вероятность безотказной работы и вероятность отказа для наработки t ; средняя наработка до отказа непосредственно по выборочным значениям и методом преобразования результатов наблюдения в статистический ряд /Пр/	3	2	Практическая подготовка
2.2	Расчеты показателей безотказности ремонтируемых объектов: частота отказов в интервале группирования, интенсивность отказов /Пр/	3	2	Практическая подготовка
2.3	Расчеты показателей долговечности: средний ресурс, гамма-процентный ресурс, физический срок службы объекта /Пр/	3	2	Практическая подготовка
2.4	Расчеты показателей ремонтпригодности: среднее время восстановления работоспособного состояния, коэффициент готовности, коэффициент использования, коэффициент простоя /Пр/	3	2	Практическая подготовка
	Раздел 3. Самостоятельная работа			
3.1	Подготовка к лекциям /Ср/	3	2	
3.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	8	
3.3	Выполнение расчетно-графической работы /Ср/	3	17,6	Практическая подготовка
3.4	Математический аппарат, применяемый в теории надежности. /Ср/	3	12	
3.5	Показатели долговечности и ремонтпригодности /Ср/	3	12	
3.6	Классификация основных показателей, характеризующих надежность технических объектов. Показатели безотказности /Ср/	3	12	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Березкин Е. Ф.	Надежность и техническая диагностика систем: Учебное пособие для вузов	, 2012	https://e.lanbook.com/book/17689
Л1.2	Шишмарёв В. Ю.	Надежность технических систем: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/45478

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Морозов Н. А.	Надежность технических систем: Учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки, входящим в образовательную область "Инженерное дело, технологии и технические науки"	, 2019	https://e.lanbook.com/bo
Л2.2	Березкин Е. Ф.	Надежность и техническая диагностика систем: Учебное пособие	, 2019	https://e.lanbook.com/bo
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1	Microsoft Office			
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1	1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования. http://elibrary.ru			
6.2.2.2	2. Информационно-справочная система Консультант+ http://www.consultant.ru			
6.2.2.3	3. ЭБС «Айбукс» — широкий спектр учебной и научной литературы ведущих издательств России. http://ibooks.ru/			
6.2.2.4	4. Информационно-справочная система ТехЭксперт http://техэксперт.рус/			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	Лекционная аудитория (50 и более посадочных мест) и аудитория для проведения практических занятий (25 и более посадочных мест) оборудованные учебной мебелью; неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающегося.			

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ**

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Грузовые вагоны

(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 – зачет с оценкой 5 семестр (очная форма обучения), 3 курс – заочная форма обучения

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.3 - Использует методы расчета показателей 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 работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся знает: ГОСТы по надежности технических объектов, основные положения теории надежности, основные методы расчета показателей надежности на различных стадиях жизненного цикла	Вопросы (1 – 10)
	Обучающийся умеет: рассчитывать показатели надежности технических объектов с использованием статистических и аналитических методов.	Задания (1-6)
	Обучающийся владеет: методами теории вероятностей и математической статистики для расчета единичных и комплексных показателей надежности	Задания (1-6).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

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

- 1) выполнение и защита РГР;
- 2) выполнение и размещение РГР в ЭИОС университета с последующей защитой посредством ресурсов ЭИОС.

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 работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся знает: ГОСТы по надежности технических объектов, основные положения теории надежности, основные методы расчета показателей надежности на различных стадиях жизненного цикла
<i>Примеры вопросов/заданий</i> <i>1. Укажите, какие из названных свойств характеризуют надежность технических объектов:</i> 1 – долговечность; 2 – сохраняемость; 3 – восстанавливаемость; 4 – контролепригодность; 5 – ремонтпригодность. <i>2. Выберите невозможное техническое состояние:</i> 1 – неисправное и неработоспособное; 2 – исправное и неработоспособное; 3 – исправное и работоспособное; 4 – неисправное и работоспособное. <i>3. Укажите показатели, характеризующие безотказность объектов в теории надежности:</i> 1 – вероятность отказа; 2 – параметр потока отказов; 3 – средний срок службы; 4 – интенсивность восстановления работоспособного состояния. <i>4. Средний срок службы – это:</i> 1 – показатель экономичности; 2 – показатель долговечности; 3 – показатель безотказности; 4 – показатель эффективности. <i>5. Коэффициент готовности характеризует:</i> 1 – сохраняемость; 2 – долговечность; 3 – безотказность; 4 – ремонтпригодность. <i>6. Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения по назначению, ТО и ТР, хранения и транспортирования называется:</i> 1 – эффективность; 2 – производительность; 3 – ремонтпригодность; 4 – надежность.	

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.

7. Переход элемента в неисправное состояние без потери работоспособного состояния – это:
1 – отказ;
2 – выход из строя;
3 –дефект;
4 - повреждение.
8. Сохраняемость в основном характеризует объекты в режимах:
1 – применения по назначению;
2 – транспортирования;
3 –ТО и ТР;
4 – хранения.
9. Свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, ремонтпригодности и долговечности в течение установленного времени хранения или транспортирования называется:
1 - надежность;
2 - восстанавливаемость;
3 - сохранность;
4 - сохраняемость;
5 - экономичность.
10. Состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно называется:
1 – неисправное;
2 – неработоспособное;
3 – неисправное и работоспособное;
4 – предельное.

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 работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся умеет: рассчитывать показатели надежности технических объектов с использованием статистических и аналитических методов.

Примеры заданий

Задание №1 Партия из 50 однотипных объектов находилась под наблюдением и был получен массив значений наработок до отказа. Необходимо определить значения статистической вероятности безотказной работы для заданной наработки и статистической вероятности отказа для той же наработки.

Задание №2 Партия из 50 однотипных объектов находилась под наблюдением и был получен массив значений наработок до отказа. Необходимо определить среднюю наработку до отказа для такого типа объектов, используя два метода: метод прямых вычислений и метод разложения в статистический ряд, а также оценить относительную погрешность расчетов вторым методом.

Задание №3 Подсистема состоит из пяти постоянно нагруженных элементов, в процессе наблюдения за которыми были получены массивы наработок 50 однотипных элементов до отказа. Работоспособное состояние подсистемы проверяется с использованием глобального теста, затраты на проведение которого в зависимости от номера варианта приведены в таблице. Априорные вероятности безотказной работы элементов необходимо рассчитать для заданной в зависимости от номера варианта наработки T_n . В случае наличия в подсистеме отказавших элементов их работоспособное состояние проверяется непересекающимися элементарными тестами, затраты на

проведение которых приведены в таблице в зависимости от номера варианта. Определить, сколько времени потребуется на отыскание всех отказавших элементов, если в результате таковыми окажутся элементы, приведенные в таблице по номеру варианта. Задание №4 Задана структурная схема надежности, на которой указаны априорные вероятности безотказной работы как постоянно нагруженных, так и резервных элементов схемы. Необходимо определить вероятность безотказной работы системы без резервирования и с резервированием, используя приемы преобразования схем структурной надежности. Задание №5 По данным эксплуатации о межремонтных пробегах, а также о простоях технических объектов в соответствующих видах технического обслуживания и текущих ремонтах необходимо определить комплексные показатели надежности такого рода объектов: коэффициент готовности, коэффициент использования и коэффициент простоя. Задание №6 Используя данные эксплуатации о пробегах до отказа узла локомотива необходимо определить интенсивность отказа для заданного интервала наработки, а также рассчитать вероятность безотказной работы на заданном интервале наработки при условии, что в этом интервале узел находится в периоде нормальной эксплуатации.	
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся владеет: методами теории вероятностей и математической статистики для расчета единичных и комплексных показателей надежности
Примеры заданий Задание №1 По заданному массиву значений затрат времени на проведение определенного вида ремонта узла локомотива необходимо определить среднее время выполнения данного вида ремонта для такого типа объектов, используя два метода: метод прямых вычислений и метод разложения в статистический ряд, а также оценить относительную погрешность расчетов вторым методом. Задание №2 По заданной выборке наработок до отказа используя метод по среднему абсолютному отклонению (САО) произвести проверку гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения. Задание №3 По заданной выборке наработок до отказа используя метод по размаху варьирования произвести проверку гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения. Задание №4 По заданному массиву значений затрат времени на проведение определенного вида ремонта узла локомотива необходимо определить вероятность восстановления работоспособного состояния таких узлов за заданное время восстановления. Задание №5 По заданной выборке наработок до отказа используя метод по показателям асимметрии и эксцесса произвести проверку гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения. Задание №6 Используя результаты обработки измерений износа бандажей колесных пар локомотивов необходимо определить параметры ремонтного цикла по параметру «ресурс бандажа колесной пары», если критерием является прокат бандажа.	

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Система понятий качества технической продукции.
2. Показатели качества технической продукции, их классификация.
3. Единичные показатели качества технической продукции, их классификация.
4. Производственное и потребительское качество технической продукции. Оптимальный уровень качества технической продукции.
5. Основные понятия и определения теории надежности.
6. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты в теории надежности.
7. Свойства объектов в теории надежности.
8. Состояния объектов в теории надежности.

9. Событие как категория теории надежности.
10. Классификация отказов.
11. Общая классификация основных показателей, характеризующих надежность объектов на железнодорожном транспорте.
12. Показатели безотказности неремонтируемых объектов.
13. Показатели безотказности ремонтируемых объектов.
14. Показатели долговечности.
15. Показатели ремонтпригодности.
16. Показатели сохраняемости.
17. Комплексные показатели надежности технических объектов.
18. Математический аппарат теории надежности: основные понятия теории вероятностей.
19. Математический аппарат теории надежности: основные понятия математической статистики.
20. Основные законы распределения случайных величин, их определяющие параметры.
21. Исследование законов распределения экспериментальных данных: разбиение экспериментальных данных на классы, построение гистограмм и полигонов.
22. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по среднему абсолютному отклонению.
23. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по размаху варьирования.
24. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по показателям асимметрии и эксцесса.
25. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по критерию Пирсона.
26. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по критерию Колмогорова-Смирнова.
27. Способы преобразования экспериментальных данных к нормальному закону распределения.
28. Основные факторы, влияющие на надежность подвижного состава.
29. Оптимальные процедуры поиска отказавших элементов: основные понятия.
30. Оптимальная процедура поиска единственного отказавшего элемента при использовании непересекающихся тестов.
31. Оптимальная процедура поиска единственного отказавшего элемента при использовании пересекающихся тестов.
32. Оптимальная процедура поиска неизвестного числа отказавших элементов при использовании непересекающихся тестов.
33. Определение объема выборки методом достаточно больших чисел.
34. Основные принципы управления надежностью подвижного состава на этапах создания и использования.
35. Пути совершенствования системы управления надежностью подвижного состава.
36. Требования, предъявляемые к надежности подвижного состава в условиях эксплуатации.

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

Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 60% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

Критерии формирования оценок по защите расчетно-графической работы

«Зачтено» – получают обучающиеся, оформившие расчетно-графическую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в которой отражены все необходимые результаты проведенного анализа без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

«Не зачтено» – ставится за расчетно-графическую работу, в которой отсутствуют обобщающие выводы, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

Виды ошибок:

- грубые: неумение сделать обобщающие выводы и выявить основные тенденции; неправильные расчеты в области проектирования и математического моделирования узлов и агрегатов тепловоза; незнание анализа показателей.

- негрубые: неточности в выводах по оценке основных тенденций изменения; неточности в формулах и определениях различных категорий.

Критерии формирования оценок по зачету с оценкой

«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.