

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «25» мая 2018 г. № 414-1

## Б1.Б.1.32 Надежность подвижного состава

### рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – № 2 Вагоны

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Электроподвижной состав

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Форма промежуточной аттестации на курсе:

Часов по учебному плану – 144

Экзамен 4

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
– лекции	8	8
– практические (семинарские)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	110	110
<b>Экзамен</b>	18	18
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	Цель освоения учебной дисциплины «Надежность подвижного состава» состоит в формировании комплекса знаний основ теории надежности, количественной оценки уровня надежности существующего парка тягового и нетягового подвижного состава в конкретных условиях эксплуатации на различных полигонах тяги.
2	
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	Получение общих сведений о принципах расчета и определения параметров надежности подвижного состава;
2	Разработка оптимальной системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава;
3	Автоматизация процессов анализа и контроля надежности в эксплуатации.

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.Б.1.10 Математика;
2	Б1.Б.1.11 Физика;
3	Б1.Б.1.18 Электротехника и электроника;
4	Б1.Б.1.30 Подвижной состав железных дорог
5	Б1.Б.1.29 Детали машин и основы конструирования;
6	Б1.Б.1.26 Электрические машины;
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.Б.1.34 Производство и ремонт подвижного состава;
2	Б1.Б.1.35 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава;
3	Б1.Б.1.37 Теория систем автоматического управления;
6	Б2.Б.05(Н) Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (эксплуатационная)
7	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>Код компетенции: ПК-4 содержание компетенции способность использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные показатели безотказности подвижного состава
Уметь	рассчитывать показатели надежности
Владеть	математическими методами для оценки показателей безопасности и надежности подвижного состава
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности подвижного состава.
Уметь	рассчитывать показатели надежности, надежность систем при различном соединении элементов
Владеть	математическими и статистическими методами для оценки показателей безопасности и надежности подвижного состава; принципами формирования баз первичных статистических данных для расчета показателей надежности подвижного состава
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные показатели безопасности и надежности подвижного состава
Уметь	рассчитывать показатели надежности, надежность систем при различном соединении элементов, систем с резервированием
Владеть	математическими и статистическими методами для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; навыками планирования испытаний на надежность оборудования подвижного состава;
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</b>	
<b>Знать</b>	
1	основные показатели безопасности и надежности подвижного состава
<b>Уметь</b>	
1	рассчитывать показатели надежности, надежность систем при различном соединении элементов, систем с резервированием

Владеть	
1	математическими и статистическими методами для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; навыками планирования испытаний на надежность оборудования подвижного состава

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ					
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
1	<b>Раздел 1. Технико-экономические последствия надежности техники. Надежность как составляющая качества технических объектов.</b>				
1.1	Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности. Основные понятия теории надежности. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу (Лек).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
1.2	Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности. Основные теоремы теории вероятностей (Лек.).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
1.3	Отказ как основное понятие теории надежности. Классификация отказов, причины их возникновения (Лек).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
1.4	Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения (Пр.).	7	2	ПК-4	Л3.1
1.5	Расчет и построение гистограмм отказов (Пр.).	7	2	ПК-4	Л4.1
2	<b>Раздел 2. Распределения случайных величин. Показатели надежности.</b>				
2.1	Законы распределения случайной величины. Законы распределения времени между отказами (Лек).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
2.2	Показатели надежности. Подвижной состав как объект изучения надежности: состояния, события, свойства (Лек.).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
2.3	Определение вида и параметров закона распределения (Пр.).	7	2	ПК-4	Л1.1, Л1.2
2.4	Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства (Пр.).	7	2	ПК-4	Л1.1, Л1.2
2.5	Определение зависимости от наработки математического ожидания проката бандажей и дисперсии проката (Ср.).	7	2	ПК-4	Л1.1, Л1.2, Л4.1
2.6	Расчет средних квадратических отклонений проката при нескольких значениях пробега; определение нижней и верхней границы возможных значений проката (Ср.).	7	4	ПК-4	Л1.1, Л1.2, Л4.1
2.7	Расчет плотности распределения величины проката бандажа колесных пар электровоза (Ср.).	7	4	ПК-4	Л1.1, Л1.2, Л4.1
3	<b>Раздел 3. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности.</b>				
3.1	Интенсивность отказов, ее зависимость от	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2

	времени работы или пробега. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ. Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости (Лек).				
3.2	Расчет интенсивности отказов (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
3.3	Расчет среднейнаработки до технического обслуживания, наименьшего и наибольшего пробега до обточки бандажей колесных пар по прокату без выкатки из-под электровоза	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
4	<b>Раздел 4. Основные принципы расчета надежности.</b>				
4.1	Элемент и система. Показатели надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединениях элементов (Лек.).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
4.2	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
4.3	Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом от наработки (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
4.4	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
4.5	Определение показателей надежности структурной схемы (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
5	<b>Раздел 5. Надежность систем с резервированием.</b>				
5.1	Резервирование по виду используемых средств. Способы структурного резервирования. Кратность резервирования (Лек.).	7	1	ПК-4	Л1.1, Л1.2
5.2	Изучение способов повышения надежности за счет резервирования (Ср.).	7	6	ПК-4	Л1.1, Л1.2
6	<b>Раздел 6. Испытания на надежность. (Ср.)</b>	7	6		Л1.1, Л1.2
6.2	Проработка лекционного материала (Ср.)	7	18	ПК-4	
6.3	Выполнение и оформление контрольной работы	7	34	ПК-4	Л1.1, Л1.2, Л4.1
7	<b>Раздел 7. Контроль.</b>				
7.1	Экзамен	7	18	ПК-4	

### 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 разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Надежность подвижного состава» оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины размещаются 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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	В.А. Горский	Надежность электроподвижного состава: учеб.для вузов ж.д.	М.:Маршрут,2005	45
		Надежность электроподвижного состава: учеб.для вузов ж.д		100% онлайн

		<a href="http://e.lanbook.com/book/58972">http://e.lanbook.com/book/58972</a>		
Л1.2	П.А. Устич, П.А. Карпычев, В.А.Овечников	Надежность рельсового нетягового подвижного состава: учебник для вузов железнодорожного транспорта	М.:ИГ Вариант 1999	206
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	А.Т.Головатый	Электроподвижной состав. Эксплуатация, надежность и ремонт: учеб.для вузов ж.д.	М.: Транспорт, 1983	77
Л2.2	В.А. Четвергов, А.Д. Пунзаков	Надежность локомотивов: учебник для вузов ж.-д. тр-та	М.: Маршрут, 2003	96

<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Ю.В.Воронова	Надежность вагонов: метод.указания к прак. работам	Иркутск: ИрГУПС, 2008	151

<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	В.А.Тихомиров	Надежность подвижного состава: метод.указания к выполнению контрольной работы	Личный кабинет обучающегося	

<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	<a href="http://www.rzd.ru">http://www.rzd.ru</a> – ОАО «РЖД»			

<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
---	--	--	--	--

<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>			

<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
Специализированное программное обеспечение не требуется				

<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	<a href="http://www.irgups.ru/ntb">http://www.irgups.ru/ntb</a> – Научно-техническая библиотека ИрГУПС			
6.3.3.2	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> – «Университетская библиотека онлайн»			
6.3.3.3	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> – Издательство «Лань». Электронная библиотечная система			
6.3.3.4	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека eLibrary.ru			

<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>				
Не предусмотрены				

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.

	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной 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> </ul> <p>г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.</p>

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекционное занятие	<p>Обучающемуся рекомендуется иметь отдельную тетрадь для ведения конспектов лекций. Лекции следует записывать с одной стороны листа или оставлять поля, где в процессе самостоятельной работы над учебной литературой можно было бы делать заметки, освещая вопросы, не затронутые в лекции или рассмотренные недостаточно глубоко, а также рекомендованные преподавателем для самостоятельного изучения.</p> <p>Написание конспекта лекций следует вести кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. 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> <p>Материал каждой лекции следует проработать в тот же день, в который она читалась. Накануне очередной лекции рекомендуется просмотреть материалы предыдущей, чтобы восстановить в памяти основные положения, математический аппарат и основные выводы.</p>
Практическое (семинарское) занятие	<p>Обучающемуся рекомендуется иметь отдельную тетрадь для ведения материалов практических занятий. Материал практических занятий следует записывать с одной стороны листа или оставлять поля, где в процессе самостоятельной работы над учебной литературой можно было бы делать заметки, освещая вопросы, не затронутые на практическом занятии или рассмотренные недостаточно глубоко, а также рекомендованные преподавателем для самостоятельного изучения.</p> <p>При подготовке к практическому занятию изучается лекционный материал и рекомендуемая литература по теме занятия. На практических занятиях при опросе и проведении письменных контрольных работ контролируется самостоятельная работа обучающихся над дисциплиной и их методическая подготовка.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.Б.1.32 «Надежность подвижного состава»**

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Электроподвижной состав» 21.08.2017 г., протокол № 20

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Надежность подвижного состава» участвует в формировании компетенции: ПК-4: способность использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-4 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-4	способность использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава.	Б1.Б.1.32 Надежность подвижного состава	4	1
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	А	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции ПК-4 планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-4	способность использовать математические и статистические методы для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава	1. Техно-экономические последствия надежности техники. Надежность как составляющая качества технических объектов. 2. Распределения случайных величин. Показатели надежности. 3. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности. 4. Основные принципы расчета надежности 5. Надежность систем с резервированием	Минимальный уровень	Знать основные показатели безотказности подвижного состава
				Уметь рассчитывать показатели надежности
				Владеть математическими методами для оценки показателей безопасности и надежности подвижного состава
			Базовый уровень	Знать основные показатели безотказности, ремонтпригодности, долговечности подвижного состава
				Уметь рассчитывать показатели надежности, надежность систем при различном соединении элементов
				Владеть математическими и статистическими методами для оценки показателей безопасности и надежности подвижного состава; принципами формирования баз первичных статистических данных для расчета показателей надежности подвижного состава
Высокий уровень	Знать основные показатели безопасности и надежности подвижного состава			
	Уметь рассчитывать показатели надежности, надежность систем при различном соединении элементов, систем с резервированием			
	Владеть математическими и статистическими методами для оценки и анализа показателей безопасности и надежности подвижного состава; навыками планирования испытаний на надежность оборудования подвижного состава.			



**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1	5	Текущий контроль	Раздел 1 Распределение случайных величин. Показатели надежности. Раздел 3. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава.	ПК-4 Контрольная работа (письменно)
2	10	Текущий контроль	Раздел 4. Основные принципы расчета надежности. Раздел 5 Надежность систем с резервированием	ПК-4 Контрольная работа (письменно)
7	17	Текущий контроль	Раздел 3. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности. Раздел 4. Основные принципы расчета надежности. Раздел 5 Надежность систем с резервированием	ПК-4 Сообщение (устно)
8	18	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1 Распределение случайных величин. Показатели надежности. Раздел 3. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности. Раздел 4. Основные принципы расчета надежности. Раздел 5 Надежность систем с резервированием Раздел 6 Испытания на надежность.	ПК-4 Собеседование (устно)

**2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования, 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 компетенции.

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 заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения используется четырехуровневая шкала: пять баллов - «отлично», четыре балла - «хорошо», три балла - «удовлетворительно», два балла - «неудовлетворительно» и/или двухуровневая шкала: «зачтено», «не зачтено».

**Перечень оценочных средств сформированности компетенции, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств**

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Сообщение, доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-	Темы докладов, сообщений

		практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
<b>Промежуточная аттестация</b>			
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 (билетов) к экзамену

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«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 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	Компетенции не сформированы

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

контрольная работа

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Получены результаты, близкие к оптимальным. В результате ответов на вопросы выявлено понимание обучающимся всех положений теории, использованной при подготовке задания. Задание оформлено аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Обучающийся ответил на все дополнительные вопросы на защите.

«хорошо»	Основные результаты выполнения задания близки к оптимальным, однако ответы на вопросы выявили неполное понимание теоретических положений; есть недостатки в оформлении или ответы на вопросы выявили полное понимание теоретических положений, однако результаты проекта, удовлетворяя в целом предъявляемым требованиям, далеки от оптимальных, есть недостатки в оформлении.
«удовлетворительно»	Основные результаты выполнения задания, не являясь наилучшими из возможных, все же удовлетворяют предъявляемым требованиям; в результате ответов на вопросы выявлено понимание обучающимся основных положений теории, использованной при подготовке проекта, однако ряд частных положений остался не проясненным. Качество оформления имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении задания обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений, результаты далеки от оптимальных. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей, обучающийся не способен пояснить полученные результаты.

#### Сообщение

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся продемонстрировал: полное раскрытие вопроса; указание точных названий и определений; правильные формулировки понятий и категорий; самостоятельность ответа, умение анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; использование дополнительной литературы и иных материалов и др.
«хорошо»	Обучающийся продемонстрировал: недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; несущественные ошибки в определении понятий, категорий и т.п., кардинально не меняющих суть изложения; использование устаревшей учебной литературы и других источников
«удовлетворительно»	Обучающийся продемонстрировал: отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников; наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; использование устаревшей учебной литературы и других источников; неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.
«неудовлетворительно»	Обучающийся продемонстрировал большое количество существенных ошибок, не владение материалом; не владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины; неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.

## **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**

### **3.1 Типовые задания для контрольной работы 1**

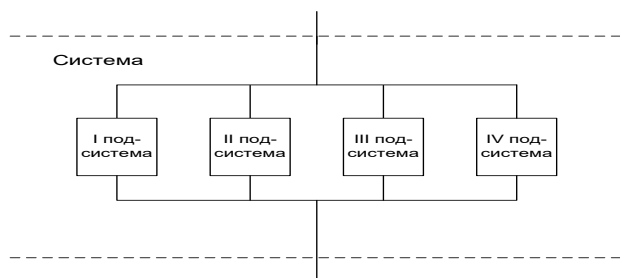
Исходные данные.

В течение пробега от 0 до 600 тыс. км., в локомотивном депо произведен сбор информации по отказам ТЭД. При этом количество исправных ТЭД в начале периода эксплуатации составляло  $N_0 = 180$  шт. Суммарное количество отказавших ТЭД за анализируемый период составило  $\sum_{r(600000)} = 60$ . Интервал пробега  $D_1$  принять равным 100 тыс. км. Прэтом количество отказавших ТЭД по каждому участку составило: 2, 12, 16, 10, 14, 6.

Необходимо рассчитать показатели безотказности и построить графики зависимости их от наработки.

### **3.2 Типовые задания для контрольной работы 2**

Для наработки  $t = T_p$  требуется определить вероятность безотказной работы  $P_c(T'_n)$  системы (рис.) состоящей из четырех подсистем, две из которых являются резервными (в общем виде).



### 3.3. Перечень вопросов для сообщения

1. Проблема надежности тягового подвижного состава. Особенности системного подхода к ее решению.
2. Способы повышения надежности торсионных рессор.
3. Повышение надежности бандажей, осей колесных пар.
4. Взаимосвязь надежности объектов и экономических затрат на их изготовление и функционирование.
5. Причины выхода из строя роликовых подшипников. Повышение их надежности.
6. Нарушение безотказности подвижного состава. Крушение, авария, случай брака особого учета их отличие и оценка.
7. Повышение надежности упругих элементов подвижного состава.
8. Основные пути повышения безотказности подвижного состава.

### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Основные понятия и определения теории надежности. Объекты и системы. Свойства надежности.
2. Виды объектов. Состояния объектов и систем. Переход объекта в различные виды состояний.
3. Повреждения и отказы. Классификация отказов.
4. Факторы, влияющие на надежность ПС
5. Показатели свойств надежности. Показатели безотказности.
6. Показатели свойств надежности. Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.
7. Показатели свойств надежности. Комплексные показатели.
8. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов и систем.
9. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и систем.
10. Математическая модель надежности. Математические законы распределения, применяемые в теории надежности
11. Нормальное распределение. Правило трех сигм.
12. Основные виды расчетов надежностей. Алгоритм расчета надежности сложной системы.
13. Структурная схема надежности.
14. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.
15. Виды расчетов показателей надежности невосстанавливаемых нерезервируемых устройств: прикидочный, ориентировочный и окончательный расчет.
16. Алгоритм расчета показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.
17. Способы повышения надежности с помощью резервирования. Виды резервирования. Аппаратурное резервирование.
18. Способы повышения надежности с помощью резервирования. Виды резервирования. Функциональное, временное, информационное и нагрузочное резервирование.
19. Расчет надежности восстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с целой кратностью

20. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с дробной кратностью.
21. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем резервировании замещением с целой кратностью.
22. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при отдельном резервировании с целой кратностью
23. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при отдельном резервировании замещением с целой кратностью.
24. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при скользящем резервировании.
25. Расчет надежности невосстанавливаемых систем по схеме «гибели» и методом перебора благоприятных гипотез.
26. Способы преобразования в структурной схеме надежности. Разложение структуры по базовому элементу.
27. Сравнение выигрыша надежности при различных способах резервирования.
28. Общий расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов.
29. Расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов с помощью графа переходов.
30. Алгоритм составления дифференциальных уравнений по графу состояний.
31. Расчет надежности восстанавливаемых резервируемых систем с помощью составления графа переходов
32. Определение средней наработки до отказа с помощью составления графа переходов
33. Основная документация для сбора первичной информации при анализе надежности по экспериментальным данным.
34. Планирование испытаний. Виды испытаний на надежность
35. Статистическая обработка экспериментальных данных.
36. Интервальная оценка показателей надежности.

### 3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

Задача 1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп, за 3000 час. отказало 80 ламп. Требуется определить  $P^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t = 3000$  час.

Задача 2. 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.

Задача 3. На испытание поставлено  $N = 400$  изделий. За время  $t = 3000$  час отказа - 200 изделий, т.е.  $n(t) = 400 - 200 = 200$ . За интервал времени  $(t, t + \Delta t)$ , где  $\Delta t = 100$  час, отказало 100 изделий, т.е.  $\Delta n(t) = 100$ . Требуется определить  $P^*(3000)$ ,  $P^*(3100)$ ,  $f^*(3000)$ ,  $\lambda^*(3000)$ .

Задача 4. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $\lambda = 2.5 \cdot 10^{-5}$  1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $f(t)$ ,  $T$  для  $t = 1000$  час.

Задача 5. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна  $\lambda_1 = 0,16 \cdot 10^{-3}$  1/час = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами  $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4}$  1/час,  $\lambda_3 = 0,06 \cdot 10^{-6} t^{2,6}$  1/час.

Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 час.

Задача 6. Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $mt = 1000$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $mtc$ , а также частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  час в следующих случаях:

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

## 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций

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 (КР)	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Варианты КР индивидуальны. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР
Сообщение	Преподаватель не менее, чем за 2 недели до срока выступления с сообщением должен довести до сведения обучающихся тему сообщения и указать необходимую учебную литературу. При выступлении с сообщением должны использоваться презентации, видеоролики. Время сообщения составляет 10-15 минут.

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

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний, практическое задание. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену.

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (20 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

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.

### Образец экзаменационного билета

 ИрГУПС 2016-2017 учебный год	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «_Надежность подвижного состава» <b>7 семестр</b>	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____
1. 2. 3.		

