

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 20.11.2025 10:56:43

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## **Надежность механических систем** **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Квалификация **инженер**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

зачеты 6

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>6 (3.2)</b>		Итого	
	Неделя		уп	рп
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	0,15	0,15
В том числе инт.	16	16	16	16
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32,15	32,15	32,15	32,15
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

*Ст. преп., Астраханский А.Ю.*

Рабочая программа дисциплины

**Надежность механических систем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 935)

составлена на основании учебного плана: 23.05.01-25-3-НТТСП.рл.рлх

Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства Направленность (профиль) Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы**

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Коркина С.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Целью дисциплины является формирование профессиональных компетенций (ПСК-2.12), согласно ФГОС ВО, в части представленных ниже знаний, умений и навыков. Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02.01
-------------------	---------------

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

ПК-4 Способен осуществлять контроль производственно-хозяйственной деятельности подразделения, осуществляющего работы по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов

ПК-4.4 Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	- типы состояний объектов;
3.1.2	- единичные и комплексные показатели оценки надежности техники;
3.1.3	- критерии работоспособности узлов и элементов машин.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- оценивать характеристики надежности техники;
3.2.2	- рассчитывать показатели надежности и долговечности;
3.2.3	- обрабатывать статистическую информацию.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- инженерной терминологией в области надежности механических систем;
3.3.2	- математическими методами оценки показателей надежности механических систем;
3.3.3	- методами повышения надежности технических систем.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Лекции</b>			
1.1	Введение в дисциплину. Надежность как наука. /Лек/	6	2	
1.2	История развития надежности. /Лек/	6	2	
1.3	Надежность в жизненном цикле. /Лек/	6	2	
1.4	Факторы, влияющие на надежность механических систем. /Лек/	6	2	
1.5	Физические основы надежности. Виды трения. Изнашивание. Коррозия. Эрозия. /Лек/	6	2	
1.6	Управление надежностью технических систем в ОАО "РЖД" /Лек/	6	2	
1.7	Единичные и комплексные показатели надежности объекта. /Лек/	6	2	
1.8	Источники информации о надежности машин. Нормирование показателей надежности. /Лек/	6	2	
1.9	Основы надежности сложных систем. /Ср/	6	2	
	<b>Раздел 2. Практические занятия</b>			
2.1	Определение показателей надежности /Пр/	6	3	Практическая подготовка
2.2	Определение доверительных интервалов для показателей надежности /Пр/	6	4	Практическая подготовка
2.3	Определение требуемого уровня надежности проектируемого изделия /Пр/	6	3	Практическая подготовка
2.4	Расчет количественных показателей надежности /Пр/	6	2	Практическая подготовка

2.5	Определение интенсивности отказов системы /Пр/	6	4	Практическая подготовка
<b>Раздел 3. Самостоятельная работа</b>				
3.1	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	
3.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	16	
3.3	Решение задач на нормальное распределение /Ср/	6	5	
3.4	Зачет /КЭ/	6	0,15	

### 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) 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	Шишмарёв В. Ю.	Надежность технических систем: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/454">https://urait.ru/bcode/454</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Березкин Е. Ф.	Надежность и техническая диагностика систем: Учебное пособие	, 2019	<a href="https://e.lanbook.com/bc">https://e.lanbook.com/bc</a>

### 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 АСПИЖТ

6.2.2.4 Открытые данные Росжелдора <http://www.roszeldor.ru/opensdata>

### 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)**

**Надёжность механических систем**

*(наименование дисциплины(модуля))*

Специальность

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

*(код и наименование)*

Специализация

«Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»

*(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.

Формы промежуточной аттестации: зачет (6 семестр).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
<i>ПК-4: Способен осуществлять контроль производственно-хозяйственной деятельности подразделения, осуществляющего работы по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	<i>ПК-4.4: Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы(семестр )
<i>ПК-4.4: Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	Обучающийся знает: -типы состояний объектов; - единичные и комплексные показатели оценки надежности техники; - критерии работоспособности узлов и элементов машин.	Примеры тестовых вопросов 1.1. -1.11
	Обучающийся умеет: - оценивать характеристики надежности техники; - рассчитывать показатели надежности и долговечности; - обрабатывать статистическую информацию.	Задания по темам практических занятий 2.1-2.7
	Обучающийся владеет: - инженерной терминологией в области надежности механических систем; - математическими методами оценки показателей надежности механических систем; - методами повышения надежности технических систем.	Вопросы к зачёту 3.1-3.45

Текущий контроль проводится:

- в форме опроса по темам практических занятий;
- в форме выполнения тестового задания

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

- 1) собеседование;
- 2) выполнение тестовых 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-4.4: <i>Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	Обучающийся знает: - типы состояний объектов; - единичные и комплексные показатели оценки надежности техники
<p>Тестирование по дисциплине проводится с использованием тестов на бумажном носителе или ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <a href="http://do.samgups.ru/moodle/">http://do.samgups.ru/moodle/</a>).</p> <p><b>Примеры тестовых вопросов (Зачет):</b></p> <p><b>1.1. Надежность обуславливается</b></p> <p>а. Резервированием б. Запасом материала в. Оценкой действительного состояния г. Затратами на изготовление</p> <p><b>1.2. Отказ - событие, заключающееся в нарушении...</b></p> <p>а. Рыночной цены изделия б. Правил эксплуатации в. Работоспособности технического средства г. Среднего времени восстановления д. Среднестатистической оценки объекта</p> <p><b>1.3. Резервирование - наличие в транспортном средстве...</b></p> <p>а. Вероятности безотказной работы б. Простейшего потока с ординарностью, стационарностью и отсутствием последствий в. Восстанавливаемого оборудования г. Параметра потока отказов д. Более одного элемента для выполнения требуемой функции</p> <p><b>1.4. Долговечность - свойство оборудования сохранять...</b></p> <p>а. Среднюю наработку на отказ б. Интенсивность отказов в. Работоспособность до наступления предельного состояния г. Технический ресурс д. Коэффициент готовности</p> <p><b>1.5. Безотказность – свойство оборудования непрерывно сохранять...</b></p> <p>а. Ремонтпригодность б. Вероятность восстановления работоспособности в. Степень потери полезных свойств г. Коэффициент технического использования д. Работоспособное состояние в течение некоторого времени</p> <p><b>1.6. Экономический показатель надежности – отношение суммарных затрат за весь срок службы к ...</b></p> <p>а. Рыночной стоимости изделия б. Долговечности изделия в. Стоимости ресурсного элемента г. Совокупности стоимости ремонтов д. Стоимости эксплуатационных расходов</p>	
ПК-4.4: <i>Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	- критерии работоспособности узлов и элементов машин.
<b>1.7. Техническая диагностика - область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения...</b>	

<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.

- а. Эффективности эксплуатации объекта
- б. Алгоритма диагностирования
- в. Технического состояния объекта
- г. Оперативной продолжительности диагностирования
- д. Приспособленности транспортного средства к диагностированию

**1.8. Критерии оценки технического состояния восстанавливаемых изделия**

- а. Параметр потока отказов; Нарботка на отказ; Коэффициент готовности
- б. Вероятность безотказной работы; Средняя наработка на отказ; частота отказов
- в. Интенсивность отказов; Коэффициент внутреннего простоя; Уравнение Вольтерра
- г. Связь с другими отказами; Время проявления; Цена отказа

**1.9. Ремонтопригодность характеризуется...**

- а. Поэлементным резервированием; Групповым резервированием
- б. Вероятностью восстановления; Средним временем восстановления
- в. Изменением параметра потока отказов; Степенью потери полезных свойств

**1.10. Долговечность оценивается...**

- а. Сроком службы; Техническим ресурсом
- б. Коэффициентом оперативной готовности; Коэффициентом готовности
- в. Вероятностью безотказной работы; Интенсивностью отказов

**1.11. Эффект Ребиндера**

- а. Местный нагрев
- б. Скаффинг (задир)
- в. Заполнение смазкой микротрещин

Полный перечень тестовых вопросов содержится на сайте [do.samgups.ru](http://do.samgups.ru) в разделе - Банк тестовых вопросов курса «Надёжность механических систем»

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

### Проверяемый образовательный результат

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ПК-4.4: <i>Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</i>	Обучающийся умеет: - оценивать характеристики надежности техники; - рассчитывать показатели надежности и долговечности;
<b>Задания по темам практических занятий</b>	
<b>2.1. Тема: «Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия.»:</b>	
Что является целью работы?	
Какие типовые законы распределения случайной величины вы знаете?	
<u>Задача 1.</u> На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить $f^*(t), A, q^*(t)$ при $t=4000$ час.	
<u>Задача 2.</u> На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. Требуется определить $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ час.	
<u>Задача 3.</u> В течение 1000 час из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 час. отказал еще один гироскоп. Требуется определить $f^*(t), \lambda^*(t)$ при $t=1000$ час.	
<b>2.2. Тема: «Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия»:</b>	
Что является целью работы?	
Какие количественные характеристики надёжности вы знаете?	
<u>Задача 1.</u> Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени $t=120$ час, а также среднее время безотказной работы.	
<u>Задача 2.</u> Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час, частоту отказов для момента времени $t=120$ час и интенсивность отказов.	
<u>Задача 3.</u> Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $m_t = 8000$ час, $\sigma_t = 1000$ час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $p(t), f(t), \lambda(t), m_t$ для $t=8000$ час.	
<b>2.3. Тема: «Последовательное соединение элементов в систему»:</b>	
Что является целью работы?	
Алгоритм решения задач при последовательном соединении элементов в систему.	

**Задача 1.** Машина состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp} = 0,33 \cdot 10^{-5}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы машины в течении  $t = 200$  час и среднее время безотказной работы аппаратуры.

**Задача 2.** Восстанавливаемая в процессе работы машина состоит из 200000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-6}$  1/час. Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течении  $t = 24$  часа и среднее время безотказной работы электронной машины.

**Задача 3.** Система управления состоит из 6000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp} = 0,16 \cdot 10^{-6}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течении  $t = 50$  час и среднее время безотказной работы.

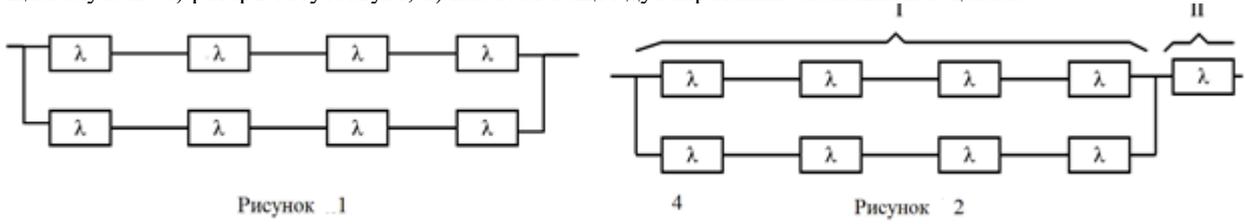
**2.4. Тема: «Расчет надежности системы с постоянным резервированием»:**

Что является целью работы?

Что подразумевается под резервированием объекта?

Что может быть резервным?

**Задача 1.** Механизм состоит из трех. блоков. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны:  $X_1 = 4 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $X_2 = 2,5 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $X_3 = 3 \cdot 10^{-4}$  1/час. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы механизма при  $t=100$  час для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование механизма в целом.



**Задача 2.** Для изображенной на рисунке 1. логической схемы системы определить  $P_c(t)$ ,  $m_{тс}$ ,  $f_c(t)$ ,  $X_c(t)$ . Здесь резерв нагруженный, отказы независимы.

**Задача 3.** В агрегате, состоящем из трех равнонадежных элементов ( $n = 3$ ) применено общее постоянное дублирование всего агрегата. Интенсивность отказов каскада равна  $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$  1/час. Определить  $P_c(t)$ ,  $m_{тс}$ ,  $f_c(t)$ ,  $\lambda_c(t)$  агрегата с дублированием.

**Задача 4.** Для изображенной на рисунке 2. логической схемы системы определить интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$ . Здесь резерв нагруженный, отказы независимы.

**Задача 5.** Привод состоит из трех блоков I,II,III. Интенсивности отказов этих трех блоков соответственно равны:  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ . Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры  $P_c(t)$  для следующих случаев:

- а) резерв отсутствует;
- б) имеется дублирование радиоэлектронной аппаратуры в целом

*ПК-4.4: Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов*

- рассчитывать показатели надежности и долговечности;
- обрабатывать статистическую информацию.

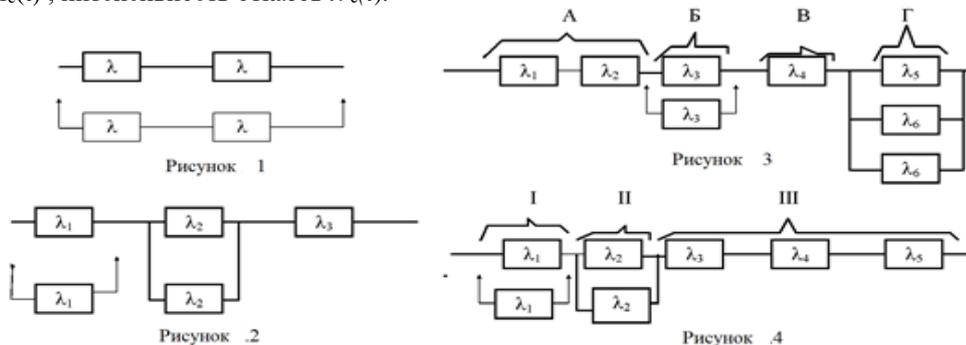
**Задания по темам практических занятий**

**2.5. Тема: «Резервирование замещением в режиме облегченного (теплого) резерва и в режиме ненагруженного (холодного) резерва»:**

Что является целью работы?

Что может быть замещено в системе и какими элементами?

**Задача 1.** Система состоит из двух одинаковых элементов. Для повышения ее надежности конструктор предложил дублирование системы по способу замещения с ненагруженным состоянием резерва (рисунок 1). Интенсивность отказов элемента равна  $\lambda$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$ , среднее время безотказной работы  $m_{тс}$ , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$ .



**Задача 2.** Схема расчета надежности изделия приведена на рисунке 2. Необходимо определить вероятность безотказной работы  $P_c(t)$ , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  изделия. Найти  $\lambda_c(t)$  при  $t = 0$ .

**Задача 3.** Схема расчета надежности системы приведена на рисунке 3, где А,Б,В,Г - блоки системы. Определить вероятность безотказной работы  $P_c(t)$  системы.

**Задача 4.** Схема расчета надежности системы приведена на рисунке 4. Определить вероятность безотказной работы  $P_c(t)$  системы.

**2.6. Тема: «Расчет надежности системы с поэлементным резервированием»:**

Что является целью работы?

Что предполагает поэлементное резервирование в системе?

**Задача 1.** Схема расчета надежности устройства показана на рисунке 1. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов устройства. Интенсивности отказов элементов имеет следующие значения  $\lambda_1=0,3 \cdot 10^{-3}$  1/час,  $\lambda_2=0,7 \cdot 10^{-3}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы устройства в течении времени  $t = 100$  час.

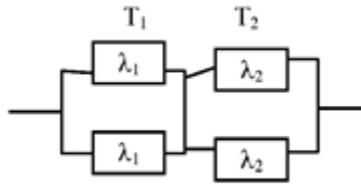


Рисунок 1

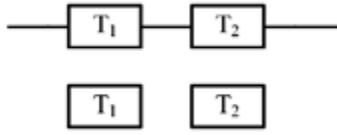


Рисунок 2

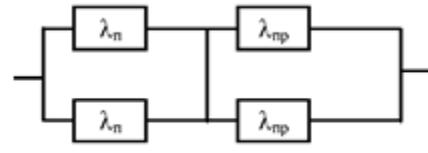


Рисунок 3

**Задача 2.** В гидроприводе, состоящем из гидроцилиндра и гидромотора, применено раздельное дублирование мотора и насоса. Гидронасос и -мотор имеют интенсивности отказов  $\lambda_n=2 \cdot 10^{-3}$  1/час и  $\lambda_{мп}=1 \cdot 10^{-3}$  1/час соответственно. Схема представлена на рисунке 6.2. Требуется определить вероятность безотказной работы канала  $P_c(t)$ , среднее время безотказной работы  $m_{тс}$ , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$ .

**Задача 3.** Схема расчета надежности системы приведена на рисунке 3, где также приведены интенсивности отказов элементов. Требуется определить вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$  и частоту отказов  $f_c(t)$ .

**2.7. Тема: «Резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом»**

Полный перечень тем практических занятий содержится на сайте [do.samgups.ru](http://do.samgups.ru) в разделе - «Теоретические основы надёжности (ТОН)»

*ПК-4.4: Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов*

Обучающийся владеет: - инженерной терминологией в области надежности механических систем;  
- математическими методами оценки показателей надежности механических систем

**Вопросы для подготовки к зачёту**

- 3.1. График интенсивности отказов объекта от времени эксплуатации.
- 3.2. Меры поддержания надежности объекта при эксплуатации.
- 3.3. Зависимость вероятности безотказной работы ремонтируемого объекта от времени эксплуатации.
- 3.4. Основные понятия надежности.
- 3.5. Какие состояния объекта существуют?
- 3.6. Отказ. Классификация отказов.
- 3.7. Инженерная классификация отказов
- 3.8. Какие понятия, связанные с нарушением работоспособности объекта, кроме отказа, существуют?
- 3.9. Статистические параметры случайной величины.
- 3.10. Функция распределения случайной величины.
- 3.11. Плотность распределения вероятностей случайной величины.
- 3.12. Гистограмма распределения случайной величины.
- 3.13. Единичные показатели безотказности.
- 3.14. Среднее время восстановления, гамма процентное время восстановления, назначенное и установленное время восстановления.
- 3.15. Факторы повышения надежности объектов.
- 3.16. Резервирование. Средства резервирования.
- 3.17. Методы и способы резервирования.
- 3.18. Законы распределения случайной величины.
- 3.19. Характеристики закона нормального распределения.
- 3.20. Характеристики закона экспоненциального распределения.
- 3.21. Распределение Вейбулла.

*ПК-4.4: Визуально и инструментально оценивает качество выполняемых работ в подразделении по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов*

- методами повышения надежности технических систем.

**Вопросы для подготовки к зачёту**

- 3.22. Единичные показатели долговечности.
- 3.23. Единичные показатели ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности.
- 3.24. Критерии отказа. Интенсивность отказов.
- 3.25. Средняя наработка на отказ, до отказа и между отказами.

- 3.26. Средний ресурс, гамма-процентный ресурс, назначенный и установленный ресурс.
- 3.27. Средний срок службы, гамма-процентный срок службы, назначенный и установленный срок службы.
- 3.28. Средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости, назначенный и установленный срок сохраняемости.
- 3.29. Среднее время восстановления, гамма процентное время восстановления, назначенное и установленное время восстановления.
- 3.30. Факторы повышения надежности объектов.
- 3.31. Резервирование. Средства резервирования.
- 3.32. Методы и способы резервирования.
- 3.33. Законы распределения случайной величины.
- 3.34. Характеристики закона нормального распределения.
- 3.35. Характеристики закона экспоненциального распределения.
- 3.36. Распределение Вейбулла.
- 3.37. Характер зависимостей изменяется гамма-распределения.
- 3.38. Распределение Пуассона.
- 3.39. Доверительные интервалы и доверительные вероятности.
- 3.40. Для чего служит и определяется критерий согласия Пирсона?
- 3.41. Стратегии и системы обеспечения надежности. Общие положения.
- 3.42. Правила составления расчетных структурных схем объекта.
- 3.43. Правила при использовании структурного метода.
- 3.44. Соединения элементов в расчетных схемах. В каких случаях они применяются?
- 3.45. Порядок анализа схемной надежности методом логических схем

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Понятие качество и надежность изделия.
2. Какие составляющие включает общая теория надежности?
3. Что изучает и определяет математическая теория надежности?
4. Что изучает и определяет статистическая теория надежности?
5. Что изучает и определяет физическая теория надежности?
6. Основные понятия надежности как объекта.
7. Жизненный цикл объекта.
8. График интенсивности отказов объекта от времени эксплуатации.
9. Меры поддержания надежности объекта при эксплуатации.
10. Зависимость вероятности безотказной работы ремонтируемого объекта от времени эксплуатации.
11. Основные понятия надежности.
12. Какие состояния объекта существуют?
13. Отказ. Классификация отказов.
14. Инженерная классификация отказов
15. Какие понятия, связанные с нарушением работоспособности объекта, кроме отказа, существуют?
16. Статистические параметры случайной величины.
17. Функция распределения случайной величины.
18. Плотность распределения вероятностей случайной величины.
19. Гистограмма распределения случайной величины.
20. Единичные показатели безотказности.
21. Единичные показатели сохраняемости.
22. Единичные показатели долговечности.
23. Единичные показатели ремонтпригодности.
24. Комплексные показатели надежности.
25. Критерии отказа. Интенсивность отказов.
26. Средняя наработка на отказ, до отказа и между отказами.
27. Средний ресурс, гамма-процентный ресурс, назначенный и установленный ресурс.

28. Средний срок службы, гамма-процентный срок службы, назначенный и установленный срок службы.
29. Средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости, назначенный и установленный срок сохраняемости.
30. Среднее время восстановления, гамма процентное время восстановления, назначенное и установленное время восстановления.
31. Факторы повышения надежности объектов.
32. Резервирование. Средства резервирования.
33. Методы и способы резервирования.
34. Законы распределения случайной величины.
35. Характеристики закона нормального распределения.
36. Характеристики закона экспоненциального распределения.
37. Распределение Вейбулла.
38. Характер зависимости изменяется гамма-распределения.
39. Распределение Пуассона.
40. Доверительные интервалы и доверительные вероятности.
41. Для чего служит и определяется критерий согласия Пирсона?
42. Стратегии и системы обеспечения надежности. Общие положения.
43. Правила составления расчетных структурных схем объекта.
44. Правила при использовании структурного метода.
45. Соединения элементов в расчетных схемах. В каких случаях они применяются?
46. Порядок анализа схемной надежности методом логических схем.
47. Основные логические операции (булевы операции) над логическими переменными.
48. Сущность метода.
49. Последовательность применения схемно-функционального метода.
50. Контроль состояния объекта. Задачи диагностирования.
51. Задачи эксплуатационного контроля объекта.
52. Системы контроля объекта.
53. Задачи автоматизации диагностирования.
54. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по среднему отклонению
55. Метод проверки гипотез о распределении экспериментальных данных по размаху варьирования.

### **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 зачету**

К зачету допускаются студенты, выполнившие более 60% заданий по самостоятельной работе в 7 семестре.

**«Зачтено»** - студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его 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.

**«Незачтено»** - выставляется в том случае, когда студент 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.