

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
 (ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
 приказом ректора  
 от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.О.53 Работоспособность нетягового подвижного состава**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация/профиль – Грузовые вагоны

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 8/4  
 (очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 9 семестр

заочная форма обучения:

экзамен 6 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	9	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51/8	<b>51/8</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)	34/8	<b>34/8</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	21	<b>21</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>108/8</b>	<b>108/8</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	6	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	12/4	<b>12/4</b>
– лекции	4	<b>4</b>
– практические (семинарские)	8/4	<b>8/4</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	78	<b>78</b>
<b>Экзамен</b>	18	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):  
к.т.н., доцент, доцент, Ю.В. Воронова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «21» мая 2024 г. № 8

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент

О.Л. Маломыжев





#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
	<b>эксплуатации.</b>											
2.1	Расчет показателей надежности при проектировании	9	2			2	6/уст.	0.5			8	ПК-6.2
2.2	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	9		2		1	6/уст.		1		2	ПК-6.2
2.3	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	9		4		1	6/уст.		1		2	ПК-6.2
2.4	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	9	4			2	6/уст.	1			8	ПК-6.2
2.5	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	9		2		2	6/уст.		1		2	ПК-6.2
2.6	Решение практических задач с учетом структуры технической системы	9		4		2	6/уст.		1		2	ПК-6.2
2.7	Основные направления обеспечения надежности вагонов	9	3			1	6/уст.	0.5			4	ПК-6.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	9	36				6/зимняя	18				ПК-6.2
	Контрольная работа						6/зимняя				4	ПК-6.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/8		21		4	8/4		78	

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Устич, П. А. Надежность рельсового нетягового подвижного состава : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / П. А. Устич, В. А. Карпычев, М. Н. Овечников. Москва : УМЦ МПС России, 2004. - 416с.	200
6.1.1.2	Потеряев, И. К. Основы работоспособности технических систем : учебно-методическое пособие / И. К. Потеряев. — Омск : СибАДИ, 2021. — 75 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/221366">https://e.lanbook.com/book/221366</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Иванов, А. А. Оценка сроков службы машин по физическому и моральному износам на примере подвижного состава : учебно-методическое пособие для студентов специальности «подвижной состав железных дорог» специализаций: «вагоны», «грузовые вагоны», «пассажирские вагоны» / А. А.	Онлайн

	Иванов, П. А. Устич, С. С. Андриянов. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 32 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/175712">https://e.lanbook.com/book/175712</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171887">https://e.lanbook.com/book/171887</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Воробьев, А.А. Надежность подвижного состава : учебник / рец. Б. М. Куанышев. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 301 с. — URL: <a href="https://umczdt.ru/books/1200/2447/">https://umczdt.ru/books/1200/2447/</a> (дата обращения: 26.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Воронова, Ю.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.53 Работоспособность нетягового подвижного состава по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация Грузовые вагоны / Ю.В. Воронова ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 12 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_48342_1329_2024_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_48342_1329_2024_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
6.2.2	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-605 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной

<p>работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальные залы;</li> <li>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507;</li> <li>– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521</li> </ul>
--

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Работоспособность нетягового подвижного состава» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к</p>

	оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	



# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Работоспособность нетягового подвижного состава» участвует в формировании компетенций:

ПК-6. Способен определять показатели надежности и безопасности при эксплуатации грузовых вагонов

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>9 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности</b>			
1.1	Текущий контроль	Понятие о законах развития технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.3	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.4	Текущий контроль	Факторы снижения работоспособности технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.5	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.6	Текущий контроль	Структурный анализ надежности систем	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.7	Текущий контроль	Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.8	Текущий контроль	Определение показателей надежности элементов по опытным данным	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.9	Текущий контроль	Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.10	Текущий контроль	Надежность технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.11	Текущий контроль	Последовательное соединение элементов в систему	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.12	Текущий контроль	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.13	Текущий контроль	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		элементов		
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации</b>			
2.1	Текущий контроль	Расчет показателей надежности при проектировании	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
2.5	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Решение практических задач с учетом структуры технической системы	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.7	Текущий контроль	Основные направления обеспечения надежности вагонов	ПК-6.2	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности. Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации.	ПК-6.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>6 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности.</b>			
1.1	Текущий контроль	Понятие о законах развития технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.3	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.4	Текущий контроль	Факторы снижения работоспособности технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.5	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.6	Текущий контроль	Структурный анализ надежности систем	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.7	Текущий контроль	Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности	ПК-6.2	Собеседование (устно)

1.8	Текущий контроль	Определение показателей надежности элементов по опытным данным	ПК-6.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.9	Текущий контроль	Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.10	Текущий контроль	Надежность технических систем	ПК-6.2	Собеседование (устно)
1.11	Текущий контроль	Последовательное соединение элементов в систему	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.12	Текущий контроль	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.13	Текущий контроль	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации.</b>			
2.1	Текущий контроль	Расчет показателей надежности при проектировании	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	ПК-6.2	Проверочная работа (устно/письменно)
2.5	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	ПК-6.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Решение практических задач с учетом структуры технической системы	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.7	Текущий контроль	Основные направления обеспечения надежности вагонов	ПК-6.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>6 курс, сессия зимняя</b>				
	Текущий контроль	Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности. Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации.	ПК-6.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности. Раздел 2. Обеспечение работоспособности	ПК-6.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

		технических систем подвижного состава в эксплуатации.		
--	--	---	--	--

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

\*\*ПП – практическая подготовка

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		– творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
4	Проверочная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты заданий для выполнения проверочных работ по темам дисциплины

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при	Компетенция

	выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	не сформирована
--	---	-----------------

### Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
		Не было попытки выполнить задание

#### Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------



«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

### Проверочная работа

Шкала оценивания	Критерий оценки
«зачтено»	Обучающийся правильно или с небольшими неточностями выполнил задания проверочной работы
«не зачтено»	Обучающийся неправильно или с существенными неточностями выполнил задания проверочной работы

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

#### Образец типового варианта контрольной работы «Оценка работоспособности технических систем подвижного состава по данным эксплуатационных наблюдений»

1. Определение количественных показателей надежности нетягового подвижного состава по статистическим данным

1.1. Исходные данные приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Расчётная система	Показатель	Частота отказов вагона по неисправностям расчётных частей, 1/год			
		полувагон	платформа	крытый	цистерна
Ходовая часть	$\omega_1$	0,118	0,093	0,1	0,138
Тормозная система	$\omega_2$	0,053	0,054	0,056	0,065
Рама вагона	$\omega_3$	0,005	0,003	0,004	0,008
Автосцепное оборудование	$\omega_4$	0,024	0,020	0,038	0,078
Кузов вагона	$\omega_5$	0,245	0,230	0,250	0,046
Вагон в сборе	$\omega_B$	0,445	0,400	0,448	0,335

1.2. Постановка задачи

На основе исходных данных определить:

– вероятность безотказной работы вагонов каждого типа в течение первого года эксплуатации и оценить динамику поквартального изменения этой величины в течение

следующего года эксплуатации для вагонов заданного типа (по вариантам), используя формулу

$$P(t) = e^{-\omega \cdot t}$$

где  $\omega$  - параметр потока отказов;

$t$  - время, в течение которого определяется вероятность безотказной работы,

и принимая во внимание, что:

$t = 1$  год – для вагонов каждого типа;

$t = 1,25; 1,5; 1,75; 2$  года – для вагонов заданного типа;

– ожидаемое число отказов среди  $N$  вагонов каждого типа в течение 2-х лет эксплуатации, а также число неисправностей по основным частям вагона для вагонов заданного типа (по вариантам), используя формулы

$$n_{\epsilon} = Nt\omega_{\epsilon}, \quad n_i = Nt\omega_i \quad \text{и} \quad \omega_{\epsilon} = \sum_{i=1}^n \omega_i,$$

где  $N$  – количество наблюдаемых вагонов;

$t$  – время, в течение которого проводится наблюдение или испытание;

$\omega_i$  – параметр потока отказов  $i$ -того элемента вагона;

$\omega_{\epsilon}$  – параметр потока отказов вагона определенного типа.

– коэффициент отказа элементов для каждой из пяти составных частей вагонов, определяемый как отношение числа отказов системы из-за отказов элементов данного типа к общему числу отказов системы, взятых за определенный календарный период (по вариантам), используя формулу

$$k_o = \frac{n_i}{n}$$

где  $n_i$  – число отказов системы из-за отказов элементов  $i$ -того типа;

$n$  – общее число отказов системы.

### 1.3 Варианты задания

Таблица 1.2

Вариант	Общее число вагонов $N$	Заданные типы вагонов
1	100	Полувагон, платформа
2	125	Полувагон, крытый
3	150	Полувагон, цистерна
4	140	Платформа, крытый
5	160	Платформа, цистерна
6	200	Крытый, цистерна
7	180	Полувагон, платформа
8	150	Полувагон, крытый
9	175	Полувагон, цистерна
10	200	Платформа, крытый
11	225	Платформа, цистерна
12	250	Крытый, цистерна
13	175	Полувагон, платформа
14	150	Полувагон, крытый
15	300	Полувагон, цистерна
16	275	Платформа, крытый
17	250	Платформа, цистерна
18	225	Крытый, цистерна
19	200	Полувагон, платформа
20	150	Полувагон, крытый

## 2. Определение основных показателей надежности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений

### 2.1. Исходные данные:

- $N$  – число объектов, находящихся под наблюдением;
- $d$  – число отказов;
- $t_m$  – максимальное время работы детали в выборке, лет;
- $t_i$  – наработка до отказа  $i$ -той детали, лет;
- $n$  – объем выборки,  $n=10$  деталей;
- $T$  – заданная продолжительность испытаний, лет;
- $r$  – заданное количество отказов.

Для периода нормальной эксплуатации технических систем характерен экспоненциальный закон распределения времени работы до отказа.

### 2.2. Постановка задачи

2.2.1. Для всех планов наблюдений необходимо определить следующие показатели надежности:

- среднее время работы деталей  $T_{cp}$ ;
- интенсивность отказов  $\lambda$ ;
- вероятность безотказной работы  $P(t)$ .

2.2.2. Дать заключение о влиянии планов наблюдений на результаты расчетов.

### 2.3. Методика расчета

Расчетные формулы для определения указанных показателей и оценки надежности в зависимости от плана наблюдений приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Планы наблюдений	Среднее значение времени работы деталей $T_{cp}$	Интенсивность отказов $\lambda$	Вероятность безотказной работы $P(t)$ при $t=2$ и $t=10$
Полностью определенная выборка по плану <b>NUN</b>	$T_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$	$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$
Испытания по планам <b>NRT, NMT</b>	$T_{cp} = \frac{NT}{d}$	$\lambda = \frac{d}{NT}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$
Испытания по планам <b>NUT, NUr</b>	$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i + (N-d)t_m}{d}$	$\lambda = \frac{d}{\sum_{i=1}^n t_i + (N-d)t_m}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$
Испытания по плану <b>NRr</b>	$T_{cp} = \frac{Nt_m}{d}$	$\lambda = \frac{d}{Nt_m}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$
Испытания по плану <b>NMr</b>	$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{dr}$	$\lambda = \frac{dr}{\sum_{i=1}^n t_i}$	$P(t) = e^{-\lambda t}$

Коды указанных планов испытаний обозначают следующее:

1 знак:

$N$  – число деталей, находящихся под наблюдением или первоначально установленных на испытание;

2 знак:

U – план, при котором в процессе наблюдений детали не восстанавливаются и не заменяются;

R – план, при котором в процессе наблюдений детали не восстанавливаются, но заменяются новыми;

M – план, при котором в процессе наблюдений детали восстанавливаются и заменяются новыми;

З знак:

N – план, при котором испытания продолжаются до выхода из строя всех установленных на испытание деталей;

T – план, при котором испытания продолжаются заданное время;

r – план, при котором испытания продолжаются до получения определенного числа отказов.

#### 2.4. Пример расчета

План наблюдений – NUT. Определить среднее время работы деталей  $T_{cp}$ , интенсивность отказов  $\lambda$  и вероятность безотказной работы  $P(t)$  деталей вагона за срок службы от постройки до первого деповского ремонта ( $t=2$ ) и от постройки до первого капитального ремонта ( $t=10$ ) при следующих результатах наблюдений:

$N = 120$  деталей;

$d = 10$ ;

$t_m = 30$  лет;

$t_1 = 6$ ;       $t_5 = 12$ ;

$t_2 = 7$ ;       $t_6 = 14$ ;

$t_3 = 8$ ;       $t_7 = 18$ ;

$t_4 = 9$ ;       $t_8 = 22$ ;

$t_9 = 26$ ;       $t_{10} = 30$ ;

$T = 0,5$  лет.

Решение.

1. Определение среднего значения времени работы деталей  $T_{cp}$  до появления отказов

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i + (N - d)t_m}{d} = \frac{152 + (120 - 10)30}{10} = 345,2 \text{ года.}$$

2. Определение интенсивности отказов  $\lambda$

$$\lambda = \frac{d}{\sum_{i=1}^n t_i + (N - d)t_m} = \frac{10}{152 + (120 - 10)30} = 0,026 \text{ 1/год}$$

3. Определение вероятности безотказной работы  $P(t)$  деталей вагона от постройки до первого деповского ремонта ( $t=2$  года)

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-0,026 \cdot 2} = 0,95$$

То же за срок службы от постройки до первого капитального ремонта ( $t=10$  лет):

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-0,026 \cdot 10} = 0,77.$$

Вывод: за срок службы от первого деповского до первого капитального ремонта вероятность безотказной работы снизилась на 19%.

#### 2.5. Варианты заданий

Таблица 2.2

Вариант	N	d	t <sub>m</sub>	Время работы деталей до отказа, t <sub>i</sub> , годы										r	T, лет
				t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>		
1	44	3	13	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5	0,5
2	50	10	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15	10	1,0
3	100	15	30	6	7	8	12	16	18	22	26	28	30	15	2,0
4	40	8	20	4	6	8	10	12	14	16	18	19	20	5	1,0
5	80	10	16	2	3	6	8	10	12	13	14	15	16	8	0,5
6	200	20	40	7	9	12	14	18	20	24	26	30	40	20	2,0
7	90	12	33	8	10	12	14	16	18	22	28	30	33	10	1,0
8	70	9	22	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	8	0,5
9	150	14	25	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25	15	1,0
10	250	20	26	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	50	1,0
11	240	20	32	11	13	15	16	18	22	26	27	30	32	40	2,0
12	160	16	24	9	11	13	15	17	19	21	22	23	24	16	1,0
13	90	11	28	15	17	19	22	23	24	25	26	27	28	10	0,5
14	70	10	25	11	13	15	16	17	19	20	22	23	25	10	0,5
15	50	8	18	6	8	10	11	13	14	15	16	17	18	8	0,5
16	220	25	30	16	18	19	20	21	22	24	25	27	30	20	2,0
17	100	13	31	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30	15	1,0
18	150	18	35	22	24	26	28	29	30	31	33	34	35	20	1,0
19	120	15	33	20	21	23	25	26	27	28	29	30	33	15	1,0
20	60	10	18	7	8	9	11	12	14	15	16	17	18	10	0,5

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

#### Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Понятие о законах развития технических систем»

1. Понятие технической системы (ТС)
2. Законы развития технических систем
3. Закон повышения идеальности
4. Закон S-образного развития ТС
5. Закон динамизации ТС
6. Закон полноты частей ТС
7. Закон сквозного прохода энергии
8. Закон опережающего развития рабочего органа
9. Вагон как сложная ТС
10. Жизненный цикл (ЖЦ) ТС

#### Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Факторы снижения работоспособности технических систем»

1. Понятие о качестве и работоспособности изделия
2. Зависимость технико-эксплуатационных свойств ТС от показателей качества
3. Критерии технического состояния ТС. Критерии исправного, работоспособного, неисправного и неработоспособного состояния
4. Основные причины изменения работоспособного состояния ТС
5. Сложная техническая система как совокупность механических, пневмогидравлических и электрических устройств
6. Влияние условий эксплуатации на работоспособность ТС
7. Износ и нарушение условий трения

8. Недостаточная прочность
9. Недопустимые деформации
10. Старение и коррозия материалов
11. Нарушение крепления и соединения отдельных деталей и целых агрегатов
12. Непредусмотренные контакты и соприкосновения отдельных деталей

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности»

1. Классификация нарушений безопасности движения
2. Понятия технического обслуживания и ремонта
3. Требуемые функции вагона
4. Основные надежность свойства вагона. Надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, восстанавливаемость
5. Технические состояния вагона, предельное состояние
6. Параметры потока возникновения неисправностей вагонов
7. Показатель надежности как количественная характеристика свойств вагона
8. Нарботка между отказами
9. Вероятность безотказного проследования поезда по гарантийному участку
10. Классификация нарушений безопасности движения
11. Транспортные происшествия

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Надежность технических систем»

1. Надежность как комплексный показатель качества и работоспособности изделия
2. Конструктивный и эксплуатационный методы оценки надежности
3. Выбор номенклатуры нормируемых (стандартных) параметров надежности на этапе проектирования
4. Схема выполнения основных работ по обеспечению надежности на стадии проектирования
5. Единичные и комплексные показатели надежности
6. Показатели надежности неремонтируемых изделий
7. Показатели надежности ремонтируемых изделий
8. Нормирование показателей надежности ТС
9. Классы надежности

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия»

1. Вагон как совокупность элементов и систем
2. Исходные данные для расчета надежности при проектировании
3. Расчет структурной (схемной) надежности
4. Элементы, включаемые в расчетную схему
5. Основные структурные схемы соединения элементов
6. Влияние схемы соединения элементов на надежность объектов
7. Надежность объектов при последовательном соединении элементов
8. Надежность объектов при параллельном соединении элементов
9. Надежность объектов при смешанном соединении элементов
10. Расчет структурной надежности вагона

### **3.3 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации»

Вероятность безотказной работы подчиняется экспоненциальному закону распределения времени безотказной работы и одинакова за любой одинаковый промежуток времени в период нормальной эксплуатации.

Экспоненциальным законом распределения можно аппроксимировать время безотказной работы широкого круга объектов: особо ответственных машин, эксплуатируемых в период после окончания приработки и до существенного проявления постепенных отказов; машин вместе с электро- гидрооборудованием и системами управления; сложных объектов, состоящих из многих элементов.

Существенное достоинство экспоненциального распределения – его простота: оно имеет только один параметр  $\lambda(t)$ .

Время работы узла до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения. На основании исходной информации требуется:

- определить значения и построить графики для следующих показателей  $P(t)$ ,  $F(t)$ ,  $f(t)$  для  $t=20000, 30000, 40000, 50000$  и  $60000$  ч.;
- определить значения показателя  $T_1$

Исходные данные по вариантам:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda, \text{ч}^{-1} \cdot 10^{-5}$	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0

Количественные характеристики безотказности определяются по следующим выражениям:

- 1) Вероятность безотказной работы

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

- 2) Функция распределения наработки до отказа

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - P(t)$$

- 3) Плотность распределения наработки до отказа ( $\text{ч}^{-1}$ ).

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = \lambda P(t)$$

- 4) Средняя наработка до отказа (ч)

$$T_1 = 1/\lambda.$$

2. Оценить вероятность  $P(t)$  отсутствия внезапных отказов механизма в течение наработки  $t$ , если интенсивность отказов составляет  $\lambda = 10^{-5} \text{ч}^{-1}$ .

Исходные данные по вариантам:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t \cdot 10^3$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

При  $\lambda t \leq 0,1$  вероятность безотказной работы  $P(t)$  определяется по приближенной зависимости

$$P(t) = 1 - \lambda t.$$

3. Машина состоит из 4 основных узлов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу всей машины. Известно число отказов узлов  $n_1, n_2, n_3, n_4$  соответственно в течение  $t_1, t_2, t_3, t_4$  часов работы. Требуется определить наработку на отказ машины в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из 4 узлов.

Исходные данные по вариантам

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_1(t_1)$	3	4	5	6	3	4	5	6	6	5
$n_2(t_2)$	4	5	6	3	4	6	5	4	5	6
$n_3(t_3)$	5	6	3	4	5	6	3	4	6	5
$n_4(t_4)$	6	3	4	5	6	3	4	5	4	6
$(t_1), ч^{-1} \cdot 10^3$	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10
$(t_2), ч^{-1} \cdot 10^3$	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11
$(t_3), ч^{-1} \cdot 10^3$	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12
$(t_4), ч^{-1} \cdot 10^3$	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13

В общем случае средняя наработка на отказ для системы, состоящей из нескольких элементов, определяется по формуле

$$T = \frac{1}{\lambda_c},$$

где  $\lambda_c$  – интенсивность отказов системы,  $ч^{-1}$ .

В свою очередь интенсивность отказов находится из выражения

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i,$$

где  $\lambda_i$  – интенсивность отказов каждого из  $i$ -х элементов,  $ч^{-1}$ ;

$N$  – число элементов в системе.

Интенсивность отказов любого элемента при постоянном ее значении на заданном интервале времени определяется по формуле

$$\lambda = n(t)/t$$

где  $n(t)$  – количество отказов за время  $t$ .

#### Образец заданий для решения разноуровневых задач

«Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов»

1. На 5-ти вагонной секции имеется два основных дизеля 4VD21/15. Вероятность безотказной работы дизеля в пути следования  $P=0,99$ . Какова вероятность того, что не произойдет одновременного отказа обоих дизелей.

Решение.

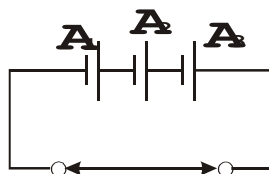
Обозначим:  $A_1$  – безотказная работа 1-го дизеля,  $A_2$  – безотказная работа 2-го дизеля. Тогда безотказная работа одного из дизелей или обоих вместе есть логическая сумма событий, следовательно вероятность отсутствия одновременного отказа дизелей определяется по формуле

$$P(A_1 \vee A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \wedge A_2) = 0,99 + 0,99 - 0,99^2 = 0,9999.$$

Необходимо иметь в виду, что при решении задачи принято условие независимых отказов.

2. Определить надёжность системы при последовательном соединении элементов.

$A_1, A_2, A_3$  – работоспособное состояние 3-х аккумуляторов с напряжением 4 В.



Вероятность безотказной работы каждого 0,9. Отказ одного из аккумуляторов не влияет на работоспособное состояние других.

Решение.



Если принять работоспособное состояние элементов  $A_1, A_2, A_3$ , то работоспособное состояние системы есть событие  $A$ , которое записывается следующим образом

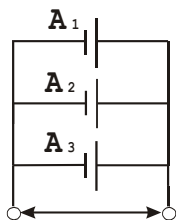
$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$$

Тогда вероятность безотказной работы всей системы при условии независимости событий определяется по формуле

$$P(A) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0.9^3 = 0.729$$

В данном случае надежность системы всегда ниже надежности самого ненадежного элемента.

3. Определить надежность системы при параллельном соединении элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента - 0,99.



В данной схеме предусмотрено резервирование.

Решение.

Работоспособным состояние системы будет в случае, если хотя бы один из элементов будет работоспособным. Другими словами событие  $A$  – работоспособное состояние системы есть логическая сумма событий

$$A = A_1 \vee A_2 \vee A_3$$

Тогда вероятность безотказной работы всей системы определяется по формуле

$$P(A) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cdot A_2) - P(A_2 \cdot A_3) - P(A_1 \cdot A_3) + P(A_1 \cdot A_2 \cdot A_3) = 3 \cdot 0,99 - 3 \cdot 0,99^2 + 0,99^3 = 0,99999$$

В данном случае надежность системы всегда выше надежности самого надежного элемента.

4. При подготовке в рейс пассажирского состава в него включены  $n$  вагонов с установками кондиционирования воздуха различного года выпуска. Определить:

1) вероятность того, что в пути следования не произойдет одновременного отказа всех установок кондиционирования воздуха;

2) вероятность безотказной работы всех  $n$  установок кондиционирования воздуха в пути следования.

Вероятность безотказной работы каждой установки определяется по табл. 1 и 2 в соответствии с двумя значениями  $n = 3$  и  $n = 4$ .

Т а б л и ц а 1

Вариант	$P_1$	$P_2$	$P_3$
1	0,96	0,99	0,99
2	0,98	0,98	0,98
3	0,95	0,97	0,97
4	0,88	0,96	0,88
5	0,91	0,95	0,89
6	0,92	0,85	0,90
7	0,89	0,86	0,86
8	0,86	0,87	0,85
9	0,88	0,88	0,84
10	0,87	0,89	0,83

Т а б л и ц а 2

Вариант	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
1	0,99	0,80	0,99	0,85
2	0,98	0,82	0,98	0,86
3	0,97	0,84	0,97	0,87
4	0,89	0,86	0,96	0,88
5	0,87	0,88	0,95	0,89
6	0,88	0,90	0,94	0,90
7	0,86	0,92	0,93	0,91
8	0,93	0,94	0,92	0,93
9	0,92	0,96	0,91	0,95
10	0,91	0,98	0,90	0,97

### 3.4 Типовые контрольные задания для выполнения проверочных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения проверочных работ.

#### Образец типового варианта проверочной работы

«Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений»

Необходимые данные для расчета:

$\mu_0$  – среднее значение контролируемого параметра, при котором, соблюдая данную технологию, выпускают продукцию наилучшего качества. Обычно соответствует значению середины поля допуска.

$\mu_1, \mu_{-1}$  – предельно допустимые средние значения контролируемого параметра, при которых требуется корректировка. Значения соответствуют максимально допустимой доле брака (определяется отклонением 15-20% от верхней и нижней границ технического допуска).

Для определения верхней и нижней границ регулирования используются формулы:

$$a_+ = \mu_B - 0.5 \cdot A \cdot \delta,$$

$$a_- = \mu_H + 0.5 \cdot A \cdot \delta,$$

где  $\mu_B, \mu_H$  – пределы верхней и нижней границ технического допуска  $\delta$ ;

A – коэффициент, зависящий от объема мгновенной выборки (табл. 1).

Таблица 1

Объем выборки	A	B
3	0,423	1,45
4	0,500	1,56
5	0,553	1,63
6	0,592	1,68
7	0,622	1,72
8	0,646	1,75
9	0,667	1,78
10	0,684	1,81

Выборочные средние арифметические значения определяются по формуле:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum x_{ij},$$

где  $n$  - объем выборки;

$x_{ij}$  - результаты измерений контролируемого параметра в  $j$ -той выборке.

Провести статистическое регулирование термической обработки ТВЧ шкворня, у которого твёрдость по Роквеллу HRC 60<sup>+5</sup>.

Исходные данные:

Объем выборки  $n=5$ ,

Число мгновенных выборок  $m=12$ ,

$$\mu_B = 65$$

$$\mu_H = 60$$

$$\mu_1 = 64$$

$$\mu_{-1} = 61$$

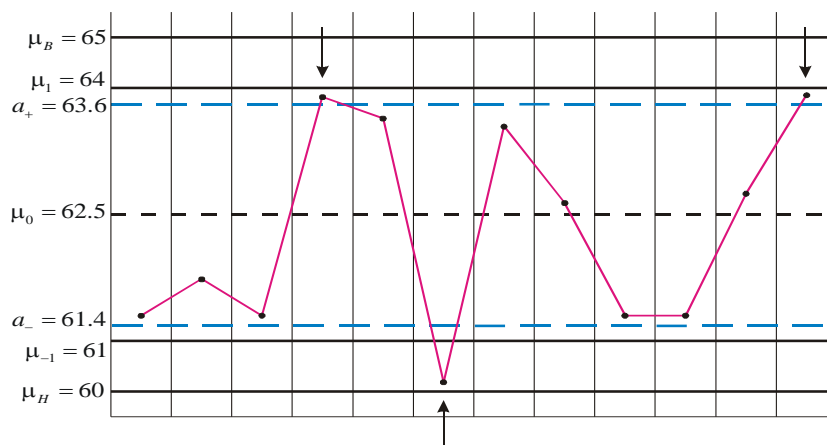
$$\mu_0 = 62.5$$

Определение границ регулирования:

$$a_+ = 65 - 0.5 \cdot 0.553 \cdot 5 = 63.6$$

$$a_- = 60 + 0.5 \cdot 0.553 \cdot 5 = 61.4$$

n \ m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	60	62	62	60	64	60	63	61	60	60	65	63
2	63	64	62	61	65	60	62	64	63	63	64	64
3	61	61	61	65	63	59	64	63	61	61	60	64
4	63	62	63	66	64	61	63	63	63	63	65	65
5	62	63	61	66	61	62	64	62	62	62	63	63
$\bar{x}_j$	61.6	62.1	61.6	63.8	63.3	60.1	63.3	62.6	61.6	61.6	62.8	63.8



Вывод: на диаграмме имеется 3 сигнала (стрелки), т.е. процесс термообработки нуждается в корректировке

### Образец типового варианта проверочной работы

«Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан»

Необходимые данные для расчета:

$\mu_0$  - среднее значение контролируемого параметра, при котором, соблюдая данную технологию, выпускают продукцию наилучшего качества. Обычно соответствует значению середины поля допуска.

$\mu_1, \mu_{-1}$  - предельно допустимые средние значения контролируемого параметра, при которых требуется корректировка. Значения соответствуют максимально допустимой доле брака (определяется отклонением 15-20% от верхней и нижней границы технического допуска).

Границы регулирования определяют по формулам:

$$a_+ = \mu_B - 0.4 \cdot A \cdot \delta$$

$$a_- = \mu_H + 0.4 \cdot A \cdot \delta$$

где  $\mu_B, \mu_H$  - пределы верхней и нижней границ технического допуска  $\delta$ ;

A – коэффициент, зависящий от объема мгновенной выборки (табл. 1).

Для определения медианы j-ой выборки значения контролируемого параметра выборки объемом n располагают в виде возрастающего вариационного ряда. При n-чётном числе медиану определяют как среднее арифметическое 2-х значений, находящихся в середине ряда. При n-нечётном медианой является значение параметра, находящееся в центре вариационного ряда.

Пример расчёта.

Термообработка ТВЧ шкворня с заданной твердостью HRC=60<sup>+5</sup>

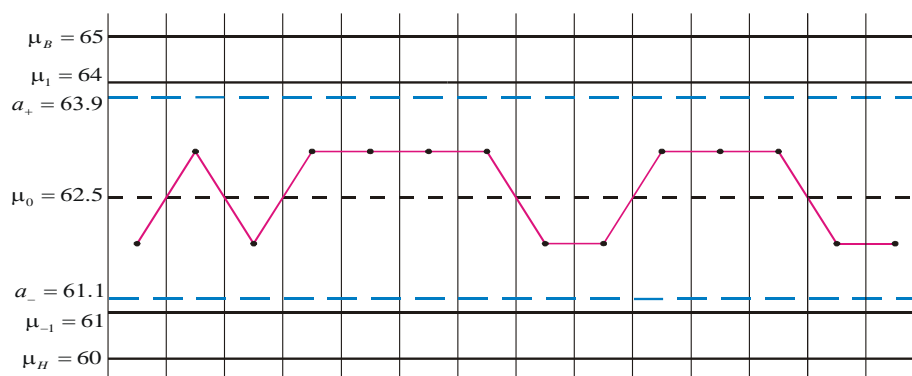
$$\begin{array}{lll} \mu_H = 60 & \mu_0 = 62.5 & n=4 \\ \mu_B = 65 & \mu_1 = 64 & m=14 \\ \delta = 5 & \mu_{-1} = 61 & A=0.553 \end{array}$$

Определение  $a_+ \dots a_-$

$$a_+ = 65 - 0.4 \cdot 0.553 \cdot 5 = 63.9$$

$$a_- = 60 + 0.4 \cdot 0.553 \cdot 5 = 61.1$$

n \ m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	61	65	61	65	63	62	63	60	61	60	64	62	63	63
2	60	62	62	62	64	63	62	61	60	65	63	63	64	64
3	63	62	63	63	63	64	63	63	63	63	65	62	60	61
4	63	64	62	64	64	63	63	63	63	64	63	65	62	61
5	62	63	61	62	61	62	62	62	62	63	63	64	62	62
$\tilde{x}_j$	62	63	63	63	63	63	63	62	62	63	63	63	62	62



Вывод: на контрольной карте нет ни одного сигнала, следовательно тех. процесс не нуждается в корректировке.

### Образец типового варианта проверочной работы «Определение показателей надежности элементов по опытным данным»

Пользуясь статистическими данными испытаний надежности агрегатов и узлов ТС, представленными по образцу табл. 1, требуется:

- вычислить показатели безотказности и долговечности работы изделий;
- построить гистограмму числа  $m_j$  плотности  $\bar{f}(t)$  отказов в зависимости от наработки  $t$ ,
- построить графики распределения вероятностей наступления отказов  $F(t)$  и безотказности работы изделия  $P(t)$ ;

Таблица 1

Распределение отказов (замены) двигателя ТС по интервалам наработки

Номер интервала	j	1	2	3	4	5	6	7	8
Границы интервала, тыс. км	$\Delta t$	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
Число отказов в интервале	$m_j$	2	5	12	20	14	9	6	2

Вычисления показателей безотказности и долговечности:

– накопленное число отказов по интервалам наработки  $\Delta t$  :

$$m(t_j) = \sum_{j=1}^k m_j,$$

где  $m_j$  – число изделий, отказавших в  $j$ -м интервале;

$n(t_j) = N - m(t_j)$  – число работоспособных изделий по интервалам наработки,  
где  $N$ — общее число отказов;

– относительная доля отказов по интервалам наработки (частость)

$$\bar{\omega}_j = \frac{m_j}{N};$$

– статистическая вероятность наступления отказов

$$\bar{F}(t_j) = \frac{m(t_j)}{N};$$

– статистическая вероятность безотказной работы изделия

$$\bar{P}(t_j) = \frac{n(t_j)}{N} = 1 - \bar{F}(t_j);$$

– статистическая оценка плотности распределения

$$\bar{f}(t_j) = \frac{m_j}{N\Delta t}$$

Построить гистограммы и графики согласно заданию.

#### Образец типового варианта проверочной работы «Последовательное соединение элементов в систему»

Соединение элементов называется последовательным, если отказ хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы. Система последовательно соединенных элементов работоспособна тогда, когда работоспособны все ее элементы.

Вероятность безотказной работы системы за время  $t$  определяется формулой:

$$P_c(t) = P_1(t) \cdot P_2(t), \dots, P_n(t) = \prod P_i(t),$$

где  $P_i(t)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го элемента за время  $t$ .

Если  $P_i(t) = P(t)$ , то  $P_c(t) = P^n(t)$ .

Интенсивность отказов системы определяется формулой:

$$\lambda_c = \sum \lambda_i(t),$$

где  $\lambda_i(t)$  – интенсивность отказов  $i$ -го элемента;  $\lambda_c(t)$  – интенсивность отказов системы.

Вероятность отказа системы на интервале времени  $(0, t)$  равна:

$$q_c = 1 - \prod P_i(t),$$

Частота отказов системы  $f_c(t)$  определяется соотношением:

$$f_c = -dP_c(t)/dt.$$

Интенсивность отказов системы определяется и по следующей формуле:

$$\lambda_c = f(t)/P(t).$$

Среднее время безотказной работы системы определяется формулой:

$$T_{CP} = \int P(t) dt.$$

В случае экспоненциального закона надежности всех элементов системы имеем:

$$\begin{aligned} \lambda_i(\tau) &= \lambda_i \\ \lambda_c(\tau) &= \sum \lambda_i = \lambda_c \\ P_c(t) &= e^{-\lambda t} \\ Q_c &= 1 - e^{-\lambda t} \\ T_{CP} &= 1/\lambda_c \end{aligned}$$

При расчете надежности систем часто приходится перемножать вероятности безотказной работы отдельных элементов расчета, возводить их в степень и извлекать корни. При значениях  $P(t)$ , близких к единице, эти вычисления можно с достаточной для практики точностью выполнять по приближенным формулам.

Пример выполнения задания

Система состоит из трех блоков, среднее время безотказной работы которых равно  $T_1 = 130$  час.;  $T_2 = 310$  час.;  $T_3 = 660$  час. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

Воспользовавшись формулой, получим значение интенсивности отказов элементов системы:

$$\lambda_1 = 1/T_1 = 1/130, \quad \lambda_2 = 1/T_2 = 1/310, \quad \lambda_3 = 1/T_3 = 1/660,$$

где  $\lambda_j$  – интенсивности отказов 1, 2 и 3-го блока.

Получим интенсивность отказов системы:

$$\lambda_c = 1/130 + 1/310 + 1/660 = 0,01231 \quad 1/\text{час.}$$

Среднее время безотказной работы системы:

$$T_c = 1/\lambda_c = 1/0,0123 = 81 \text{ час.}$$

*Вывод:* надежность системы низкая.

Таблица 1

Оценка надежности системы

Значение среднего времени безотказной работы системы	Степень надежности системы
менее 300 часов	низкая
300–1000 часов	средняя
1000 и более часов	высокая

*Примечание:* приведенная шкала является условной.

Исходные данные для определения надежности систем последовательным соединением элементов

Номер варианта	Количество блоков системы	Среднее время безотказной работы $T_{CP}$ , час.
1	3	140; 150; 200
	6	720; 860; 540; 910; 690; 600
2	5	340; 560; 890; 210; 250
	4	450; 180; 330; 570
3	5	650; 240; 760; 430; 210
	3	215; 200; 580
4	5	650; 820; 450; 700; 200
	6	300; 850; 500; 890; 690; 310

5	6	470; 580; 990; 750; 100; 400
	4	540; 680; 290; 310
6	4	290; 120; 175; 250
	5	900; 760; 340; 230; 740
7	5	750; 580; 940; 260; 700
	3	860; 740; 600
8	3	650; 880; 920
	4	550; 640; 490; 700
9	5	760; 900; 880; 590; 600
	4	980; 540; 430; 100
10	3	120; 340; 530
	3	690; 770; 800

### 3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-6.2	Понятие о законах развития технических систем	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Факторы снижения работоспособности технических систем	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-6.2	Структурный анализ надежности систем	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Надежность технических систем	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Расчет показателей надежности при проектировании	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-6.2	Основные направления обеспечения надежности вагонов	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	41 – ОТЗ 41 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. По закону S-образного развития технических систем (ТС) выделяются три характерных этапа:

- а) детство
- б) расцвет
- в) взросление
- г) старость.

2. Изделие, состоящее из группы взаимодействующих и обособленных элементов – деталей, образующих сборочные единицы, комплексы и комплекты, и обеспечивающих выполнение заданных функций, представляет собой **<техническую систему>**.

3. Установите зависимость между критериями технического состояния и их характеристиками:

Критерии исправного состояния	<b>2</b>	1 – установленные НТД основные параметры и технические характеристики изделия для заданных условий и режимов эксплуатации (второстепенные параметры могут иметь отклонения от НТД)
Критерии работоспособного состояния	<b>1</b>	2 – установленные НТД основные параметры и технические характеристики изделия, а также второстепенные параметры (внешнего вида, комфортности, удобства и другие), определяющие качество изделия.
Критерии неработоспособного состояния	<b>3</b>	3 – выход за установленные пределы в НТД хотя бы одного параметра, но при полном или частичном сохранении работоспособности изделия в заданных условиях эксплуатации
Критерии неисправного состояния	<b>4</b>	4 – выход за пределы установленного в НТД значения хотя бы одного из параметров или технической характеристики изделия, когда дальнейшая эксплуатация или использование по назначению невозможно

4. Основные технико-эксплуатационные свойства и надежность ТС (изделия) **<закладываются>** при проектировании, обеспечиваются при производстве и изготовлении и **<реализуются>** в эксплуатации.

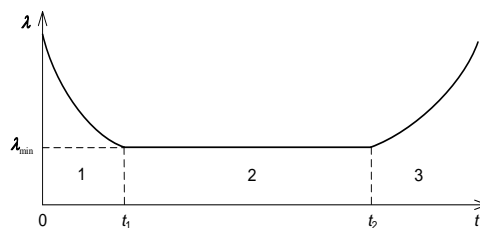


5. Установите последовательность выполнения операций при статистическом регулировании технологического процесса методом средних арифметических значений или медиан:

1	– производится выборка деталей
3	– определяется статистическая характеристика
2	– измеряются и заносятся в таблицы контролируемые значения
6	– принимается решение о корректировке тех. процесса
5	– выход контрольных точек на карте отмечается стрелками-сигналами
4	– строится контрольная карта с нанесением всех границ и контрольных точек

6. Для периода нормальной эксплуатации, когда приработка деталей закончена, а процесс старения еще не наступил, типичным законом распределения является <экспоненциальный>.

7. На графике зависимости интенсивности отказов от времени эксплуатации зоны 1, 2 и 3 это...



а) 1 – гарантийный период; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период повышенного износа.

**б) 1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период старения.**

в) 1 - начальный период; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период морального старения и списания.

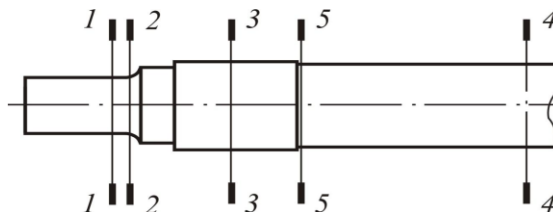
8. Вероятность безотказной работы сложной системы, состоящей из нескольких параллельно соединенных элементов определяется по формуле  $\langle P(t) = 1 - \prod Q_i \rangle$ .

9. Случай, когда отказ одного элемента выводит из строя всю систему имеет место при:

а) параллельном соединении элементов.

**б) последовательном соединении элементов.**

10. При оценке работоспособности оси колесной пары в качестве элементов рассмотрены ее отдельные части, которые представлены расчетными сечениями, указанными на рисунке:



Обозначим:  $P_i(t)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го расчетного сечения ( $i=5$ ), тогда вероятность безотказной работы оси колесной пары  $\langle P_{oc} = \prod P_i(t) \rangle$ .

11. Резервирование по виду используемых средств может быть:

**а) структурным**

**б) функциональным**

**в) временным**

**г) информационным**

**д) элементным**

е) переменным.

12. Одна из причин потери работоспособности, представляющая собой сложный процесс, в результате которого изменяется форма и уменьшается масса из-за превращения части поверхностей сопряженных деталей в металлическую стружку или пыль по причине трения, называется **<изнашивание>**.

13. Установите соответствие между показателями надежности и их определениями:

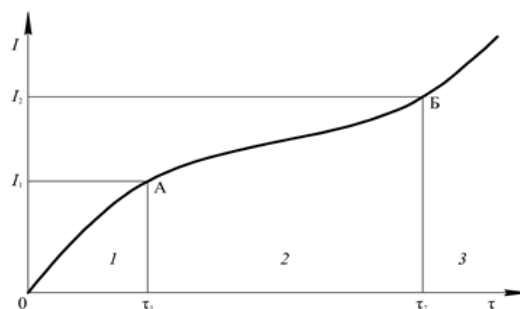
Вероятность безотказной работы	<b>2</b>	1 – это среднее количество отказов восстанавливаемого изделия в единицу времени, отнесенное к общему числу наблюдаемых элементов
Коэффициент отказов элементов	<b>3</b>	2 – это вероятность того, что в определенных условиях эксплуатации в пределах заданного промежутка времени не произойдет ни одного отказа
Параметр потока отказов	<b>1</b>	3 – отношение числа отказов системы из-за отказов элементов данного типа к общему числу отказов системы, взятых за определенный календарный период
Ожидаемое число отказов по статистическим данным	<b>4</b>	4 – это произведение количества наблюдаемых изделий на параметр потока отказов изделия и на время, в течение которого проводится наблюдение или испытание

14. Вся информация о вагонах, их наличии и техническом состоянии передается линейными предприятиями в информационно-вычислительные центры (ИВЦ) дорог и содержится в первичных учетных формах с индексами **<ВУ>**.

15. Установите соответствие видов резервирования и их характеристик:

структурное	<b>2</b>	1 – используется способность элементов выполнять основные и дополнительные функции
временное	<b>4</b>	2 – применение резервных элементов, включенных в структуру системы, изделия
функциональное	<b>1</b>	3 – в качестве резерва используется резервная информация (кодирование)
информационное	<b>3</b>	4 – для выполнения системой заданных функций используется время

16. На схеме интенсивности снижения работоспособности  $I$  изделия четко выделены три периода:



1 – **<приработка>** (повышенное изнашивание)

2 – установившееся изнашивание (нормальная эксплуатация)

3 – аварийное изнашивание (отказ).

17. Система тех. обслуживания и ремонта вагонов предусматривает постановку вагонов в ремонт по:

а) календарному сроку;

б) пройденному вагоном расстоянию;

в) фактически выполненному объему работ – пробегу;

д) **двойному критерию, учитывающему календарную периодичность и исполненный пробег вагонов.**

18. Ремонтный цикл представляет собой последовательность чередующихся один за другим деповских ремонтов и завершается <капитальным> ремонтом.

### 3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности

1. Что представляют собой технические системы (ТС) вагонов
2. Иерархичность технических систем (ТС)
3. Законы развития технических систем
4. Генеральная цель развития технических систем
5. Стадии жизненного цикла технической системы
6. Назовите основные виды воздействия технических систем на окружающую среду
7. Перечислите мероприятия, позволяющие снизить уровень воздействия технических систем (вагонов) на окружающую среду
8. Перечислите причины изменения технического состояния ТС, приводящие к разрушению агрегатов и частей
9. Охарактеризуйте статическое и усталостное разрушения ТС. Приведите конкретные примеры отказов вагонов
10. Перечислите виды и факторы, приводящие к коррозионному разрушению деталей и агрегатов вагонов
11. Дайте подробное описание механического разрушения с конкретными примерами
12. Перечислите критерии технического состояния ТС вагонов
13. Надежность вагонов как сложной системы. Понятие системы, элемента, детали, изделия. Структурная схема вагона
14. Виды соединений элементов в системе. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы вагона
15. Факторы, влияющие на надежность вагона. Связь надежности со всеми стадиями существования вагона
16. Определение отказа. Отказ – как основное понятие теории надежности
17. Классификация отказов вагонов и их частей. Виды отказов. Признаки классификации
18. Чем вызвано применение методов математической статистики и теории вероятностей для оценки надежности ТС?
19. Перечислите и дайте пояснения применяемым в теории вероятностей специфическим понятиям
20. Перечислите законы распределения случайных величин с интерпретацией их выражений
21. Дайте определение понятий «регрессия» и «корреляция»
22. Сформулируйте определение надежности вагонов и его узлов
23. Поясните классы надежности
24. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?
25. Вероятность безотказной работы вагона, как сложной системы. Последовательное и параллельное соединение элементов
26. Интенсивность отказов. Статическое и вероятностное определение интенсивности
27. Свойство интенсивности отказов при экспоненциальном законе надежности. Приближенное определение вероятности безотказной работы
28. Зависимость интенсивности отказов от времени работы или пробега вагона. Основные периоды работы и эксплуатации вагона. Характер возникающих неисправностей и способы их устранения
29. Чем вызвано применение методов математической статистики и теории вероятностей для оценки надежности ТС?

30. Перечислите законы распределения случайных величин
31. Сформулируйте определение надежности вагонов и его узлов

Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации

32. Как определить коэффициенты технической готовности и технического использования изделия?

33. Какими показателями оценивают надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?

34. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?

35. Каковы общие направления повышения работоспособности ТС?

36. От каких факторов в значительной степени зависит работоспособность ТС вагонов?

37. Каковы причины предельного состояния деталей ТС?

38. Какие меры нужно принять для повышения работоспособности деталей ТС в эксплуатации

39. Общие сведения по расчету структурной надежности объекта

40. Влияние схемы соединения элементов на надежность объектов

41. Расчет структурной надежности вагона

42. Резервирование как способ повышения надежности объектов

43. Требования, предъявляемые к организации испытаний

44. Выбор плана испытаний на надежность. Планирование испытаний

45. Требования, предъявляемые к сбору и предварительной обработке информации

46. Особенности статистической обработки информации

47. Сбор информации о работоспособности вагонов

48. Количественные показатели долговечности, их связь с календарным временем эксплуатации и наработкой. Срок службы и технический ресурс вагонов.

49. Понятие технического ресурса: полный, использованный, остаточный, межремонтный и средний. Гарантийный срок службы

50. Понятия, связанные с надежностью и долговечностью вагонов: износ, предельный износ, старение, моральное старение

51. Понятия: приработка, восстановление, ремонтный цикл, межремонтный период, резервирование.

52. Эксплуатационная надежность вагона

53. Методы оценки показателей надежности

54. Оценка показателей надежности

55. Оценка показателей надежности при известном законе распределения.

56. Оценка показателей надежности при неизвестном законе распределения

57. Обеспечение надежности вагонов на этапах проектирования и изготовления.

58. Характерные периоды функционирования вагона

59. Основные правила обеспечения надежности

60. Программа обеспечения надежности

61. Влияние системы технического обслуживания и ремонта на показатели надежности и работоспособности

62. Особенности поддержания надежности и работоспособности вагонов на этапе эксплуатации

63. Система технического обслуживания грузовых вагонов

64. Система технического обслуживания пассажирских вагонов

65. Нормативы периодичности технического обслуживания и плановых ремонтов.

### **3.7 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений)**

1. Вычислить вероятность безотказной работы системы электроснабжения вагонов течение 200 ч для системы с одинаковыми элементами, соединенными по мостиковой схеме, если  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$  и  $\alpha = 0,3$ .

2. Определить вероятность безотказной работы системы с двумя исправными элементами из трех, если  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$ ;  $A = 0,3$ ;  $t = 200 \text{ ч}$ .
3. Определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух одинаковых параллельно соединенных элементов, если  $\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}$ ;  $\alpha = 0,071$ ;  $t = 200 \text{ ч}$ .
4. Требуется определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку на отказ системы, состоящей из пяти независимых и одинаковых элементов, соединенных по мостиковой схеме (рис. 4.5.3, б); считается, что  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$ ,  $t = 100 \text{ ч}$  и все элементы начинают работать в момент времени  $t = 0$ .
5. Предохранительное устройство, обеспечивающее безопасность работы системы под давлением, состоит из трех дублирующих друг друга клапанов. Надежность каждого из них  $p = 0,9$ . Клапаны независимы в смысле надежности. Найти надежность устройства.
6. Система состоит из 10 независимых элементов, надежность каждого из которых равна  $P = 0,95$ . Определить надежность системы, чтобы надежность системы была не меньше 0,9.
7. Время безотказной работы прибора подчинено закону Рэлея с параметром  $\sigma_t = 1860$  час. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $Q(t)$  для  $t = 1000$  час и среднее время безотказной работы прибора.
8. Среднее время исправной работы изделия равно 1260 час. Время исправной работы подчинено закону Рэлея. Необходимо найти его количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $Q(t)$  для  $t = 1000$  час.
9. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при  $t = 1300$  часов работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы  $m_t = 1500$  час и среднее квадратическое отклонение  $s_t = 100$  час.
10. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{\text{ср}} = 0,33 \cdot 10^{-5} \text{ 1/час}$ . Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течении  $t = 200$  час и среднее время безотказной работы аппаратуры.
11. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов электронных ламп в промежутке времени 3000 - 4000 час.
12. На испытание поставлено  $N = 400$  изделий. За время  $t = 3000$  час отказало 200 изделий, т.е.  $n(t) = 400 - 200 = 200$ . За интервал времени  $(t, t + t)$ , где  $t = 100$  час, отказало 100 изделий, т.е.  $n(t) = 100$ . Требуется определить  $P^*(3000)$ ,  $P^*(3100)$ ,  $f^*(3000)$ ,  $Q^*(3000)$ .
13. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ 1/час}$ . Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $f(t)$ ,  $m_t$  для  $t = 1000$  час.
14. На испытание поставлено 8 однотипных изделий. Получены следующие значения  $t_i$  ( $t_i$  - время безотказной работы  $i$ -го изделия):  $t_1 = 560$  час.;  $t_2 = 700$  час.;  $t_3 = 800$  час.;  $t_4 = 650$  час.;  $t_5 = 580$  час.;  $t_6 = 760$  час.;  $t_7 = 920$  час.;  $t_8 = 850$  час.  
Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.
15. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k = 2,6$ ;  $a = 1,65 \cdot 10^{-7} \text{ 1/час}$ . Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $Q(t)$  для  $t = 150$  час. и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

### 3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Система состоит из двух идентичных устройств, одно из которых функционирует, а другое находится в режиме ненагруженного резерва. Интенсивности отказов обоих устройств постоянны. Кроме того, предполагается, что в начале работы резервное устройство имеет такие же характеристики, как и новое. Требуется вычислить вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч при условии, что интенсивности отказов устройств  $\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}$ .
2. Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в переменный в

течение времени  $t=1000$  час. равна 0,95, т. е.  $P(1000) = 0,95$ . Для повышения надежности системы электроснабжения на объекте имеется такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого (режим ненагруженного резерва). Требуется рассчитать вероятность безотказной работы и среднее время безотказной работы системы, состоящей из двух преобразователей, а также определить частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  системы.

3. Система состоит из 10 равно надежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $t_{cp} = 1000$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равно надежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы, а также частоту отказов и интенсивность отказов в момент времени  $t= 50$  час в следующих случаях:

- а) нерезервированной системы,
- б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.

4. Определить вероятность безотказной работы устройства, структурная схема которого изображена на рис.1 (а, б), если известно, что вероятности безотказной работы каждого из элементов схемы равны 0,9, а вероятности отказов равны 0,1.

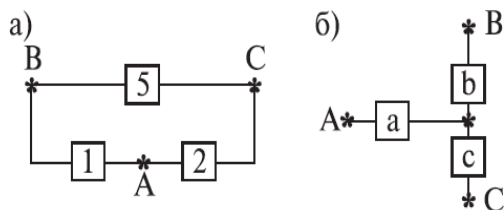


Рис. 1.

5. Предположим, что два одинаковых вентилятора в системе очистки воздуха работают параллельно, причем если один из них выходит из строя, то другой способен работать при полной системной нагрузке без изменения своих надежностных характеристик. Требуется найти безотказность системы в течение 400 ч (продолжительность выполнения задания) при условии, что интенсивности отказов двигателей вентиляторов постоянны и равны  $\lambda = 0,0005$  ч<sup>-1</sup>, отказы двигателей статистически независимы и оба вентилятора начинают работать в момент времени  $t = 0$ .

6. Предположим, что для работы системы с последовательным соединением элементов при полной нагрузке необходимы два разнотипных насоса, причем насосы имеют постоянные интенсивности отказов, равные соответственно  $\lambda_1 = 0,0001$  ч<sup>-1</sup> и  $\lambda_2 = 0,0002$  ч<sup>-1</sup>. Требуется вычислить среднее время безотказной работы данной системы и вероятность ее безотказной работы в течение 100 ч. Предполагается, что оба насоса начинают работать в момент времени  $t = 0$ .

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Разноуровневая задача (задание)	Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий
Проверочная работа	Проверочные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов проверочной работы по теме не менее двух. Во время выполнения проверочной работы разрешено пользоваться тетрадями для практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения проверочной работы, доводит до обучающихся тему проверочной работы, количество заданий в проверочной работе, время ее выполнения. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения проверочной работы; проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).


Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 2024-2025 учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Работоспособность нетягового подвижного состава</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ВиВХ» ИрГУПС <b>О.Л. Маломыжев</b></p>
<p>1. Факторы, влияющие на надежность вагона. Связь надежности со всеми стадиями существования вагона 2. Общие направления повышения работоспособности технических систем подвижного состава 3. Расчет структурной надежности вагона 4. Система состоит из двух идентичных устройств, одно из которых функционирует, а другое находится в режиме ненагруженного резерва. Интенсивности отказов обоих устройств постоянны. Кроме того, предполагается, что в начале работы резервное устройство имеет такие же характеристики, как и новое. Требуется вычислить вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч при условии, что интенсивности отказов устройств <math>\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}</math>.</p>		