

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Партыко Ольга Николаевна
Должность: Вicedean
Дата подписания: 29.06.2026 14:50:03
Уникальный программный ключ:
770638d47c6678e017510298d5878fd749701b88

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

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом университета
(протокол от 24.02.2026 №15)

Основы теории надежности рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ
Направленность (профиль) Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:
экзамен 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	16 3/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	2,3	2,3	2,3	2,3
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	50,3	50,3	50,3	50,3
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	24,7	24,7	24,7	24,7
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Юсупов Р.Р.

Рабочая программа дисциплины

Основы теории надежности

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217)

составлена на основании учебного плана: 23.05.05-26-1-СОДПа.pli.plx

Направление подготовки 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ Направленность (профиль) Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Зав. кафедрой д.т.н. Тарасов Е.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является подготовка специалиста по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализации "Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта" к производственно-технологической, расчетно-проектной деятельности в области оценки, обеспечения и повышения надежности устройств, систем и сетей телекоммуникаций железнодорожного транспорта при их проектировании и эксплуатации посредством формирования компетенции, предусмотренной учебным планом, в части представленных ниже знаний, умений и владений.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.28
-------------------	---------

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	терминологию, установленную стандартами для теории надежности, как области знаний; основные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов, показатели безопасности; методы расчета показателей надежности; влияние факторов на надежность аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики; методы повышения надежности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.
3.2	Уметь:
3.2.1	определять количественные показатели надежности различных объектов; составлять структурные схемы надежности; оценивать эффективность применения различных способов резервирования для повышения надежности; определять периодичность проведения технического обслуживания для поддержания требуемого уровня надежности.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками расчета показателей надежности объектов, в том числе с учетом режимов их работы и условий эксплуатации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия, термины и определения			
1.1	Основные понятия теории надежности. /Лек/	5	2	
1.2	Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. /Ср/	5	4	
1.3	Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых объектов. /Пр/	5	2	
1.4	Показатели надежности восстанавливаемых объектов. Показатели безопасности технических объектов. /Ср/	5	5	
1.5	Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем. /Пр/	5	2	
	Раздел 2. Структурная схема надежности			
2.1	Понятие о структурной схеме надежности. Виды соединения элементов. /Лек/	5	2	
2.2	Методы расчета надежности. Метод минимальных путей и сечений. Метод разложения структуры относительно базового элемента. /Лек/	5	2	
2.3	Расчет надежности невосстанавливаемых нерезервируемых систем. /Пр/	5	4	
2.4	Методы резервирования. Структурные схемы надежности объектов с резервированием. /Лек/	5	2	
2.5	Расчет надежности невосстанавливаемых резервируемых систем. /Пр/	5	2	
2.6	Методы расчета надежности. Логико-вероятностный метод. Метод эквивалентных структурных преобразований соединений "треугольник" в соединение "звезда". /Ср/	5	6	
	Раздел 3. Марковские процессы в расчетах надежности			
3.1	Понятие о марковских процессах. Граф состояний объектов. /Лек/	5	4	
3.2	Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов. /Ср/	5	6	
3.3	Марковские процессы в расчетах надежности резервированных восстанавливаемых объектов. /Лек/	5	2	

3.4	Расчет надежности систем при помощи марковских процессов. /Пр/	5	2	
Раздел 4. Надежность объектов в условиях эксплуатации				
4.1	Законы распределения показателей надежности. Определение их вида и параметров. /Лек/	5	2	
4.2	Оценка и контроль показателей надежности объектов по результатам испытаний и эксплуатации. /Лек/	5	2	
4.3	Влияние факторов на надежность. Надежность аппаратуры железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. /Лек/	5	4	
4.4	Надежность микросистем. Надежность программного обеспечения. /Лек/	5	4	
4.5	Расчет надежности системы электроснабжения. /Пр/	5	4	
4.6	Системы учета и анализа надежности объектов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. /Ср/	5	4	
4.7	Надежность элементной базы и аппаратуры связи /Ср/	5	6	
4.8	Надежность систем связи. /Ср/	5	6	
Раздел 5. Методы повышения надежности и безопасности				
5.1	Методы повышения надежности объектов. Резервирование как метод повышения надежности. /Лек/	5	2	
5.2	Влияние технического обслуживания на надежность. Экономические показатели надежности. /Лек/	5	2	
5.3	Обеспечение рационального состава запасных элементов как способ повышения надежности. /Лек/	5	2	
Раздел 6. Самостоятельная работа				
6.1	Подготовка к лекциям. /Ср/	5	16	
6.2	Подготовка к практическим работам. /Ср/	5	16	
Раздел 7. Контактные часы на аттестацию				
7.1	Экзамен. /КЭ/	5	2,3	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин 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
ЛП.1	Сапожников Вл. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В., Шаманов В. И.	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебное пособие для специалистов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2017	https://umczt.ru/books/41/39322/

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
--	---------------------	----------	-------------------	-----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В.	Основы теории надежности и технической диагностики: учебник	Санкт-Петербург : Лань, 2019	https://e.lanbook.com/book/115495
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	База данных Росстандарта – https://www.gost.ru/portal/gost/			
6.2.2.2	База данных Государственных стандартов: http://gostexpert.ru/			
6.2.2.3	База данных «Железнодорожные перевозки» - https://cargo-report.info/			
6.2.2.4	Информационно-справочная система Консультант плюс http://www.consultant.ru			
6.2.2.5	Информационно-правовой портал Гарант http://www.garant.ru			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).			
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)			
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.			
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.			

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

Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

(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: ОФО: экзамен, 5 семестр; ЗФО: экзамен, 3 курс.

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

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 5)
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся знает: терминологию, установленную стандартами для теории надежности, как области знаний; основные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов, показатели безопасности; методы расчета показателей надежности; влияние факторов на надежность аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики; методы повышения надежности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.	Вопросы (№ 1 - № 74) Задания (№ 1 - № 43)
	Обучающийся умеет: определять количественные показатели надежности различных объектов; составлять структурные схемы надежности; оценивать эффективность применения различных способов резервирования для повышения надежности; определять периодичность проведения технического обслуживания для поддержания требуемого уровня надежности.	Задания (№ 44 - № 59)
	Обучающийся владеет: навыками расчета показателей надежности объектов, в том числе с учетом режимов их работы и условий эксплуатации.	Задания (№60 - №70)

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

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.

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: терминологию, установленную стандартами для теории надежности, как области знаний; основные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов, показатели безопасности; методы расчета показателей надежности; влияние факторов на надежность аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики; методы повышения надежности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

Примеры заданий:

1. Как называется состояние, при котором объект соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) проектно-конструкторской документации?
 - а) работоспособное;
 - б) предельное;
 - в) исправное;
 - г) неработоспособное.

2. Как называется состояние, при котором значения всех параметров объекта, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации?
 - а) предельное;
 - б) неработоспособное;
 - в) работоспособное;
 - г) исправное.

3. Как называется состояние, при котором хотя бы один параметр объекта, характеризующий его способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации?
 - а) исправное;
 - б) неработоспособное;
 - в) предельное;
 - г) работоспособное.

4. Как называется состояние, при котором объект не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации?
 - а) неисправное;
 - б) исправное;
 - в) работоспособное;
 - г) неработоспособное.

5. Как называется событие, при котором объект переходит в неисправное, но работоспособное состояние?
 - а) ремонт;
 - б) отказ;
 - в) капитальный ремонт;
 - г) повреждение.

6. Как называется событие, при котором объект переходит в неработоспособное или предельное состояние?
 - а) повреждение;
 - б) отказ;
 - в) ремонт;
 - г) капитальный ремонт.

7. Как называется событие, при котором объект переходит из неработоспособного состояния в работоспособное или исправное?
 - а) повреждение;
 - б) отказ;
 - в) ремонт;
 - г) капитальный ремонт.

8. Как называется событие, при котором объект переходит из предельного состояния в исправное?
 - а) капитальный ремонт;
 - б) повреждение;
 - в) ремонт;
 - г) отказ.

9. Как называется свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени?
 - а) ремонтпригодность;
 - б) долговечность;
 - в) сохраняемость;
 - г) безотказность;
 - д) безопасность.

10. Как называется свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта?
 - а) безотказность;
 - б) безопасность;
 - в) сохраняемость;
 - г) ремонтпригодность;
 - д) долговечность.

11. Как называется свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния в результате проведения технического обслуживания и ремонтов?
 - а) сохраняемость;
 - б) ремонтпригодность;
 - в) безотказность;
 - г) безопасность;
 - д) долговечность.

12. Как называется свойство объекта сохранять значения своих показателей в процессе хранения и после него и (или) в процессе транспортирования?

- а) безотказность; г) долговечность;
- б) сохраняемость; д) ремонтпригодность.
- в) безопасность;

13. Как называется отказ, который происходит в результате скачкообразного изменения значений параметров объекта?

- а) постепенный; г) перемежающийся;
- б) внезапный; д) защитный.
- в) опасный;

14. Как называется отказ, который происходит в результате постепенного изменения значений параметров объекта в результате его старения?

- а) внезапный; г) защитный;
- б) постепенный; д) опасный.
- в) перемежающийся;

15. Как называется многократно возникающий самоустраняющийся отказ объекта одного и того же характера?

- а) защитный; г) внезапный;
- б) опасный; д) постепенный.
- в) перемежающийся;

16. Как называется отказ, который может приводить при определенной поездной ситуации к нарушению безопасности движения поездов?

- а) опасный; г) защитный;
- б) внезапный; д) постепенный.
- в) перемежающийся;

17. Как называется отказ, который не может приводить к нарушению безопасности движения поездов?

- а) постепенный; г) опасный;
- б) защитный; д) перемежающийся.
- в) внезапный;

18. Как называется свойство СЖАТ не давать опасных отказов в течение определенного времени?

- а) безотказность; г) ремонтпригодность;
- б) долговечность; д) сохраняемость.
- в) безопасность;

19. Как называется время от начала эксплуатации до возникновения первого отказа?

- а) средняя наработка до отказа; г) частота отказов;
- б) вероятность отказа; д) наработка до отказа;
- в) интенсивность отказов; е) вероятность безотказной работы.

20. Как называется функция распределения наработки до отказа?

- а) средняя наработка до отказа; г) наработка до отказа;
- б) частота отказов; д) интенсивность отказов;
- в) вероятность безотказной работы; е) вероятность отказа.

21. Как называется вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает?

- а) вероятность безотказной работы; г) наработка до отказа;
- б) интенсивность отказов; д) вероятность отказа;
- в) средняя наработка до отказа; е) частота отказов.

22. Как называется плотность распределения наработки до отказа?

- а) вероятность отказа; г) интенсивность отказов;
- б) частота отказов; д) средняя наработка до отказа;
- в) вероятность безотказной работы; е) наработка до отказа.

23. Как называется показатель надежности $\lambda(t)$?

- а) средняя наработка до отказа; г) наработка до отказа;
- б) интенсивность отказов; д) вероятность безотказной работы;
- в) частота отказов; е) вероятность отказа.

24. Как называется математическое ожидание наработки объекта до первого отказа?

- а) частота отказов; г) наработка до отказа;
- б) вероятность отказа; д) интенсивность отказов;

б) функциональное;

г) временное.

36. Какое резервирование возможно тогда, когда в процессе функционирования система имеет ресурс времени, вследствие чего могут осуществляться повторный расчет данных или другие контрольные процедуры?

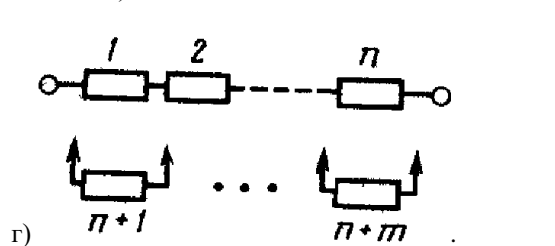
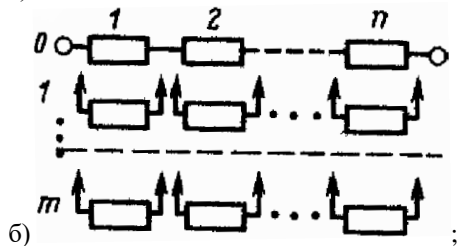
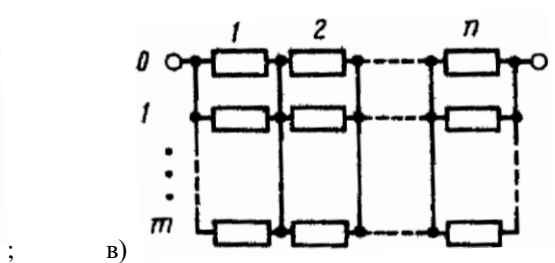
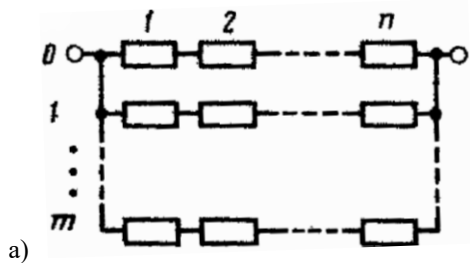
а) функциональное;

в) структурное;

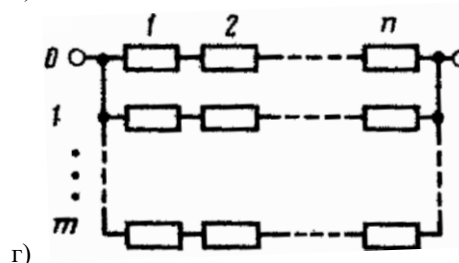
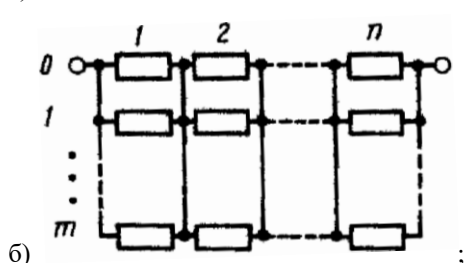
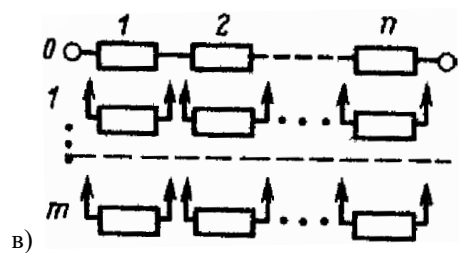
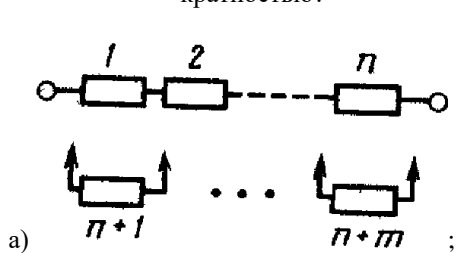
б) временное;

г) информационное.

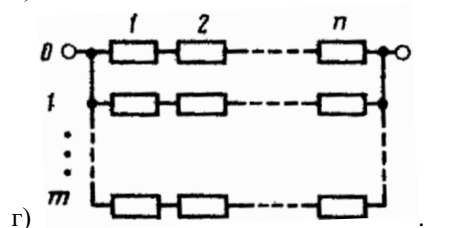
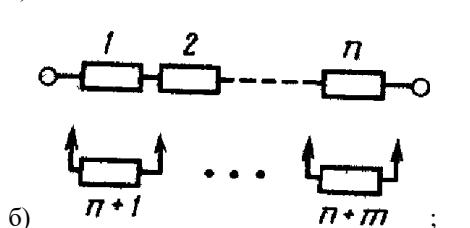
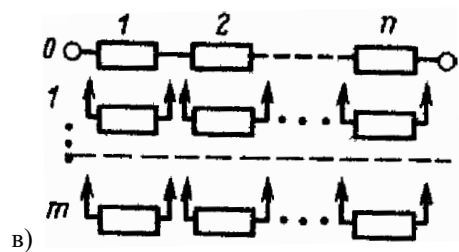
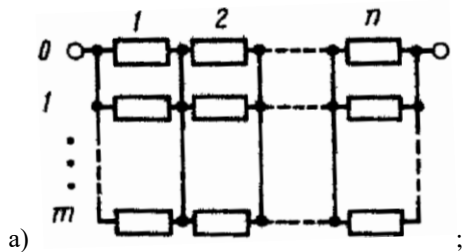
37. На каком рисунке показано общее резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью?



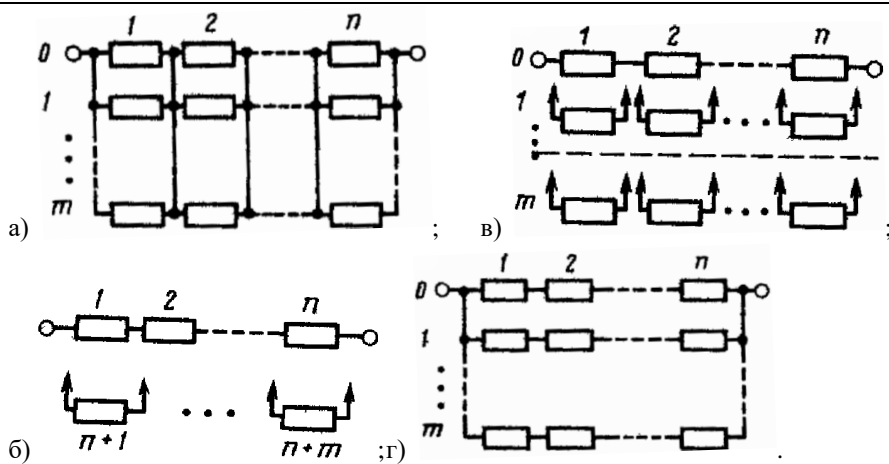
38. На каком рисунке показано раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью?



39. На каком рисунке показано раздельное резервирование замещением с целой кратностью?



40. На каком рисунке показано раздельное резервирование замещением с дробной кратностью (скользящее резервирование)?



41. Поставьте в соответствие устройствам автоматики и телемеханики наиболее частую причину их отказов.

Устройство автоматики и телемеханики	Причина отказа
1. Рельсовая цепь	1. Эрозия контактов
2. Стрелочный электропривод	2. Заклинивание шибера
3. Светофор	3. Плохой контакт стыкового соединителя
4. Импульсное реле	4. Механическое повреждение
5. Стрелочное пусковое реле	5. Нарушение контакта автопереключателя
6. Нейтральное реле	6. Пробой выпрямителя
7. Кабель	7. Тяжелый токовый режим
	8. Перегорание нити лампы
	9. Нарушение контакта в штепсельном разьеме

42. Какие отказы наиболее вероятны в микропроцессорных системах железнодорожной автоматики и телемеханики?

- а) сбои; в) постепенные;
 б) внезапные; г) все равновероятны.

43. Как изменяется со временем надежность программного обеспечения?

- а) уменьшается; в) не изменяется;
 б) возрастает; г) вначале возрастает, затем уменьшается.

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

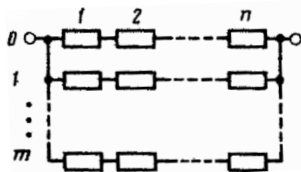
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-4.3. Использует методы расчета показателей надежности работы оборудования при проектировании и эксплуатации технических систем	Обучающийся умеет: определять количественные показатели надежности различных объектов; составлять структурные схемы надежности; оценивать эффективность применения различных способов резервирования для повышения надежности; определять периодичность проведения технического обслуживания для поддержания требуемого уровня надежности.

Примеры заданий :

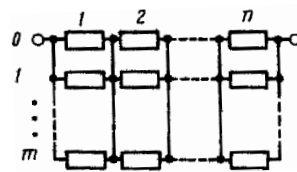
44. На испытание поставлено $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ зафиксированных через 100 часов работы $n(\Delta t) = 44$. Определите вероятность безотказной работы $P^*(t)$.
45. На испытание поставлено $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ зафиксированных через 100 часов работы $n(\Delta t) = 75$. Определите частоту отказов $f^*(t)$.
46. При эксплуатации системы автоматики было зафиксировано $n = 44$ отказов в течение 6000 ч. Суммарное время восстановления составило 12,5 часа. Определите среднее время восстановления T_B .
47. При эксплуатации системы автоматики было зафиксировано $n = 44$ отказов в течение 6000 ч. Суммарное время восстановления составило 12,5 часа. Время, затраченное на профилактику, в среднем больше времени восстановления в 1,6 раза. Определите коэффициент готовности K_T .
48. Имеется устройство из пяти элементов, в котором отказ хотя бы одного элемента приводит к отказу всего

объекта в целом. Составьте его структурную схему надежности.

49. Имеется устройство из четырех элементов, которое отказывает только при отказе всех составляющих его элементов. Составьте его структурную схему надежности.
50. Имеется реле, содержащее якорь, две обмотки и три контакта. Реле работоспособно, если работоспособны его якорь, хотя бы одна из обмоток и хотя бы один из контактов. Составьте его структурную схему надежности.
51. Нарисуйте структурную схему надежности системы, имеющей общее резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью.
52. Нарисуйте структурную схему надежности системы, имеющей раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью.
53. Нарисуйте структурную схему надежности системы, имеющей общее резервирование замещением с целой кратностью.
54. Нарисуйте структурную схему надежности системы, имеющей раздельное резервирование замещением с целой кратностью.
55. Нарисуйте структурную схему надежности системы, имеющей раздельное резервирование замещением с дробной кратностью (скользящее резервирование).
56. Имеется вычислительная система, состоящая из двух ЭВМ, работающих одновременно, и третьей ЭВМ – резервной, используемой в режиме нагруженного резерва и дублирующей постоянно только первую ЭВМ. Составьте структурную схему надежности системы.
57. Имеется две резервированных системы: 1 – с общим горячим резервированием с целой кратностью; 2 - с раздельным горячим резервированием с целой кратностью, структурные схемы надежности которых и выражения для вероятности безотказной работы приведены на рисунках. Какой из примененных способов резервирования более эффективен для повышения надежности?

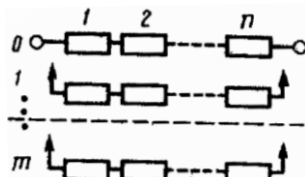


$$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1}$$

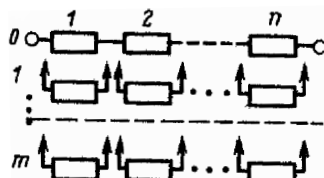


$$P_c(t) = \left[1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1} \right]^n$$

58. Имеется две резервированных системы: 1 – с общим резервированием замещением с целой кратностью; 2 - с раздельным резервированием замещением с целой кратностью, структурные схемы надежности которых и выражения для вероятности безотказной работы приведены на рисунках. Какой из примененных способов резервирования более эффективен для повышения надежности?



$$P_c(t) = e^{-\lambda_0 t} \cdot \left[1 + \lambda_0 t + \frac{(\lambda_0 t)^2}{2!} + \frac{(\lambda_0 t)^3}{3!} + \frac{(\lambda_0 t)^4}{4!} + \frac{(\lambda_0 t)^5}{5!} \right]$$



$$P_c(t) = e^{-\lambda_0 t} \cdot \left[1 + \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2!} + \frac{(\lambda t)^3}{3!} + \frac{(\lambda t)^4}{4!} + \frac{(\lambda t)^5}{5!} \right]$$

59. Имеется система с интенсивностью отказов $\lambda = 0,25$ 1/год. Определить периодичность проведения технического обслуживания для поддержания требуемого уровня надежности $P_{\min} = 0,95$.

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

Обучающийся владеет: навыками расчета показателей надежности объектов, в том числе с учетом режимов их работы и условий эксплуатации.

Примеры заданий :

60. На испытание поставлено $N_0 = 2000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ зафиксированных через 100 часов работы $n(\Delta t) = 75$. Определите вероятность отказа $Q^*(t)$.
61. На испытание поставлено $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ зафиксированных через 100 часов работы $n(\Delta t) = 75$. Определите интенсивность отказов $\lambda^*(t)$.
62. При эксплуатации системы автоматики было зафиксировано $n = 53$ отказов в течение 6000 ч. Суммарное время восстановления составило 15,5 часа. Определите среднюю наработку на отказ T_{cp} .
63. При эксплуатации системы автоматики было зафиксировано $n = 44$ отказов в течение 6000 ч. Суммарное время восстановления составило 12,5 часа. Время, затраченное на профилактику, в среднем больше времени восстановления в 1,4 раза. Определите коэффициент простоя $K_{п}$.
64. На испытание поставлено $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ зафиксированных через 100 часов работы $n(\Delta t) = 75$. Определите среднюю наработку до отказа T^* .
65. При эксплуатации системы автоматики было зафиксировано $n = 44$ отказов в течение 6000 ч. Суммарное время восстановления составило 12,5 часа. Время, затраченное на профилактику, в среднем больше времени восстановления в 1,3 раза. Определите коэффициент технического использования $K_{т}$.
66. Поясните расчетное выражение для коэффициента режима работы полупроводниковых элементов.

$$K_p = A \exp \left[\frac{N_T}{273 + t_{\text{окр}} + \Delta t K_H} + \left(\frac{273 + t_{\text{окр}} + \Delta t K_H}{T_M} \right)^L \right]$$

67. Поясните расчетное выражение для коэффициента режима работы конденсаторов.

$$K_p = A \left[\left(\frac{K_H}{N_S} \right)^H + 1 \right] \exp \left[B \left(\frac{t_{\text{окр}} + 273}{N_T} \right)^G \right]$$

68. Поясните расчетное выражение для коэффициента режима работы резисторов.

$$K_p = A \exp \left[B \left(\frac{t_{\text{окр}} + 273}{N_T} \right)^G \right] \exp \left\{ \left[\left(\frac{K_H}{N_S} \right) \left(\frac{t_{\text{окр}} + 273}{273} \right)^J \right]^H \right\}$$

69. Поясните расчетное выражение для коэффициента режима работы резисторов.

$$K_p = A \exp \left[B \left(\frac{t_{\text{окр}} + 273}{N_T} \right)^G \right] \exp \left\{ \left[\left(\frac{K_H}{N_S} \right) \left(\frac{t_{\text{окр}} + 273}{273} \right)^J \right]^H \right\}$$

70. Поясните порядок определения значения коэффициента эксплуатации, зависящего от жесткости условий эксплуатации устройства.

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

1. Понятия надежности, безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности, безопасности.
2. Понятия исправности, работоспособности и неработоспособности, 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 автоматики и телемеханики.
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 параллельном по надежности соединении 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 отдельного резервирования. Вероятности отказа и безотказной работы при отдельном резервировании.
47. Плотность распределения наработки до отказа и интенсивность отказов при отдельном резервировании.
48. Математическое ожидание наработки до отказа и функция резервирования при отдельном резервировании.
49. Ненагруженный резерв, особенности и допущения.
50. Расчет вероятности безотказной работы дублированной системы при ненагруженном резерве.
51. Расчет интенсивности отказов дублированной системы при ненагруженном резерве.
52. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании.
53. Расчет показателей надежности при резервировании по нагрузке. Модель дублированной восстанавливаемой системы.
54. Вычисление показателей готовности дублируемой восстанавливаемой системы.
55. Расчет функциональной надежности.
56. Модели функциональной надежности. Частные задачи и показатели функциональной надежности устройств автоматики и телемеханики.
64. Порядок расчетов показателей надежности при функциональном резервировании.
65. Анализ эксплуатационной надежности устройств автоматики и телемеханики.
66. Влияние надежности устройств автоматики и телемеханики на работу железнодорожного транспорта.
69. Эксплуатационная надежность объектов систем автоматики и телемеханики.
70. Причины отказов оборудования систем автоматики и телемеханики. Повреждение, старение и износ объектов и систем.
71. Методы повышения эксплуатационной надежности систем автоматики и телемеханики.
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» – 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.