

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «31» мая 2024 г. № 425-1

## Б1.О.22 Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Электрический транспорт железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Эксплуатация железных дорог

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану – 108

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

заочная форма обучения:

экзамен 4

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
– лекции	6	6
– практические (семинарские)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>78</b>	<b>78</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

УП – учебный план.

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



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

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Эксплуатация железных дорог»

Е.М. Лыткина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Эксплуатация железных дорог», протокол от «17» апреля 2024 г.

И. о. заведующего кафедрой, канд. техн. наук

В.С. Томилов

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	изучение основных положений теории надежности, физических процессов возникновения внезапных и постепенных отказов элементов подвижного состава, показателей надежности подвижного состава и методы их расчета, путей повышения надежности, основных положений теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	освоение знаний по основным положениям теории надежности, математическом и методическом аппарате, применяемом при оценке надежности технических систем, рассмотрение общих подходов к проведению анализа техногенного риска и его оценке
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>Цель профессионально-трудового – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.О.08 Информатика
2	Б1.О.07 Математика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.52 Организация эксплуатации электроподвижного состава
2	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	<b>ОПК-4.5.</b> Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	<b>Знать:</b> основные понятия теории надежности, методы расчета показателей надежности подвижного состава
		<b>Уметь:</b> проводить расчеты количественных значений основных показателей надежности
	<b>ОПК-4.6.</b> Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации	<b>Владеть:</b> методами графической обработки результатов экспериментов; методами подбора эмпирических формул; анализом, синтезом надежности подвижного состава
		<b>Знать:</b> свойства надежности технических систем,
		<b>Уметь:</b> определять показатели надежности подвижного состава
		<b>Владеть:</b> методами оценки надежности подвижного состава.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основные положения надежности</b>						
1.1	Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности.	4/зимняя	2			1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
1.2	Основные понятия теории надежности. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу.	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
1.3	Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности. Основные теоремы теории вероятностей.	4/зимняя				1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
1.4	Отказ как основное понятие теории надежности. Классификация отказов, причины их возникновения.	4/зимняя				3	ОПК-4.5 ОПК-4.6
1.5	Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения	4/зимняя		2		3	ОПК-4.5 ОПК-4.6
1.6	Расчет и построение гистограмм отказов	4/зимняя				3	ОПК-4.5 ОПК-4.6
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Основные направления повышения надежности подвижного состава</b>						
2.1.	Интенсивность отказов, ее зависимость от времени работы или пробега. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.	4/зимняя	2			1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.2.	Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.3.	Расчет интенсивности отказов	4/зимняя		2		2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.4.	Расчет средней наработки до технического обслуживания, наименьшего и наибольшего пробега до обточки бандажей колёсных пар по прокату без выкатки из-под электровоза	4/зимняя				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации</b>						
3.1.	Значение и виды испытаний. Планы определительных испытаний.	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.2.	Задачи, возникающие при испытаниях на надежность	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.3.	Изучение способов повышения надежности за счет резервирования	4/зимняя		2		2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.4.	Определение вида и параметров закона распределения	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.5.	Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.6.	Определение зависимости от наработки математического ожидания проката бандажей и дисперсии проката	4/зимняя				3	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.7.	Расчет средних квадратических отклонений проката при нескольких значениях пробега; определение нижней и верхней границы возможных значений проката	4/зимняя				3	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.8.	Расчет плотности распределения величины проката бандажа колесных пар электровоза	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Статистические модели, используемые в теории надежности</b>						
4.1.	Законы распределения случайной величины. Законы распределения времени между отказами	4/зимняя	2			2	ОПК-4.5 ОПК-4.6

4.2.	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.3.	Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом от наработки	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.4.	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.5.	Определение показателей надежности структурной схемы	4/зимняя				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	4/летняя	18				ОПК-4.5 ОПК-4.6
	Выполнение контрольной работы	4/летняя				28	ОПК-4.5 ОПК-4.6
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		6	6		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 КриЖТ ИрГУПС, 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
6.1.1.1	Четвергов В. А., Пузанков А. Д. ; под редакцией Четвергов В. А.	Надежность локомотивов [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. - <a href="https://umczdt.ru/books/1200/2490/">https://umczdt.ru/books/1200/2490/</a>	Москва: Маршрут, 2003	30/100 % online
6.1.1.2	Зорин В. А. ; рецензент Густов Ю. И.	Надежность механических систем [Электронный ресурс] : учебник. - <a href="https://znanium.com/read?id=348718">https://znanium.com/read?id=348718</a>	Москва : ИНФРА-М, 2020	100 % online

##### **6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
6.1.2.1	Володарский В. А.	Основы теории надежности [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям студентов специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов», специализации. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=</a>	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online

		<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259179">S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=1030_2&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D170049900%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>		
6.1.2.2	Ефремов И. В., Рахимова Н. Н.	Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : учебное пособие. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259179">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259179</a>	: Оренбургский государственный университет, 2013	100 % online
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
6.1.3.1	Андриевский А. Г.; рец. Е. М. Лыткина	Основы теории надежности [Электронный ресурс]: курс лекций для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов профиля "Управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электроподвижного состава". - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=1030_2&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%90%2065%2D747443615%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=1030_2&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%90%2065%2D747443615%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online
6.1.3.2	Андриевский А. Г.	Методические материалы и указания по изучению дисциплины	Личный кабинет обучающегося, ЭИОС	100 % онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
6.2.1	Библиотека КриЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/">http://irbis.krsk.irkups.ru/</a> . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.			
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» : электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – 2024. – URL: <a href="http://umczdt.ru/books/">http://umczdt.ru/books/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.3	Znanium : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011 – 2024 . – URL: <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020. – URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.5	Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – 2024. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.6	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: <a href="http://sdo1.krsk.irkups.ru/">http://sdo1.krsk.irkups.ru/</a> . – Текст : электронный.			
6.2.7	Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2016 – 2024. – URL: <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL:			

	<a href="http://www.rzd.ru/">http://www.rzd.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://dcnti.krw.rzd">http://dcnti.krw.rzd</a> . – Режим доступа : из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог № <a href="#">031910002031500013-00</a> от 07.12.2015 – 87 лицензий).
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не используется
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не используется
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не используется

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2 И
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), 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. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования –
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы А-224, А-409, А-414, Л-203, Л-204, Л-214, Л-404, Л-410, Н-204, Н-207, Т-46, Т-5.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
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. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. 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 запомнились. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции 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. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд</p>

	<p>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>
<p>Практическое занятие</p>	<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> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Основы теории надежности» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 21 час по очной форме обучения и 78 часов по заочной форме обучения. 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). 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>ИДЗ должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.</p> <p><b>Обучающийся заочной формы обучения выполняет:</b> 4 курс Контрольную работу.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	



**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б.1.О.22 Основы теории надежности**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

**Б.1.О.22 Основы теории надежности**

## **1. Общие положения**

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

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

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости 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 ОПОП; 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 с указанием этапов их формирования.**

### **Показатели оценивания компетенций, критерии оценки**

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенций:  
ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов;

ОПК-4.6. Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации.

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**заочная форма обучения**

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>4 курс, сессия зимняя</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основные положения надежности</b>			
1.1	Текущий контроль	Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
1.2	Текущий контроль	Основные понятия теории надежности. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
1.3	Текущий контроль	Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности. Основные теоремы теории вероятностей.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
1.4	Текущий контроль	Отказ как основное понятие теории надежности. Классификация отказов, причины их возникновения.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
1.5	Текущий контроль	Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
1.6	Текущий контроль	Расчет и построение гистограмм отказов	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Основные направления повышения надежности подвижного состава</b>			
2.1	Текущий контроль	Интенсивность отказов, ее зависимость от времени работы или пробега. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Расчет интенсивности отказов	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
2.4	Текущий контроль	Расчет среднейнаработки до технического обслуживания, наименьшегои наибольшего пробега до обточки бандажей колесных пар по прокату без выкатки из-под электровоза	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации</b>			
3.1	Текущий контроль	Значение и виды испытаний. Планы определительных испытаний.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
3.2	Текущий контроль	Задачи, возникающие при испытаниях на надежность	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
3.3	Текущий контроль	Изучение способов повышения надежности за счет резервирования	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
3.4	Текущий контроль	Определение вида и параметров закона распределения	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
3.5	Текущий контроль	Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.6	Текущий контроль	Определение зависимости от наработки математического ожидания проката бандажей и дисперсии проката	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)

3.7	Текущий контроль	Расчет средних квадратических отклонений проката при нескольких значениях пробега; определение нижней и верхней границы возможных значений проката	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
3.8	Текущий контроль	Расчет плотности распределения величины проката бандажа колесных пар электровоза	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
<b>4.0 Раздел 4. Статистические модели, используемые в теории надежности</b>				
4.1	Текущий контроль	Законы распределения случайной величины. Законы распределения времени между отказами	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.3	Текущий контроль	Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом от наработки	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
4.4	Текущий контроль	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
4.5	Текущий контроль	Определение показателей надежности структурной схемы	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Тестирование (компьютерные технологии)
<b>4 курс, сессия летняя</b>				
	Текущий контроль	Единичные и комплексные показатели надёжности	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация – экзамен		ОПК-4.5 ОПК-4.6	Экзамен (собеседование) Экзамен – тестирование (компьютерные технологии)

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

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины/прохождения практики 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/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

№	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)
3	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовые тестовые задания
<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), типовые тестовые задания
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	Типовые тестовые задания

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

Шкалы 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

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«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	Компетенция не сформирована

### Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

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

### 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.

#### Тестирование

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

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для

## оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1. Типовые задания для контрольной работы

В контрольной работе необходимо выполнить:

- расчет показателей надежности электронных компонентов по статистическим данным;
- расчет показателей надежности механических изделий подверженных постепенному износу;
- расчет показателей надежности при усталостном разрушении металла;
- ответить на контрольные вопросы.

#### Примерные вопросы для защиты контрольной работы

- 1 Факторы, определяющие надежность изделий в эксплуатации
- 2 Основные способы повышения надежности
- 3 Профилактика транспортных средств и ее влияние на надежность
- 4 Диагностирование технического состояния изделий
- 5 Диагностические параметры и требования к ним
- 6 Методы и средства диагностирования транспортных средств
- 7 Виды испытаний машин на надежность
- 8 Показатели надежности
- 9 Методы расчета надежности
- 10 Методы расчета долговечности

### 3.2 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	Тема в соответствии с РПД (с соответствующим номером)	Характер истика содержат ельного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 1.</b> Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 2.</b> Основные понятия теории надежности. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 3.</b> Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности. Основные теоремы теории вероятностей.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 4.</b> Отказ как основное понятие теории надежности. Классификация отказов, причины их возникновения.	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 5.</b> Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ЗТЗ
ОПК-4.6	<b>Тема 6.</b> Расчет и построение гистограмм отказов	Знание	3 – ОТЗ

ОПК-4.5			3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 1.</b> Интенсивность отказов, ее зависимость от времени работы или пробега. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 2.</b> Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 3.</b> Расчет интенсивности отказов	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 4.</b> Расчет средней наработки до технического обслуживания, наименьшего и наибольшего пробега до обточки бандажей колёсных пар по прокату без выкатки из-под электровоза	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 1.</b> Значение и виды испытаний. Планы определительных испытаний.	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 2.</b> Задачи, возникающие при испытаниях на надежность	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 3.</b> Изучение способов повышения надежности за счет резервирования	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 4.</b> Определение вида и параметров закона распределения	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 5.</b> Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 6.</b> Определение зависимости от наработки математического ожидания проката бандажей и дисперсии проката	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 7.</b> Расчет средних квадратических отклонений проката при нескольких значениях пробега; определение нижней и верхней границы возможных значений проката	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 8.</b> Расчет плотности распределения величины проката бандажа колесных пар электровоза	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 1.</b> Законы распределения случайной величины. Законы распределения времени между отказами	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	–
		Действие	–
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 2.</b> Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 3.</b> Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ



	от наработки	Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.6 ОПК-4.5	<b>Тема 4.</b> Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
ОПК-4.5 ОПК-4.6	<b>Тема 5.</b> Определение показателей надёжности структурной схемы	Знание	3 – ОТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	1 – 3ТЗ
		Действие	1 – 3ТЗ
		ИТОГО	69 – ОТЗ 97 – 3ТЗ

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.

1. Долговечность изделия – это календарная продолжительность работы от начала эксплуатации до достижения изделием .....состояния.

**предельного**

2.Что называется суммой двух или нескольких несовместимых событий в теории вероятностей?

**1.Суммой двух событий А и В, называется событие С состоящее в появлении хотя бы одного из событий А и В. Суммой нескольких событий называется событие, состоящее в появлении хотя бы одного из этих событий.**

2. Суммой двух событий А и В, называется событие С состоящее в появлении хотя бы одного из событий А и В.

3. Суммой нескольких событий называется событие, состоящее в появлении хотя бы одного из этих событий.

3. Сумма вероятностей противоположных событий равна.....  
**единице**

4. Факторами, влияющими на надежность объектов, при их эксплуатации являются объективными и .....

**субъективными**

5. Какие вредные внешние субъективные воздействия испытывает объект?

**1. Воздействия из-за неправильных действий людей, обусловленных недостатком знаний, опыта, небрежностью, а также плохой организационной работой.**

2. Воздействия из-за неправильных действий людей.

3. Воздействия из-за неправильных действий людей, обусловленных недостатком знаний, опыта, небрежностью.

6. Какой объект является восстанавливаемым?

**1. Объект, работоспособность которого в данных условиях может быть восстановлена.**

2. Объект, работоспособность которого может быть восстановлена.

3. Объект, который можно заменить.

7. Что является полной (исчерпывающей характеристикой) случайной величины?

**1. Закон ее распределения.**

2. Математическое ожидание.
3. Вероятность безотказной работы.

8. Функция распределения случайной величины  $X$  обозначается .....  
 $F(x)$

9. Что обозначается как  $Q(t)$ ?

1. **Вероятность отказа.**
2. Вероятность безотказной работы.
3. Вероятность работы.

10. Если задана партия из  $N$  объектов, не подлежащих восстановлению, а число объектов отказавших на момент времени  $t$  составляет  $m$  и  $n$  – число проработавших безотказно, то чему равна сумма статистических оценок вероятностей отказа и безотказной работы?

1. **Единице.**
2. Нулю.
3. 0,5.

11. Что определяется по выражению  $P[t; t+\Delta t] = \lambda(t)\Delta t$ .

1. Вероятность безотказной работы объекта.
2. Вероятность отказа объекта.
3. **Вероятность безотказной работы в указанном интервале.**

12. Интенсивность отказов имеет единицу измерения ..... размерности наработки на отказ.

**обратную**

13. Статистическая оценка интенсивности отказов становится теоретической интенсивностью при количестве испытуемых объектов равном.....

**бесконечности**

14. По формуле  $P(t) = e^{-\lambda t}$  определяют.

1. **Вероятность безотказной работы при условии  $\lambda = \text{const}$ .**
2. Вероятность безотказной работы.
3. Вероятность отказа.

15. Процессом восстановления называется процесс ..... или замены.

**ремонта**

16. Интенсивность восстановления работоспособного состояния объекта обозначается.....

**$\mu(t)$**

17. Сохраняемость технических объектов характеризуется гамма ..... сроком.

**процентным**

18. Какие способы соединения элементов в теории надежности применяются следующие способы соединения элементов: последовательное, ..... и смешанное.

**параллельное**

### 3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности.
2. Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства.
3. Показатели надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.
4. Распределения случайных величин.
5. Законы распределения случайной величины. Статистическая оценка показателей безотказности.
6. Подвижной состав как объект изучения надежности: состояния, события, свойства.
7. Законы распределения времени между отказами. Интенсивность отказов и ее статистическая оценка для невосстанавливаемых объектов.
8. Основные теоремы теории вероятностей.
9. Основные понятия теории надежности. Взаимосвязь между показателями безотказности.
10. Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности
11. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу.
12. Отказ, как основное понятие теории надежности. Экспоненциальный закон надежности.
13. Классификация отказов, причины их возникновения. Простейший поток отказов.
14. Интенсивность отказов, ее зависимость от времени работы или пробега.
15. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.
16. Определение показателей надежности структурной схемы.
17. Количественные показатели долговечности.
18. Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов.
19. Количественные показатели ремонтпригодности.
20. Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом от наработки.
21. Количественные показатели сохраняемости.
22. Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов.
23. Элемент и система. Показатели надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединениях элементов.
24. Расчет интенсивности отказов.
25. Надежность систем с резервированием. Резервирование по виду используемых средств.
26. Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения.
27. Надежность систем с резервированием. Способы структурного резервирования.
28. Расчет и построение гистограмм отказов.
29. Надежность систем с резервированием. Кратность резервирования.
30. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Параметр потока отказов
31. Испытания на надежность. Значение и виды испытаний.
32. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Взаимосвязь между их показателями безотказности.
33. Значение и виды испытаний. Задачи, возникающие при испытаниях на надежность.

34. Основы ремонтпригодности оборудования. Показатели ремонтпригодности.
35. Основные принципы расчета надежности.
36. Резервирование элементов в схеме. Логико-вероятностные методы расчета надежности систем.
37. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности подвижного состава.
38. Статистическая оценка показателей ремонтпригодности.
39. Взаимосвязь между показателями ремонтпригодности.
40. Расчет надежности систем. Расчет показателей безотказности при различных соединениях элементов.
41. Сохраняемость и долговечность технических средств. Показатели сохраняемости.
42. Резервирование элементов в схеме. Расчет интенсивности отказов и других показателей при нагруженном резервировании.
43. Сохраняемость и долговечность технических средств. Показатели долговечности.
44. Резервирование элементов в схеме. Ненагруженное резервирование.
45. Резервирование элементов в схеме. Резервирование с восстановлением работоспособности элементов.
46. Взаимосвязь между показателями ремонтпригодности. Экспоненциальный закон распределения времени восстановления.
47. Интенсивность восстановления. Статистическая оценка интенсивности восстановления.
48. Определение вида и параметров закона распределения.
49. Взаимосвязь между показателями ремонтпригодности.
50. Резервирование элементов в схеме. Ненагруженное резервирование

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

Задача 1. В табл. приведены значения наработок до отказа в находившейся под контролем партии одинаковых устройств.

Таблица

Значения наработки устройства до отказа и заданные значения  $t$  и  $T_0$

Массив значений наработки до отказа $T$ , $10^3$ ч	Заданное значение $t$ , $10^3$ ч	Значение $T$ , $10^3$ ч
10, 16, 18, 18, 12, 9, 9, 8, 9, 15, 17, 13, 13, 8, 11, 9, 14, 19, 16, 10, 20, 12, 19, 12, 15, 12, 9, 8, 12, 13, 14, 20, 11, 18, 17, 19, 10, 15, 9, 10, 11, 12, 9, 10, 17, 8, 17, 16, 11, 16, 19, 13, 9, 11	12,5	4,5

Требуется определить статистические вероятности безотказной работы  $P(t)$  и отказа  $Q(t)$  устройства для заданного значения  $t$ , указанного в таблице. Далее необходимо рассчитать значение вероятности безотказной работы  $P^*(t)$  по первым 20 значениям наработки до отказа. Затем для заданной наработки  $t$  требуется рассчитать математическое ожидание числа работоспособных устройств  $\bar{N}_p(t)$  при общем числе находившихся в эксплуатации устройств 500.

Задача 2. Требуется рассчитать среднюю наработку до отказа  $\bar{T}$  рассматриваемого устройства. Первоначально вычисления произвести непосредственно по выборочным значениям  $T$ , указанным в табл., а затем с использованием статистического ряда.

Таблица

Значения наработки устройства до отказа и заданные значения  $t$  и  $T_0$ 

Массив значений наработки до отказа $T$ , $10^3$ ч	Заданное значение $t$ , $10^3$ ч	Значение $T$ , $10^3$ ч
10, 16, 18, 18, 12, 9, 9, 8, 9, 15, 17, 13, 13, 8, 11, 9, 14, 19, 16, 10, 20, 12, 19, 12, 15, 12, 9, 8, 12, 13, 14, 20, 11, 18, 17, 19, 10, 15, 9, 10, 11, 12, 9, 10, 17, 8, 17, 16, 11, 16, 19, 13, 9, 11	12,5	4,5

Задача 3. Требуется рассчитать интенсивность отказов  $\lambda(t)$  для заданных значений  $t$  и  $\Delta t = 3000$  ч.

Таблица

Значения наработки устройства до отказа и заданные значения  $t$  и  $T_0$ 

Массив значений наработки до отказа $T$ , $10^3$ ч	Заданное значение $t$ , $10^3$ ч	Значение $T$ , $10^3$ ч
10, 16, 18, 18, 12, 9, 9, 8, 9, 15, 17, 13, 13, 8, 11, 9, 14, 19, 16, 10, 20, 12, 19, 12, 15, 12, 9, 8, 12, 13, 14, 20, 11, 18, 17, 19, 10, 15, 9, 10, 11, 12, 9, 10, 17, 8, 17, 16, 11, 16, 19, 13, 9, 11	12,5	4,5

Задача 4. По приведенным ниже данным (см. табл.) требуется определить зависимости от наработки (пробега электровоза) математического ожидания (среднего значения) проката бандажей  $\bar{y}(t)$  и дисперсии проката  $D(y(t))$ , полученные уравнения необходимо записать. Параметры искомых зависимостей следует рассчитать с использованием правила определения уравнения прямой, проходящей через две точки с известными координатами.

Таблица исходных данных

Расчетная величина	Номер замера	
	Первый замер	Второй замер
Пробег, $t$ , тыс. км	50	150
Средний прокат, мм	1,45	4,13
Дисперсия проката, $\text{мм}^2$	0,095	0,265

Задача 5. Требуется рассчитать средние значения  $\{\bar{y}(ti)\}$ , дисперсии  $\{D(y(ti))\}$  и среднее квадратическое отклонение  $\{\sigma(y(ti))\}$  проката при пробеге 190 тыс. км. Зависимости проката и дисперсии получить из условия их линейной зависимости от пробега. Затем требуется для этого же значения пробега определить нижнюю  $y(ti)_{min}$  и верхнюю  $y(ti)_{max}$  границы практически возможных значений проката. Сделать вывод при предельном прокате 7 мм. о необходимости проведения обточки бандажа или замены колеса.

Таблица исходных данных

Расчетная величина	Номер замера	
	Первый замер	Второй замер
Пробег, $t$ , тыс. км	50	150
Средний прокат, мм	1,45	4,13
Дисперсия проката, $\text{мм}^2$	0,095	0,265

Задача 6. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час отказало 50 изделий. За интервал времени 4000-4100 час отказало еще 20 изделий. Требуется определить частоту и интенсивность отказов изделий в промежутке времени 4000-4100 час. Определить

вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за первые 4000 час. Вычислить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделий за время 4100 час.

Задача 7. Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из них в течение времени  $t = 100$  ч. равны:  $p_1(100) = 0,95$ ;  $p_2(100) = 0,97$ . Справедлив экспоненциальный закон распределения надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы.

Задача 8. В системе могут быть использованы только элементы, интенсивность отказов которых равна  $\lambda = 10^{-5}$  1/ч. Система имеют число элементов  $N = 500$ . Требуется определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы в конце первого часа  $P_c(t)$

Задача 9. Система имеет кратность общего резервирования  $m=5$ . Основная нерезервированная система содержит четыре равнонадежных элемента с логически последовательным соединением. Интенсивность отказа одного элемента  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3}$  (1/ч). Определить характеристики надежности системы за 1000 ч.

Задача 10. На испытание поставлено 5 однотипных изделий. Получены следующие значения  $t_i$  ( $t_i$  - время безотказной работы  $i$ -го изделия):  $t_1 = 180$  час;  $t_2 = 220$  час;  $t_3 = 250$  час;  $t_4 = 170$  час;  $t_5 = 180$  час. Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.

### 3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Задача 1. Требуется рассчитать интенсивность отказов  $\lambda(t)$  для заданных значений  $t$  и  $\Delta t = 3000$  ч.

Таблица

Значения наработки устройства до отказа и заданные значения  $t$  и  $T_0$

Массив значений наработки до отказа $T$ , $10^3$ ч	Заданное значение $t$ , $10^3$ ч	Значение $T$ , $10^3$ ч
10, 16, 18, 18, 12, 9, 9, 8, 9, 15, 17, 13, 13, 8, 11, 9, 14, 19, 16, 10, 20, 12, 19, 12, 15, 12, 9, 8, 12, 13, 14, 20, 11, 18, 17, 19, 10, 15, 9, 10, 11, 12, 9, 10, 17, 8, 17, 16, 11, 16, 19, 13, 9, 11	12,5	4,5

В предположении, что безотказность некоторого блока в электронной системе управления электровоза характеризуется интенсивностью отказов, численно равной рассчитанной, причем эта интенсивность не меняется в течение всего срока службы локомотива, необходимо определить среднюю наработку до отказа  $\bar{T}_B$  такого блока.

Подсистема управления включает в себя  $k$  последовательно соединенных электронных блоков.

Эти блоки имеют одинаковую интенсивность отказов, численно равную рассчитанной. Требуется определить интенсивность отказов подсистемы  $\lambda_{П}$  и среднюю наработку ее до отказа  $\bar{T}_{П}$ , показать зависимости вероятности безотказной работы одного блока  $P_B(t)$  и подсистемы  $P_{П}(t)$  к наработке  $t = \bar{T}_{П}$ . Значение  $k$  принять равным 3.

Задача 2. Для наработки  $t = \bar{T}_{П}$  требуется рассчитать вероятность безотказной работы РС(ПП) системы, состоящей из двух подсистем, одна из которых является резервной.

Задача 3. На испытание поставлено 80 однотипных изделий. За 3500 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 3000-3100 час. отказало ещё 15 изделий. Требуется определить  $f^*(t)$ ,  $\lambda^*(t)$  при  $t=3500$  час.

Задача 4. На испытание поставлено  $N = 380$  изделий. За время  $t = 3500$  час. отказало 180 изделий, т.е.  $n(t) = 380-180=200$ . За интервал времени  $(t, t+\Delta t)$ , где  $\Delta t= 100$  час, отказало 100 изделий, т.е.  $n(t)= 100$ . Требуется определить  $P^*(3500)$ ,  $P^*(3600)$ ,  $f^*(3500)$ ,  $\lambda^*(3500)$ .

Задача 5. Система состоит из 16 000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp}=0,32 \cdot 10^{-6}$  1/час. Требуется определить  $P_c(t)$ ,  $Q_c(t)$ ,  $f_c(t)$ ,  $m_{tc}$ , для  $t=50$  час.

Здесь  $P_c(t)$  – вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ;  $Q_c(t)$  – вероятность отказа системы в течение времени  $t$ ;  $f_c(t)$  – частота отказов или плотность вероятности времени  $T$  безотказной работы системы;  $m_{tc}$  – среднее время безотказной работы системы.

Задача 6. Система состоит из 8 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $m_t=1200$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны.

Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $m_{tc}$ , а также частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  час в следующих случаях: а) не резервированной системы, б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.

Задача 7. Нерезервированная система управления состоит из  $n = 7000$  элементов. Для повышения надежности системы предполагается провести общее дублирование элементов. Чтобы приближенно оценить возможность достижения заданной вероятности безотказной работы системы  $P_c(t) = 0,9$  при  $t = 8$  час., необходимо рассчитать среднюю интенсивность отказов одного элемента при предположении отсутствия последствия отказов.

Задача 8. Система состоит из 8 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $m=1000$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны.

Необходимо найти вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$ , среднее время безотказной работы системы  $m_{tc}$ , 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 включении резерва по способу замещения (ненагруженный резерв).

Задача 9. Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в переменный в течении времени  $t = 900$  час. равна 0,97, т. е.  $P(900) = 0,97$ . 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.

Задача 10. Нерезервированная система управления состоит из  $n=3000$  элементов. Для повышения надежности системы предполагается провести раздельное дублирование элементов. Чтобы приближенно оценить возможность достижения заданной вероятности безотказной работы системы  $P(t) = 0,95$  при  $t = 8$  час., необходимо рассчитать среднее время интенсивности отказов одного элемента при предположении отсутствия последствия отказов.

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

##### **Заочная форма обучения**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных 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. Вариантов КР по теме не менее двух. 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
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании каждого семестра и по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам каждого семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена 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 для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности 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 тестирования.

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) 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 типовых тестовых вопросов для оценки знаний и умений;
- перечень типовых теоретических и практических заданий к экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень типовых практических заданий разного уровня сложности к экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося). База тестовых заданий разного уровня сложности размещена в электронной информационно-



образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

При промежуточная аттестация в форме экзамена с использованием компьютерных технологий (тестовые вопросы и задания, формируются рандомно), в рамках теста оцениваются знания, умения и навыки.

#### Структура теста по дисциплине на экзамене (в одном билете)

Тестовые задания	Количество тестовых заданий в тесте
Тестовые задания для оценки знаний	8
Тестовые задания для оценки умений	6
Тестовые задания для оценки навыков	6
<b>ИТОГО в одном билете</b>	<b>20</b>

Билет оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическая оценка. Средняя арифметическая оценка округляется до целого по правилам округления.


При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена путем устного собеседования по билетам, которые составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы по трем разделам курса и практические задания.

Разработанный комплект билетов (30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ 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 30 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

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

#### Образец экзаменационного билета

 202_-202_ уч. год	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «Основы теории надежности» <u>4</u> курс	Утверждаю: Заведующий кафедрой «___» КрИЖТ ИрГУПС _____