

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 «08» мая 2020 г. № 268-1

## **Б1.О.22 Основы теории надежности** **рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

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

Кафедра разработчик программы – Системы обеспечения движения поездов

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Часов по учебному плану – 144

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения:

экзамен – 7, курсовая работа – 7

заочная форма обучения:

экзамен – 4, курсовая работа – 4

### **Очная форма обучения**

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

Семестр	7	<b>Итого</b>
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
– лекции	34	34
– практические (семинарские)	17	17
– лабораторные	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

### **Заочная форма обучения**

### **Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	4	<b>4</b>
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
– лекции	8	8
- лабораторные работы	-	-
– практические (семинарские)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>114</b>	<b>114</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</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 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утвержденным приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил:  
канд. техн. наук, доцент

А. А. Дружинина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов», протокол от «17» марта 2020 г. № 6.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О. В. Колмаков

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	формирование знаний, умений, а также навыков владения методами решения проблем оценки и повышения надежности при изучении систем обеспечения движения поездов
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	изучение основных понятий, методов оценки надежности, овладение методами расчета надежности систем обеспечения движения поездов
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
<b>Профессионально-трудовое воспитание обучающихся</b>	
Цель профессионально-трудового воспитания – 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.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
<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.20 Начертательная геометрия и компьютерная графика
2	Б1.О.21 Теоретическая механика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	<b>Знать:</b> методы расчета показателей надежности; законы распределения показателей надежности.
		<b>Уметь:</b> рассчитывать показатели надежности по результатам статистических испытаний систем обеспечения движения поездов.
		<b>Владеть:</b> методами расчета надежности систем обеспечения движения поездов в профессиональной деятельности.
	ОПК-4.6. Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации	<b>Знать:</b> основные положения теории надежности;
		<b>Уметь:</b> применять положения теории надежности к анализу систем обеспечения движения поездов.
		<b>Владеть:</b> правилами и методами учета условий эксплуатации при расчетах надежности; методиками повышения надежности систем обеспечения движения поездов в профессиональной деятельности.

<b>4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>
--

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс/сессия	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
1	<b>Раздел 1. Термины и определения. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов</b>	7					4/2					ОПК-4.5
1.1	Термины и определения. Понятие и классификация отказа. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.	7	4			2	4/2	1			8	ОПК-4.5
2	<b>Раздел 2. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов</b>											ОПК-4.5
2.1	Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности, сохраняемости, экономические показатели надежности. Практическое занятие 1. Показатели надежности технических объектов.	7	4	2		6	4/2	1	0,5		12	ОПК-4.5
3	<b>Раздел 3. Резервирование объектов</b>											ОПК-4.6
3.1	Структурная схема надежности. Структурная надежность объектов. Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов. Параметрическая надежность объектов.	7	6			3	4/2	1,5			12	ОПК-4.6
4	<b>Раздел 4. Системы массового обслуживания в теории надежности</b>											ОПК-4.6
4.1	Системы массового обслуживания в теории надежности	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
5	<b>Раздел 5. Математические модели в теории надежности</b>											ОПК-4.5
5.1	Марковские процессы в расчетах надежности. Марковские процессы в расчетах надежности резервированных и нерезервированных восстанавливаемых объектов.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.5
5.2	Законы распределения показателей надежности.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.5
5.3	Практическое занятие 2. Определение видов и параметров законов распределения.	7		2		2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5

5.4	Практическое занятие 3. Методы оценки показателей надежности	7		2		2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5
5.5	Практическое занятие 4. Расчет показателей надежности систем с невосстанавливаемыми элементами (при основном соединен элементов)	7		2		2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5
5.6	Практическое занятие 5. Расчет надежности систем с невосстанавливаемыми элементами (при резервировании элементов)					2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5
5.6	Практическое занятие 6. Расчет показателей надежности систем с восстанавливаемыми элементами (при основном соединен элементов)	7		2		2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5
5.8	Практическое занятие 7. Расчет показателей надежности систем с восстанавливаемыми элементам (при резервировании элементов)					2	4/2		0,5		4	ОПК-4.5
<b>6</b>	<b>Раздел 6. Испытания на надежность</b>	7					4/2					ОПК-4.6
6.1	Виды испытаний на надежность.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
6.2	Безотказность программного обеспечения.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
6.3	Безотказность технических объектов.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
6.4	Методы повышения надежности объектов.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
6.5	Контроль показателей надежности по данным эксплуатации.	7	2			1	4/2	0,5			4	ОПК-4.6
6.6	Учет условий эксплуатации при расчетах надежности.	7	2			1	4/2	0,25			4	ОПК-4.6
6.7	Практическое занятие 8. Расчет числа запасных элементов.	7		2		2	4/2		0,25		4	ОПК-4.6
<b>7</b>	<b>Раздел 7. Надежность СЖАТ и качество перевозочного процесса</b>											ОПК-4.6
7.1	Надежность наполных устройств и аппаратуры ЖАТ.	7	2			1	4/2	0,25			4	ОПК-4.6
7.2	Практическое занятие 9. Методы контроля показателей надежности.	7		1		2	4/2		0,25		4	ОПК-4.6
	Выполнение курсовой работы	7				22	4/2				40	ОПК-4.5 ОПК-4.6
	Итого (без часов на промежуточную аттестацию)	7	34	17	-	57		8	4	-	114	
	<b>Экзамен</b>	7				36	4/3				18	ОПК-4.5 ОПК-4.6

**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	Вл. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов, В. И. Шаманов ; под редакцией Вл. В. Сапожникова ; рецензент В. Б. Мехов	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. - <a href="http://umczt.ru/books/41/39322/">http://umczt.ru/books/41/39322/</a>	Москва : УМЦ ЖДТ, 2017	100 % online
6.1.1.2	А. В. Горелик, О. П. Ермакова	Практикум по основам теории надежности [Текст] : учеб. пособие для ВУЗов ж.-д. трансп.. -	М. : УМЦ ЖДТ, 2013	10
6.1.1.3	В. Н. Анферов, С. И. Васильев, С. М. Кузнецов ; ответственный редактор Б. Н. Смоляницкий ; рецензент С. П. Глушков	Надежность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640</a>	Москва : Директ-Медиа, 2018	100 % online

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	под ред. Вл. В. Сапожникова	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] : учеб. пособие для вузов ж.д. трансп.. -	М. : Маршрут, 2003	47
6.1.2.2	авт.-сост.: Н. Ю. Землянушнова, А. А. Порохня ; рец.: А. Г. Бабич, А. М. Проломов	Основы теории надежности [Электронный ресурс]: практикум. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195</a>	Ставрополь : СКФУ, 2016	100 % online
6.1.2.3	А. В. Ефимов, А. Г. Галкин ; рец. А. И. Гуков [и др.]	Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. - <a href="https://umczt.ru/books/41/226076/">https://umczt.ru/books/41/226076/</a>	Москва : УМК МПС России, 2000	100 % online
6.1.2.4	В. А. Володарский	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - 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;Z21I">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21I</a>	Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online

		<a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D889784230%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">D=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D889784230%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a> .		
6.1.2.5	В. А. Володарский	Оптимизация предупредительных замен и ремонтов технических устройств [Текст] : монография. -	Саарбрюккен : LAMBERT Academic Publishing, 2015	2
6.1.2.5	В. А. Целищев	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : Конспект лекций для студентов специальности «Системы обеспечения движения поездов» дневной и заочной форм обучения. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D519%2E873%2F%D0%A6%2034%2D320250%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20">http://irbis.krsk.irkups.ru/web/index.php?LNG=&amp;C21COM=S&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;S21FMT=fullwebr&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D519%2E873%2F%D0%A6%2034%2D320250%3C%2E%3E%29&amp;Z21ID=&amp;S21SRW=AVHEAD&amp;S21SRD=DOWN&amp;S21STN=1&amp;S21REF=3&amp;S21CNR=20</a> .	Иркутск : ИрГУПС, 2015	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	В. А. Володарский	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - 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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D170049900%3C%2E%3E%29&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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D170049900%3C%2E%3E%29&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	В. А. Володарский	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - 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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D849247307%3C%2E%3E%29&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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%92%2068%2D849247307%3C%2E%3E%29&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
6.1.3.3	А. А. Дружинина	Основы теории надежности [Электронный ресурс] : методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся	Красноярск : КрИЖТ	

		специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - 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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%94%2076%2D492830697%3C%2E%3E%29&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=4444&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D62%2F%D0%94%2076%2D492830697%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>	ИрГУПС, 2023	
<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	Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – 2024. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> . – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.			
6.2.7	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.			
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: <a href="https://company.rzd.ru/">https://company.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 №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).			
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>				
6.3.2.1	Не предусмотрено			
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>				
6.3.3.1	Не предусмотрено			
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>				
6.4.1	Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» [Электронный ресурс] : утв. зам. ген. дир. ОАО «РЖД» - гл. инженер С.А. Кобзев № 1285 от 05.12.2017. - 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=0901Sasha&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D656%2E%2F%D0%9A%2065%2D180235%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=0901Sasha&amp;S21FMT=briefHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%3C%2E%3E%3D656%2E%2F%D0%9A%2065%2D180235%3C%2E%3E&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>			

<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. 2И
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых 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).
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.
4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – 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 помечать 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 вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине Б1.О.22 «Основы теории надежности» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 57 час по очной форме обучения и 114 часов по заочной форме обучения. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы

	<p>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>Обучающиеся очной и заочной форм обучения выполняют курсовую работу. Номер варианта курсовой работы соответствует последней цифре учебного номера (шифра) обучающегося. Курсовая работа должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению контрольной работы (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль».</p> <p>Перед выполнением курсовой работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных или оформлять в электронном виде. В пояснительной записке обязательно должны быть приведены подробные вычисления и четкие пояснения к решению.</p>
Курсовая работа	<p>Целью выполнения курсовой работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных при освоении теоретического курса дисциплины, развитие навыков применения теории при решении инженерных задач по специальности. В процессе выполнения курсовой работы ставится конкретная инженерная задача анализа и синтеза технической системы. Обучающийся самостоятельно выполняет все основные этапы работы по проектированию, используя учебно-методические пособия и рекомендованную литературу. В процессе проектирования по особому графику, преподаватель руководитель курсовой работы проводит консультации.</p> <p>В установленный преподавателем срок, обучающийся обязан предоставить оформленную курсовую работу в соответствии с Положением «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» для заключения о ее соответствии заданию и требованиям к оформлению. В случае если руководитель сделает вывод о невозможности допуска обучающегося к защите курсовой работы, последний обязан переработать материал в соответствии с замечаниями и вновь представить его на заключение.</p> <p>При подготовке к защите курсовой работы обучающийся составляет доклад, в котором формулируется задача на проектирование, изложены пути и методы решения, полученные результаты. По результатам заключения о качестве выполненной работы, доклада, ответам на вопросы проставляется оценка, которая заносится в ведомость и в зачетную книжку. Пояснительная записка, листы графического материала хранятся на кафедре.</p>
Экзамен	<p>К экзамену как к промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые выполнили все требования и этапы текущего контроля. Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам к экзамену, выдаваемым ведущим преподавателем в срок не менее чем за месяц до экзаменационной сессии. Экзамен проводится в форме, установленной кафедрой (устно, письменно, в форме тестирования). Оценка по итогам сдачи экзамена (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КРИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет и Электронную библиотеку (ЭБ КРИЖТ ИрГУПС) <a href="http://irbis.krsk.igups.ru">http://irbis.krsk.igups.ru</a>.</p>	

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.О.22 Основы теории надежности**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.О.22 Основы теории надежности**

## 1 Общие положения

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

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

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

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

### Программа контрольно-оценочных мероприятий.

#### Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенций:

**ОПК-4:** Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**очная форма обучения**

№ п.п.	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>7 семестр</b>					
1	1-7	Текущий контроль	Раздел 1. Термины и определения. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов Раздел 2. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов Раздел 3. Резервирование объектов Раздел 4. Системы массового обслуживания в теории надежности Раздел 5. Математические модели в теории надежности Раздел 6. Испытания на надежность Раздел 7. Надежность СЖАТ и качество перевозочного процесса	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Собеседование (устно) Задачи и задания реконструктивного уровня (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
4	17-21	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1. Термины и определения. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов Раздел 2. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов Раздел 3. Резервирование объектов Раздел 4. Системы массового обслуживания в теории надежности Раздел 5. Математические модели в теории надежности Раздел 6. Испытания на надежность Раздел 7. Надежность СЖАТ и качество перевозочного процесса	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Курсовая работа (защита, устно) Тестирование (компьютерные технологии) Собеседование (устно)

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

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**заочная форма обучения**

№ п.п.	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>Курс 4, сессия 2</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Термины и определения. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов Раздел 2. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов Раздел 3. Резервирование объектов Раздел 4. Системы массового обслуживания в теории надежности Раздел 5. Математические модели в теории надежности Раздел 6. Испытания на надежность	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Собеседование (устно) Задачи и задания реконструктивного уровня (письменно) Тестирование (компьютерные технологии) Курсовая работа (письменно)

		Раздел 7. Надежность СЖАТ и качество перевозочного процесса		
		<b>Курс 4, сессия 3</b>		
4	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1. Термины и определения. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов Раздел 2. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов Раздел 3. Резервирование объектов Раздел 4. Системы массового обслуживания в теории надежности Раздел 5. Математические модели в теории надежности Раздел 6. Испытания на надежность Раздел 7. Надежность СЖАТ и качество перевозочного процесса	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Курсовая работа (защита, устно) Тестирование (компьютерные технологии) Собеседование (устно)

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

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

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

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

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Задачи (задания) реконструктивно го уровня	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;	Комплект задач и заданий реконструктивно го уровня
3	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических	Темы типовых групповых и (или) индивидуальных

		задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся.	работ и типовое задание.
4	Тест	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	Фонд тестовых заданий
5	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 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**

**Собеседования**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания.

	Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий  Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	Не было попытки выполнить задание

### Задачи (задания) реконструктивного уровня

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают



	требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30 % вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

## Тест

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
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

### Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	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
«неудовлетворительно»	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 вопросы для собеседования

Раздел 1. Основные понятия теории надежности.

1.1 Дайте определения понятиям : событие, случайное событие, вероятность появления события.

1.2 Что называют числом сочетаний?

1.3 Какие события называют совместными, а какие несовместными?

1.4 Приведите примеры сложения и умножения вероятностей.

1.5 Запишите формулу полной вероятности. Когда ее применяют?

1.6 В каких случаях применяется формула Бернулли?

- 1.7 Сформулируйте теорему гипотез.
- 1.8 По какой формуле определяют вероятность появления хотя бы одного события? Дайте ее формулировку.
- 1.9 Дайте определение наивероятнейшего числа наступления события в независимых испытаниях?
- 1.10 Как определяют наивероятнейшее число появления события в независимых испытаниях по точной и упрощенной формулам?
- 1.11 Дайте определение невосстанавливаемым электротехническим устройствам. Приведите примеры.
- 1.12 Перечислите показатели надежности для невосстанавливаемых систем.
- 1.13 Дайте определения вероятности отказа и вероятности безотказной работы.
- 1.14 Как определяют вероятность безотказной работы и вероятность отказа по статистическим данным об отказах?
- 1.15 Что понимают под частотой и интенсивностью отказов? Как их определяют?
- 1.16 Как определить частоту отказов, зная вероятность безотказной работы или вероятность отказа изделия?
- 1.17 Приведите выражение для вероятностной оценки интенсивности отказов.
- 1.18 Какова связь между интенсивностью отказов и вероятностью безотказной работы?
- 1.19 Дайте определение средней наработки до первого отказа.
- 1.20 Как рассчитать среднюю наработку до первого отказа по статистическим данным об отказах?
- 1.21 Какова связь между средней наработкой до первого отказа и вероятностью безотказной работы?
- 1.22 Дайте определение восстанавливаемым электротехническим устройствам. Приведите примеры.
- 1.23 Перечислите показатели надежности для восстанавливаемых систем.
- 1.24 Дайте определение параметру потока отказов. Приведите выражение для его определения по статистическим данным об отказах.
- 1.25 Как связаны частота отказов и параметр потока отказов?
- 1.26 Приведите свойства, которыми обладает параметр потока отказов.
- 1.27 Что понимают под наработкой на отказ? Как ее определяют?
- 1.28 Приведите определения для коэффициентов готовности и вынужденного простоя. Как их определяют по статистическим данным?
- 1.29 Как определить значения коэффициента вынужденного простоя и коэффициента готовности согласно вероятностной трактовке?
- 1.30 Приведите формулу для вероятности заставить систему в исправном состоянии.
- 1.31 В каких случаях показателями надежности восстанавливаемых систем могут быть показатели невосстанавливаемых систем?
- Раздел 2. Модели отказов и законы распределения
- 2.1. Перечислите наиболее распространенные законы распределения отказов изделий.
- 2.2 Какова последовательность действий при статистической обработке информации о надежности?
- 2.3 Приведите алгоритм определения закона распределения.
- 2.4 Поясните, как производят проверку гипотезы о законе распределения случайной величины по координатным сеткам?
- 2.5 В чем заключается проверка вида закона распределения аналитическим способом?
- 2.6 Расскажите, как происходит определение закона распределения сравнением гистограмм функций с их теоретическими графиками?
- 2.7 Как производят проверку допустимости предполагаемого закона распределения отказов, используя критерий согласия Колмогорова?
- 2.8. Как производят проверку допустимости предполагаемого закона распределения отказов, используя критерий согласия Пирсона?

- 2.9 Какое устройство называют с основным соединением элементов?
- 2.10 Как можно определить вероятность безотказной работы для невозстанавливаемых систем при основном соединении элементов?
- 2.11 Как определяют количественные характеристики надежности, если время возникновения отказов подчинено экспоненциальному закону?
- 2.12 Как можно вычислить основные количественные характеристики надежности для высоконадежных систем?
- 2.13 В каких случаях можно производить расчеты по приближенным формулам?
- 2.14 Приведите приближенные формулы расчета надежности систем.
- 2.15 Какое устройство называют с основным соединением элементов?
- 2.16 Как можно определить вероятность безотказной работы для восстанавливаемых систем при основном соединении элементов?
- 2.17 Как определяют количественные характеристики надежности, если время возникновения отказов подчинено экспоненциальному закону?
- Раздел 3. Методы и средства обеспечения надежности систем
- 3.1 Что понимают под резервированием?
- 3.2 Дайте определение следующим видам элементов: основной, резервируемый, резервный.
- 3.3 Какие виды резервирования вам известны?
- 3.4 Что понимают под общим резервированием, отдельным резервированием?
- 3.5 Что такое кратность резервирования?
- 3.6 Укажите отличия резервирования с целой и дробной кратностью.
- 3.7 Что понимают под постоянным резервированием и резервированием замещением?
- 3.8 Что понимают под нагруженным, ненагруженным и облегченным резервом.
- 3.9 Дайте определение скользящему резервированию.
- 3.10 Приведите последовательность расчета системы на надежность, имеющей смешанное резервирование.
- 3.11 Являются ли запасные элементы пассивным резервированием?
- 3.12 Сколько запасных элементов необходимо при вероятности достаточности запаса равной нулю?
- 3.13 Сколько запасных элементов необходимо при вероятности достаточности запаса равной единице?
- 3.14 Какова цель контроля надежности?
- 3.15 Что понимают под ошибками первого и второго рода?
- 3.16 Какие статистические методы контроля надежности существуют?
- 3.17 В чем заключаются достоинства и недостатки каждого из методов контроля надежности?
- 3.18 Что называют планом контроля?
- 3.19 Что понимают под совокупностью условий испытаний?
- 3.20 В чем заключается контроль надежности по методу однократной выборки?
- 3.21 На чем основан последовательный метод контроля надежности?
- 3.22 Расскажите про контроль числа дефектных изделий.
- 3.23 Как осуществляется последовательный контроль по наработке?

### **3.2 Типовые задачи (задания) реконструктивного уровня**

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

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой.

Образцы типовых задач (заданий) реконструктивного уровня

по теме «Показатели надежности технических объектов»

Задание 1.1. В распределительном пункте установлено пять автоматических выключателей. Нормальная работа потребителей обеспечивается при их исправном состоянии. При монтаже распределительного пункта выключатели выбирались из партии объемом в 1000 штук, в которой было 950 исправных выключателей и 50 не исправных. Найти вероятность исправной работы распределительного пункта.

Задание 1.2. На складе хранится 500 аккумуляторов. После одного года хранения 20 штук вышло из строя. Найти вероятность того, что наугад взятый после одного года хранения аккумулятор окажется исправным, если известно, что после шести месяцев хранения было изъято пять аккумуляторов ставшими неисправными.

Задание 1.3. В мастерской находится 4 пускателя, прошедшие испытания на надежность, и 5 неиспытанных. Наугад из этого общего количества взяли два пускателя. Найти вероятность того, что один из них испытан, а другой нет.

Задание 1.4. В электроустановке четыре блокировки, срабатывающие в определенной последовательности. Каждая последующая ступень срабатывает при отказе предыдущей. Найти вероятность того, что сработает первая ступень, вторая ступень, третья ступень и четвертая ступень при условии, что вероятности исправной работы каждой отдельно взятой блокировки составляют: 0,92; 0,95; 0,96; 0,96.

Задание 1.5. Дана партия из 50 деталей. Из этой партии наугад выбирают детали и определяют их качество. Если среди выбранных контролером деталей нет ни одной бракованной, то вся партия принимается. В противном случае партия посылается на дополнительную проверку. Какова вероятность того, что партия деталей, содержащая 7 бракованных изделий, будет принята контролером с первого раза.

Задание 1.6. Устройство состоит из пяти элементов, из которых два изношены. При включении устройства включаются случайным образом два элемента. Найти вероятность того, что включенными окажутся неизношенные элементы.

Задание 1.7. Имеется партия из 50 деталей, причем 20 из них бракованные. Из этой партии выбирают 10 деталей, а затем из этих 10 деталей для контроля выбирается 1 деталь. Если эта деталь исправна, то партия проходит проверку. Найти вероятность того, что партия будет принята.

Задание 1.8. На предприятии брак представляет 1,5 % от общего выпуска изделий. Общий выпуск изделий первого сорта из небракованных составляет 80 %. Какова вероятность того, что взятое наугад изделие окажется изделием первого сорта, если оно взято из общей массы изготавливаемой продукции.

Образцы типовых задач (заданий) реконструктивного уровня  
по теме «Определение видов и параметров законов распределения»

Задание 2.1. В результате опыта получен следующий вариационный ряд времен исправной работы изделия в часах:

2; 3; 3; 5; 6;  
7; 8; 8; 9; 9;  
13; 15; 16; 17; 18;  
20; 21; 25; 28; 35;  
37; 53; 56; 69; 77;  
86; 98; 119.

Требуется установить закон распределения времени безотказной работы.

Задание 2.2. В результате опыта получен следующий вариационный ряд времен безотказной работы изделия в часах:

115; 232; 328; 368; 393;  
404; 421; 457; 483; 511;  
527; 540; 544; 572; 598;  
605; 619; 633; 660; 681;

736; 791; 942.

Необходимо определить закон распределения времени безотказной работы.

Задание 2.3. В результате опыта получен следующий вариационный ряд времен восстановления в минутах:

10; 20; 35; 35; 35;

35; 35; 35; 45; 45;

45; 53; 60; 60; 60;

60; 70; 70; 70; 75;

75; 85; 85; 90; 95.

Требуется установить закон распределения времени восстановления.

Задание 2.4. Используя данные задачи 2.1 путем построения гистограмм и их аппроксимации аналитическими выражениями, установить закон распределения времени исправной работы.

Задание 2.5. Нарботки 50 двигателей в условиях эксплуатации их до капитального ремонта представлены рядом 23, 26, 47, 50, 50, 78, 98, 100, 103, 132, 164, 173, 267, 274, 299, 361, 368, 568, 568, 590, 600, 616, 620, 672, 691, 798, 800, 812, 833, 984, 1151, 1155, 1178, 1244, 1272, 1319, 1480, 1490, 1546, 1666, 1700, 1720, 1902, 2120, 2168, 2289, 2800, 2925, 3124, 3520 ч. Определить по критерию Пирсона, согласуются ли экспериментальные данные с экспоненциальным законом распределения.

Образцы типовых задач (заданий) реконструктивного уровня  
по теме «Методы оценки показателей надежности»

Задание 3.1. На испытание поставлено 1000 однотипных тиристоров. За 3000 ч отказало 80 тиристоров. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа тиристоров в течение 3000 ч.

Задание 3.2. При эксплуатации из 1000 силовых трансформаторов в течение одного года отказали 15. Причиной их отказа было короткое замыкание в обмотках. Определить вероятность безотказной работы обмоток трансформатора за год.

Задание 3.3. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000-4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить частоту и интенсивность отказов ламп в промежутке времени 3000-4000 ч.

Задание 3.4. На испытание поставлено  $N_0 = 400$  изделий. За время  $t = 3000$  ч отказало  $n(t) = 200$  изделий, а за следующий интервал времени  $\Delta t = 100$  ч отказало  $n(\Delta t) = 100$  изделий. Требуется определить  $\bar{P}(3000)$ ,  $\bar{P}(3100)$ ,  $\bar{P}(3050)$ ,  $\bar{a}(3050)$ ,  $\bar{\lambda}(3050)$ .

Задание 3.5. При эксплуатации 100 трансформаторов в течение 10 лет произошло два отказа, причем каждый раз отказывал новый трансформатор. Определить интенсивность отказов трансформаторов за период наблюдения.

Задание 3.6. На испытание поставлено 400 резисторов. За время наработка 10000 ч отказало 4 резистора. За последующие 1000 ч отказал еще один резистор. Определить частоту и интенсивность отказов резисторов в промежутке времени 10000-11000 ч.

Задание 3.7. При эксплуатации 10 электродвигателей постоянного тока наблюдали за работой их щеточных аппаратов и выявили, что щетки первого двигателя проработали до отказа 800 ч, второго – 1200 ч, далее – соответственно 900, 1400, 700, 950, 750, 1300, 850 и 1150 ч. Определить наработку щеток электродвигателей до внезапного отказа.

Задание 3.8. Вычислить вероятность безотказной работы и вероятность отказа в течение 2500 ч, если известно, что изначально на испытание было поставлено 1000 изделий, а к моменту времени 2500 ч отказало 25 изделий.

Образцы типовых задач (заданий) реконструктивного уровня  
по теме «Расчет показателей надежности систем с невосстанавливаемыми элементами (при  
основном соединении элементов)»

Задание 4.1. Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которой  $\lambda_{cp} = 0,32 \cdot 10^{-6}$  1/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение  $t = 50$  ч, а также среднюю наработку до первого отказа.

Задание 4.2. Система состоит из  $N = 5$  блоков. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени  $t$ , которая равна:  $p_1(t) = 0,98$ ;  $p_2(t) = 0,99$ ;  $p_3(t) = 0,97$ ;  $p_4(t) = 0,985$ ;  $p_5(t) = 0,975$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы.

Задание 4.3. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна  $\lambda_1 = 0,16 \cdot 10^{-3}$  1/ч = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами:  $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4}$  1/ч,  $\lambda_3 = 0,6 \cdot 10^{-6} t^{2,6}$  1/ч. Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 часов.

Задание 4.4. Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна  $T_1 = 160$  ч,  $T_2 = 320$  ч,  $T_3 = 600$  ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.

Задание 4.5. 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 надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы.

Задание 4.6. Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени  $t$  равна  $p(t) = 0,9997$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из  $N = 100$  таких же элементов.

Задание 4.7. Вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$  равна  $P_c(t) = 0,95$ . Система состоит из  $N = 120$  равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

Задание 4.8. В системах могут быть использованы только элементы, интенсивность отказов которых равна  $\lambda_i = 10^{-5}$  1/ч. Системы имеют число элементов  $N_1 = 500$  и  $N_2 = 2500$ . Требуется определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы в конце первого часа  $P_c(1)$ .

Задание 4.9. В системе  $N_c = 2500$  элементов и вероятность безотказной работы ее в течение одного часа  $P_c(1) = 0,98$ . Предполагается, что все элементы равнонадежны. Требуется вычислить среднюю наработку до первого отказа системы  $T_{cp.c}$  и интенсивность отказов элементов  $\lambda$ .

Задание 4.10. Система состоит из пяти приборов, вероятность исправной работы которых в течение времени  $t = 100$  ч равны:  $p_1(100) = 0,9996$ ;  $p_2(100) = 0,9998$ ;  $p_3(100) = 0,9996$ ;  $p_4(100) = 0,999$ ;  $p_5(100) = 0,9998$ . Требуется определить частоту отказов системы в момент времени  $t = 100$  ч. Предполагается, что отказы приборов независимы и для них справедлив экспоненциальный закон надежности.

Образцы типовых задач (заданий) реконструктивного уровня  
по теме «Расчет надежности систем с невосстанавливаемыми элементами (при  
резервировании элементов)»

Задание 5.1. Схема расчета надежности приведена на рисунке 5.1. Необходимо найти вероятность безотказной работы изделия, если известны вероятности отказов элементов.

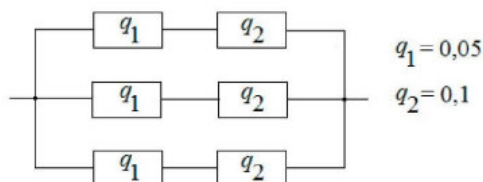


Рисунок 5.13 – Схема расчета надежности к задаче 5.1

Задание 5.2. Схема расчета надежности показана на рисунке 5.2, где приведены данные о вероятностях безотказной работы элементов. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделия.

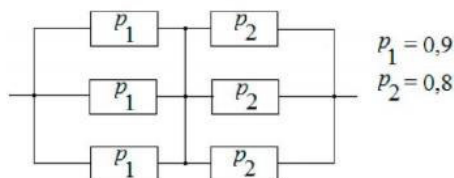


Рисунок 5.2 – Схема расчета надежности к задаче 5.2

Задание 5.3. Дана система, схема расчета надежности которой изображена на рисунке 5.3. Необходимо найти вероятность безотказной работы системы при известных вероятностях безотказной работы ее элементов.

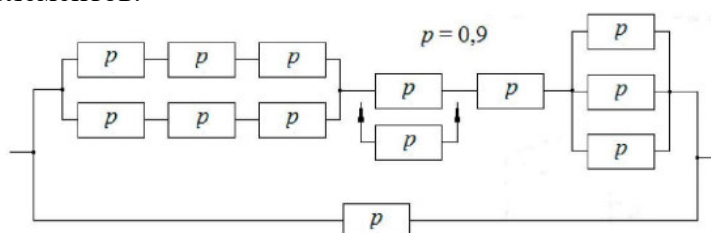


Рисунок 5.3 – Схема расчета надежности к задаче 5.3

Задание 5.4. Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в переменный в течение  $t = 1000$  часов равна 0,95, т.е.  $P(1000) = 0,95$ . Для повышения надежности системы электроснабжения на объекте имеется такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа системы, состоящей из двух преобразователей.

Задание 5.5. Схема расчета надежности устройства приведена на рисунке 5.4. Предполагается, что последствие отказов отсутствует и все элементы расчета равнонадежны. Интенсивность отказов элемента  $\lambda = 1,35 \cdot 10^{-3}$  1/ч. Требуется определить наработку до первого отказа резервированного устройства.

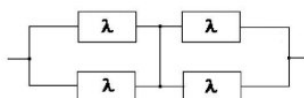


Рисунок 5.4 – Схема расчета надежности к задаче 5.5

Задание 5.6. Схема расчета надежности резервированного устройства приведена на рисунке 5.5. Интенсивности отказов элементов имеют следующие значения:  $\lambda_1 = 0,23 \cdot 10^{-3}$  1/ч,  $\lambda_2 = 0,5 \cdot 10^{-4}$  1/ч,  $\lambda_3 = 0,4 \cdot 10^{-3}$  1/ч. Предполагаем, что последствие отказов элементов отсутствует. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа устройства.

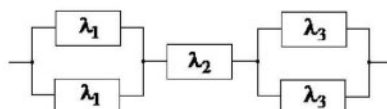


Рисунок 5.5 – Схема расчета надежности к задаче 5.6

Образец типового задания реконструктивного уровня по теме «Расчет показателей надежности систем с восстанавливаемыми элементами (при основном соединении элементов)»

Требуется определить показатели надежности подсистемы:

- интенсивность отказов  $\lambda_{\text{ПС}}$ ;
  - наработку до отказа  $T_{\text{ПС}}$ ;
  - вероятность безотказной работы  $P_{\text{ПС}}(t)$  за наработку  $t = 100$  часов;
  - среднее время восстановления подсистемы  $T_{\text{ВПС}}$ ;
  - коэффициенты готовности  $K_{\text{ГПС}}$  и простоя  $K_{\text{ППС}}$ .
- Исходные данные для расчета представлены в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Исходные данные

№ варианта	Наработка до отказа $i$ -го элемента, час									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
2	700	800	900	1000	1100	1000	1100	1200	1300	1400
3	800	900	1000	1100	1200	900	1000	1100	1200	1300
4	900	1000	1100	1200	1300	800	900	1000	1100	1200
5	1000	1100	1200	1300	1400	700	800	900	1000	1100
6	1100	1200	1300	1400	1500	600	700	800	900	1000
7	1200	1300	1400	1500	1600	500	600	700	800	900
8	1300	1400	1500	1600	1700	400	500	600	700	800
9	1400	1500	1600	1700	1800	300	400	500	600	700
10	1500	1600	1700	1800	1900	200	300	400	500	600

Таблица 6.2 – Исходные данные

№ варианта	Время восстановления $i$ -го элемента, час									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	3,5	4	4,5	5	11	12	13	14	15
2	3,5	4	4,5	5	5,5	10	11	12	13	14
3	4	4,5	5	5,5	6	9	10	11	12	13
4	4,5	5	5,5	6	6,5	8	9	10	11	12
5	5	5,5	6	6,5	7	7	8	9	10	11
6	5,5	6	6,5	7	7,5	6	7	8	9	10
7	6	6,5	7	7,5	8	5	6	7	8	9
8	6,5	7	7,5	8	8,5	4	5	6	7	8
9	7	7,5	8	8,5	9	3	4	5	6	7
10	7,5	8	8,5	9	9,5	2	3	4	5	6

#### Образцы типовых заданий реконструктивного уровня

по теме «Расчет показателей надежности систем с восстанавливаемыми элементами (при резервировании элементов)»

Задание 7.1. Рассчитать показатели надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в нагруженном режиме. Восстановление подсистем при их отказе не производится.

Наработка до отказа и вероятность безотказной работы системы определяются по формулам:

$$T_c = \frac{1,5}{\lambda_{\text{ПС}}}; \quad P_c(t) = 2e^{-\lambda_{\text{ПС}} \cdot t} - e^{-2\lambda_{\text{ПС}} \cdot t},$$

где  $\lambda_{\text{ПС}}$  – интенсивность отказов подсистемы.

Требуется:

- 1) определить наработку системы до отказа;
- 2) определить вероятность безотказной работы системы за наработку  $t = 100$  часов.

Значения  $\lambda_{\text{ПС}}$  берутся по результатам решения задач по теме 6.



Задание 7.2. Рассчитать показатели надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с абсолютно надежным переключателем. Восстановление подсистем при их отказе не производится.

Наработка до отказа и вероятность безотказной работы системы определяются по формулам:

$$T_c = \frac{2}{\lambda_{\text{ПС}}}; \quad P_c(t) = e^{-\lambda_{\text{ПС}} \cdot t} (1 + \lambda_{\text{ПС}} \cdot t),$$

где  $\lambda_{\text{ПС}}$  – интенсивность отказов подсистемы.

Требуется:

1) определить наработку системы до отказа и сравнить значения этого показателя полученные по задачам 1 и 2.

2) определить вероятность безотказной работы системы за наработку  $t = 100$  часов.

Значения  $\lambda_{\text{ПС}}$  берутся по результатам решения задач по теме 6.

Задание 7.3. Рассчитать показатели надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с абсолютно надежным переключателем. Восстановление подсистем при их отказе производится.

Наработка на отказ и среднее время восстановления системы определяются по формулам:

$$T_c = T_{\text{ПС}} \left( 2 + \frac{1}{K_{\text{ППС}}} \right); \quad T_{\text{ВС}} = \frac{T_{\text{ВПС}}}{2}.$$

Требуется определить наработку на отказ и среднее время восстановления системы. Сравнить значения наработки системы на отказ, полученные при решении задач 2 и 3. Значения  $T_{\text{ПС}}$ ,  $T_{\text{ВПС}}$  и  $K_{\text{ППС}}$  берутся по результатам решения задач по теме 6.

Задание 7.4. Рассчитать показатели надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с ненадежным переключателем. Восстановление подсистем при их отказе производится. Переключатель отказывает в момент переключения с вероятностью  $q$ .

Вероятность безотказной работы и наработка на отказ системы определяются по формулам:

$$T_c = \frac{T_{\text{ПС}}}{K_{\text{ППС}} + q}; \quad P_c(t) = e^{-\lambda_{\text{ПС}} (K_{\text{ППС}} + q) \cdot t}.$$

Требуется определить наработку на отказ и вероятность безотказной работы системы при  $q = 0,1$  и  $t = 100$  часов. Сравнить полученные значения наработки на отказ системы, полученные при решении задач 3 и 4. Значения  $T_{\text{ПС}}$ ,  $T_{\text{ВПС}}$  и  $K_{\text{ППС}}$  берутся по результатам решения задач по теме 6.

#### Образцы типовых заданий реконструктивного уровня по теме «Расчет числа запасных элементов»

Рассчитать число запасных элементов на период одного года с заданной вероятностью запаса  $P_d = 0,9$  при исходных данных, представленных в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_i \cdot 10^{-4}$ , 1/ч	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$N_i$ , штук	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20

**Образцы типовых заданий реконструктивного уровня  
по теме «Методы контроля показателей надежности»**

**Задание 9.1.** Партия изделий, надежность которой нужно проконтролировать, состоит из 50 экземпляров. Партия считается хорошей, если в ней содержится не более 10 % дефектных изделий, и плохой – при содержании 20 % дефектных изделий. Риск поставщика и риск заказчика приняты равными и составляют  $\alpha = \beta = 0,1$ . Определить приемное ( $A_0$ ) и браковочное ( $A_1$ ) числа дефектных изделий в выборке объемом  $n = 20$  экземпляров.

**Задание 9.2.** Последовательному контролю надежности подлежит партия, состоящая из  $N = 100$  невосстанавливаемых изделий. Партия считается хорошей при доле дефектных изделий  $q_0 = 0,05$  и плохой – при  $q_1 = 0,1$ . Риск поставщика равен риску заказчика и составляет 0,1. Требуется определить приемочные и браковочные числа испытаний при числе дефектных изделий  $d_m = 0, 1, 2, 3, 4$  и 5, а также построить график контроля по характеристическим точкам и принять решение в случае появления четырех отказов при 25 испытаниях.

**Задание 9.3.** Контролю надежности подлежит партия из  $N = 200$  изделий. Необходимо определить приемочное ( $A_0$ ) и браковочное ( $A_1$ ) числа дефектных изделий в выборке из  $n = 40$  изделий. Партия считается хорошей, если в ней содержится 5 %, и плохой – если 10 % дефектных изделий. Риск поставщика принять равным 0,2, а риск заказчика – 0,1.

**Задание 9.4.** С целью контроля надежности проведены испытания 20 восстанавливаемых объектов, при этом зарегистрировано 2 отказа. Необходимо решить, принять партию или забраковать, если контроль производится в интересах заказчика. Партия считается плохой, когда вероятность отказа в каждом одиночном испытании составляет  $q_1 \geq 0,1$ . Решение должно быть принято с риском  $\beta = 0,08$ .

**Задание 9.5.** В эксплуатации находится 50 непрерывно и одновременно работающих восстанавливаемых технических устройств, замена которых при отказе производится практически мгновенно. Надежность устройств считается высокой и доработка не требуется при средней наработке до отказа  $T_0 = 400$  ч, а при  $T_1 = 200$  ч необходима доработка. Закон распределения отказов принять экспоненциальным. Для выявления необходимости доработки эксплуатируемых технических устройств нужно осуществить контроль их надежности по наработке. Решение должно быть принято со значениями риска  $\alpha = 0,05$  и  $\beta = 0,1$ . План контроля необходимо представить в табличной форме.

### 3.3 Типовое задание на курсовую работу

**ЗАДАНИЕ 1.** Расчет показателей надежности подсистемы из последовательно соединенных невосстанавливаемых элементов.

Наработка до отказа  $i$ -го элемента  $T_i$  подчинена экспоненциальному распределению.

Требуется определить показатели надежности подсистемы:

- интенсивность отказов  $\lambda_{ПС}$ ;
- наработку до отказа  $T_{ПС}$ ;
- вероятность безотказной работы  $P_{ПС}(t)$  за наработку  $t = 100$  часов.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Наработка до отказа $i$ -го элемента, час									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
2	700	800	900	1000	1100	1000	1100	1200	1300	1400
3	800	900	1000	1100	1200	900	1000	1100	1200	1300
4	900	1000	1100	1200	1300	800	900	1000	1100	1200
5	1000	1100	1200	1300	1400	700	800	900	1000	1100
6	1100	1200	1300	1400	1500	600	700	800	900	1000
7	1200	1300	1400	1500	1600	500	600	700	800	900
8	1300	1400	1500	1600	1700	400	500	600	700	800
9	1400	1500	1600	1700	1800	300	400	500	600	700
10	1500	1600	1700	1800	1900	200	300	400	500	600

ЗАДАНИЕ 2. Расчет показателей надежности подсистемы из последовательно соединенных восстанавливаемых элементов.

Наработка на отказ и время восстановления  $i$ -го элемента  $T_i$  и  $T_{vi}$  подчиняются экспоненциальному закону распределения.

Требуется определить среднее время восстановления и коэффициенты готовности и простоя подсистемы. Исходные данные для расчета представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 2 – Исходные данные

№ варианта	Время восстановления $i$ -го элемента, час									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	3,5	4	4,5	5	11	12	13	14	15
2	3,5	4	4,5	5	5,5	10	11	12	13	14
3	4	4,5	5	5,5	6	9	10	11	12	13
4	4,5	5	5,5	6	6,5	8	9	10	11	12
5	5	5,5	6	6,5	7	7	8	9	10	11
6	5,5	6	6,5	7	7,5	6	7	8	9	10
7	6	6,5	7	7,5	8	5	6	7	8	9
8	6,5	7	7,5	8	8,5	4	5	6	7	8
9	7	7,5	8	8,5	9	3	4	5	6	7
10	7,5	8	8,5	9	9,5	2	3	4	5	6

ЗАДАНИЕ 3. Расчет показателей надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в нагруженном режиме. Восстановление подсистем при их отказе не производится.

Требуется:

- 1) определить наработку системы до отказа;
- 2) определить вероятность безотказной работы системы за наработку  $t = 100$  часов;
- 3) провести вычисления значений  $\lambda_c(t)$  при  $t = 0, 50, 100, 200, 300, 400$  часов и построить кривую зависимости интенсивности отказов системы от времени эксплуатации.

Значения  $\lambda_{nc}$  берутся по результатам решения задания 1.

ЗАДАНИЕ 4. Расчет показателей надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с абсолютно надежным переключателем.

Восстановление подсистем при их отказе не производится.

Требуется:

- 1) определить наработку системы до отказа и сравнить значения этого показателя полученные по заданиям 3 и 4;
  - 2) определить вероятность безотказной работы системы за наработку  $t = 100$  часов;
  - 3) провести вычисления значений  $\lambda_c(t)$  при  $t = 0, 50, 100, 200, 300, 400$  часов и построить кривую зависимости интенсивности отказов системы от времени эксплуатации.
- Сравнить полученные кривые этих зависимостей, полученные по заданиям 3 и 4.  
Значения  $\lambda_{пс}$  берутся по результатам решения задания 1.

**ЗАДАНИЕ 5.** Расчет показателей надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с абсолютно надежным переключателем.

Восстановление подсистем при их отказе производится.

Требуется определить наработку на отказ и среднее время восстановления системы. Сравнить значения наработки системы на отказ, полученные по заданиям 4 и 5. Значения  $T_{пс}$ ,  $T_{впс}$  и  $K_{ппс}$  берутся по результатам решения заданий 1 и 2.

**ЗАДАНИЕ 6.** Расчет показателей надежности системы, состоящей из основной и такой же резервной подсистемы, находящейся в ненагруженном режиме с ненадежным переключателем.

Восстановление подсистем при их отказе производится.

Переключатель отказывает в момент переключения с вероятностью  $q$ .

Требуется определить наработку на отказ и вероятность безотказной работы системы при  $q = 0,1$  и  $t = 100$  часов. Сравнить полученные значения наработки на отказ системы по заданиям 5 и 6.

Значения  $T_{пс}$ ,  $T_{впс}$  и  $K_{ппс}$  берутся по результатам решения заданий 1 и 2.

**ЗАДАНИЕ 7.** Расчет числа запасных невосстанавливаемых элементов для замены отказавших в процессе эксплуатации.

Для расчета числа запасных элементов необходимы следующие исходные данные:

- интенсивность отказов элементов  $i$ -го типа  $\lambda_i$ ;
- количество элементов  $i$ -го типа  $N_i$ ;
- время, на которое рассчитывается запас  $\tau_3$ ;
- вероятность достаточности запаса  $P_d$ .

Необходимо рассчитать число запасных элементов на период одного года с заданной вероятностью запаса  $P_d = 0,9$  при исходных данных, представленных в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_i \cdot 10^{-4}$ , 1/ч	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$N_i$ , штук	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20

### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний)

- 1 Составляющие понятия надежность: безотказность, ремонтпригодность.
- 2 Составляющие понятия надежность: сохраняемость, долговечность.
- 3 Состояния технических объектов с точки зрения надежности.
- 4 Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
- 5 Понятие отказа, отказ внезапный, отказ параметрический.

- 6 Понятие отказа, отказ защитный, отказ опасный.
- 7 Классификация отказов по типу, по природе возникновения, по характеру наступления.
- 8 Классификация отказов по причине возникновения, по связи с другими отказами, по характеру проявления.
- 9 Понятие о структурной схеме надежности.
- 10 Объекты с последовательным, параллельным соединением элементов.
- 11 Объекты с смешанным и произвольным соединением элементов.
- 12 Понятие о простейшем потоке отказов и восстановлений. Его свойства.
- 13 Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
- 14 Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости).
- 15 Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент простоя.
- 16 Комплексные показатели надежности: коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.
- 17 Общие методы резервирования, их свойства.
- 18 Методы структурного резервирования, их свойства.
- 19 Понятие о Марковском случайном процессе.
- 20 Понятие о графе состояний (переходов).
- 21 Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и дискретным временем.
- 22 Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и непрерывным временем.
- 23 Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых нерезервированных объектов.
- 24 Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых резервированных объектов.
- 25 Закон Пуассона для распределения показателей надежности.
- 26 Экспоненциальный закон для распределения показателей надежности.
- 27 Нормальный закон распределения показателей надежности.
- 28 Закон Вейбула для распределения показателей надежности.
- 29 Критерий согласия Пирсона.
- 30 Критерий согласия Колмогорова.
- 31 Показатели долговечности.
- 32 Показатели сохраняемости.
- 33 Экономические показатели надежности.
- 34 Понятие о параметрической надежности объектов.
- 35 Определительные испытания на надежность. Обработка результатов испытаний.
- 36 Контрольные испытания на числе отказов равных нулю. Обработка результатов испытаний.
- 37 Контрольные испытания на последовательном анализе. Обработка результатов испытаний.
- 38 Общие понятия о надежности программного обеспечения.
- 39 Модель с дискретно понижающейся частотой ошибок программного обеспечения.
- 40 Модель с дискретно увеличивающейся наработкой программного обеспечения на отказ.
- 41 Экспоненциальная модель надежности программного обеспечения.
- 42 Понятие о безопасности технических объектов.
- 43 Показатели безопасности технических объектов.
- 44 ЗИП как метод повышения надежности объектов.
- 45 Профилактика как метод повышения надежности объектов.
- 46 Учет условий эксплуатации при расчетах надежности объектов.

47 Понятие «риска».

48 Системы сбора и обработки информации о надежности объектов: КАСАНТ, УРРАН.

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

1. В эксплуатации находятся  $N = 1000$  одинаковых изделий. За период наблюдения  $\Delta t = 3000$  час отказало  $n(\Delta t) = 20$  изделий. Требуется определить для изделий вероятность безотказной работы на момент времени  $t = 3000$  час, интенсивность отказов  $\lambda(t)$ , наработку до отказа  $T_0$ .

2. Объект представляет последовательное соединение  $n = 3$  элементов. Известны интенсивности отказов элементов:  $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ . Требуется определить для объекта вероятность безотказной работы на момент времени  $t = 10000$  час, интенсивность отказов  $\lambda_0(t)$ , наработку до отказа  $T_0$ .

3. Объект представляет параллельное соединение  $n = 3$  элементов. Известны интенсивности отказов элементов:  $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ . Требуется определить для объекта вероятность безотказной работы на момент времени  $t = 10000$  час, интенсивность отказов  $\lambda_0(t)$ , наработку до отказа  $T_0$ .

4. При эксплуатации объекта произошло  $n = 4$  отказа. Распределение времени между отказами:  $t_1 = 2500$  час,  $t_2 = 2200$  час,  $t_3 = 1500$  час,  $t_4 = 2300$  час. Требуется определить величину наработки на отказ, параметр потока отказов, вероятность безотказной работы на момент времени  $t = 3000$  час.

5. При эксплуатации объекта произошло  $n = 4$  отказа. Распределение времени восстановления после каждого отказа:  $t_{B1} = 2,5$  час,  $t_{B2} = 2,2$  час,  $t_{B3} = 1,5$  час,  $t_{B4} = 2,3$  час. Требуется определить величину среднего времени восстановления, интенсивность восстановления, вероятность восстановления за время  $t = 3$  час.

6. В ходе испытаний  $N = 1000$  изделий в течение  $\Delta t = 500$  час произошло  $n(\Delta t) = 2$  отказа. Требуется определить параметр потока отказов, наработку на отказ, вероятность безотказной работы на момент времени  $t = 500$  час.

7. Система имеет наработку на отказ  $10000$  час и интенсивность восстановления  $\mu = 2 \text{ ч}^{-1}$ . Требуется определить коэффициент готовности, коэффициент простоя.

8. За календарную продолжительность работы объекта  $15000$  ч зафиксировано 3 отказа. После каждого отказа проводилось восстановление длительностью  $t_{B1} = 2$  час,  $t_{B2} = 2,5$  час,  $t_{B3} = 2,2$  час. Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя, время простоя объекта.

9. Система имеет общее горячее резервирование кратностью  $m = 2$ . Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени  $t = 1000$  час.

10. Система имеет отдельное горячее резервирование кратностью  $m = 2$ . Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени  $1000$  час.

11. Система имеет общее холодное резервирование кратностью  $m = 2$ . Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени  $t = 1000$  час.

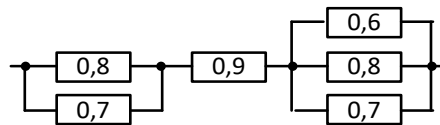
12. Система имеет отдельное холодное резервирование кратностью  $m = 2$ . Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы на момент времени  $1000$  час.

13. Определить продолжительность испытаний, которое должно подтвердить с доверительной вероятностью 0,8, что наработка на отказ группы объектов не ниже 10000 часов, если число испытываемых объектов равно 10. В течение испытаний отказов не было.

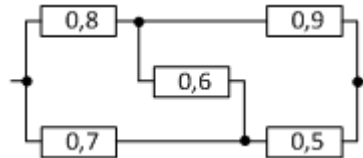
14. Объект имеет интенсивность отказов  $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ч}^{-1}$ . Требуется определить количество элементов в ЗИП для обеспечения надежности не ниже  $P(t_n) = 0,995$ , если предполагаемое время пополнения ЗИП составляет  $t_n = 200$  час.

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

1. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме. Определить вероятность безотказной работы объекта.

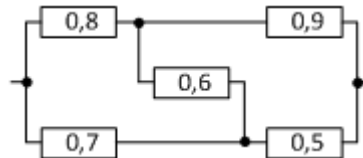


2. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



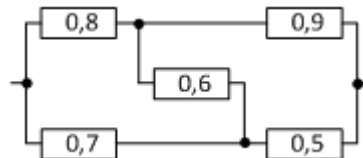
Применив преобразование «треугольник» в «звезду» определить вероятность безотказной работы объекта.

3. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



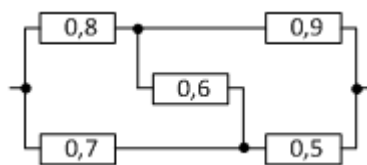
Применив разложение по ключевому элементу определить вероятность безотказной работы объекта.

4. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



Применив метод минимальных путей определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

5. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



Применив метод минимальных сечений определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

### 3.7 Типовые контрольные задания для 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 «Основы теории надежности».

Индикатор	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-4.5 Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	Термины и определения. Понятие и классификация отказа. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.	Предмет и содержание дисциплины	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Термины и определения в области надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности, сохраняемости, экономические показатели надежности.	Классификация и характеристики отказов	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Понятие о структурной схеме надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Объекты с последовательным, параллельным, смешанным, произвольным соединением элементов	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Понятие о потоке отказов и восстановлений	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Показатели ремонтпригодности	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Комплексные показатели надежности объектов	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	Знание Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-4.6 Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и	Структурная схема надежности. Структурная надежность объектов.	Структурная схема надежности.	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Структурная надежность объектов.	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ



разработке технической документации	Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов. Параметрическая надежность объектов.	Методы резервирования	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Параметрическая надежность объектов.	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
ОПК-4.5 Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	Марковские процессы в расчетах надежности. Марковские процессы в расчетах надежности резервированных и нерезервированных восстанавливаемых объектов.	Понятие о Марковских процессах. Понятие о графе состояний объектов	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Марковский случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Марковские модели надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых резервированных объектов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
	Законы распределения показателей надежности. Определение вида и параметров закона распределения показателей надежности	Законы распределения показателей надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Определение вида и параметров закона распределения показателей надежности	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Методы оценки показателей надежности	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
	Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов	Показатели долговечности. Показатели сохраняемости	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Экономические показатели надежности	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
		Параметрическая надежность объектов	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ	
	ОПК-4.6 Применяет показатели надежности	Виды испытаний на надежность.	Виды испытаний на надежность	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ

при формировании технических заданий и разработке технической документации		Определительные испытания на надежность	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Контрольные испытания на надежность. Ускоренные испытания	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	Безотказность программного обеспечения.	Понятие о безотказности программного обеспечения	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Показатели безотказности программного обеспечения	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Модели безотказности программного обеспечения	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	Безотказность технических объектов.	Понятие о безотказности технических объектов. Понятие о защитном и опасном отказе	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Показатели безотказности. Ошибки человека и безотказность. Контроль показателей надежности по данным эксплуатации	Знание Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Системы автоматического учета, контроля и анализа надежности	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	Методы повышения надежности объектов. Обеспечение рационального состава запасных элементов. Моделирование надежности объектов.	Методы повышения надежности объектов	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Обеспечение рационального состава запасных элементов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Моделирование надежности объектов	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
	Учет условий эксплуатации при расчетах надежности.	Факторы, влияющие на надежность объектов. Учет условий эксплуатации при расчетах надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Влияние периодичности и объема профилактики на надежность	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Выбор показателей надежности в	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ

		зависимости от класса, группы надежности и режима эксплуатации		
	Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ	Причины отказов напольных устройств и аппаратуры ЖАТ	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Факторы, влияющие на надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ	Знание Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Безотказность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ	Действие	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
Итого				180 – ОТЗ 180 – ЗТЗ

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

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

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

Тест содержит 18 вопросов, в том числе 9 – ОТЗ, 9 – ЗТЗ.

Норма времени – 50 мин.

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

1. Дополните.

Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени работы – это \_\_\_\_\_.

2. Дополните.

Состояние объекта, соответствующее всем требованиям нормативно-технической документации, называется \_\_\_\_\_.

3. Выберите правильный ответ.

Диапазон количественных значений вероятности безотказной работы составляет

- A) 0 – 1
- B) 1 – 100
- C) 1 – 1000
- D) 1 – 10000

4. Выберите правильный ответ.

Надежность восстанавливаемых объектов характеризуется

- A) вероятностью безотказной работы
- B) интенсивностью отказов
- C) дисперсией наработки до отказа
- D) интенсивностью восстановления

5. Выберите правильный ответ.

Отказ одного из элементов при последовательном соединении приводит к отказу

- А) всей системы
- В) части системы
- С) не приводит к отказу системы

6. Дополните.

Продолжительность или объем работы объекта называется \_\_\_\_\_.

- А) наработка
- В) ресурс
- С) срок службы
- Д) срок эксплуатации

7. Дополните.

На испытание поставлено 200 однотипных изоляторов. За год отказало 16 штук. Вероятность безотказной работы за год составила \_\_\_\_\_.

8. Дополните.

Трансформатор, проработав 1 год, отказал. После устранения причины отказа трансформатор проработал ещё 3 года и опять отказал. Нарботка на отказ составила \_\_\_\_\_ года.

9. Дополните.

Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, называется коэффициент \_\_\_\_\_.

10. Выберите правильные ответы.

Показателями надёжности невосстанавливаемых элементов являются

- А) вероятность безотказность работы
- В) наработка до отказа
- С) плотность распределения наработки до отказа
- Д) интенсивность отказов

11. Выберите правильные ответы.

Показателями надёжности восстанавливаемых элементов являются

- А) вероятность безотказность работы
- В) наработка на отказ
- С) плотность распределения наработки до отказа
- Д) интенсивность отказов

12. Выберите правильные ответы.

К факторам, повышающим надёжность систем, относятся

- А) резервирование
- В) выбор надежных комплектующих изделий
- С) испытания и диагностика
- Д) наличие запасных элементов и комплектующих

13. Дополните.

Суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации до перехода в предельное состояние называется \_\_\_\_\_.

14. Дополните.

Комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности при использовании объекта по назначению называется \_\_\_\_\_.

15. Дополните.

Комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности и восстановлению ресурса объекта называется \_\_\_\_\_.

16. Дополните.

Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, называется коэффициентом \_\_\_\_\_.

17. Установите соответствие между законом распределения и областью его применения для описания отказов элементов систем электроснабжения, автоматики и телемеханики.

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1. Экспоненциальный | А) для описания внезапных отказов   |
| 2. Вейбулла         | В) для описания приработочных или постепенных отказов при известном коэффициенте вариации |
| 3. Косинуса         | С) для описания постепенных отказов при неизвестном коэффициенте вариации                 |

18. Установите соответствие между понятием и определением.

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. Безотказность      | А) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки  |
| 2. Долговечность      | В) свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта |
| 3. Ремонтопригодность | С) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта |
| 4. Сохраняемость      | Д) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров для выполнения требуемых функций в течение и после хранения                          |

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

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

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Преподаватель проводит собеседование по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач
Задания реконструктивного уровня	<p>Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой дисциплины, осуществляется во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено.</p> <p>Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий</p>
Курсовая работа	<p>Курсовая работа предусмотрена рабочей программой дисциплины по очной и заочной формам обучения. Вариантов курсовой работы по теме не менее двух. Задание на курсовую работу студенту выдает преподаватель индивидуально. Выполнив курсовую работу, студент заочной формы обучения регистрирует ее в деканате заочного отделения и сдает на проверку согласно «Инструкции по выполнению, сдаче, регистрации, проверке, хранению контрольных и курсовых работ (проектов) студентов заочной формы обучения».</p> <p>Текущий контроль проводится преподавателем регулярно и состоит в проверке выполнения графика работы и правильности полученных результатов. Промежуточная аттестация выставляется преподавателем в виде оценки, зависящей от следующих критериев: сдачи курсовой работы студентом в установленный заданием срок, соответствие пояснительной записки требованиям нормоконтроля, результатов текущего контроля, правильности выполнения расчетной части и качества устной защиты.</p>
Тест	<p>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.</p> <p>Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена.</p> <p>Описание требований, выполнение которых необходимо для успешного выполнения теста: тематика теста; перечень знать, уметь, владеть; виды и количество предъявляемых обучающемуся тестовых заданий; проходной балл; критерии оценки; норма времени; дополнительные требования, включая необходимость использования справочных таблиц и проч.</p> <p>Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом</p>
Экзамен	<p>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.</p> <p>Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье практическое задание</p>

	<p>для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).</p> <p>Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
--	---

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 к зачету/экзамену для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету/экзамену для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету/экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и примеры типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ 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. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


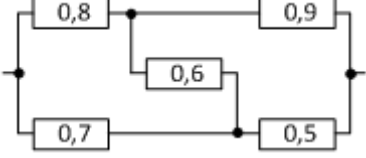
Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); второе практическое задание для оценки навыков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

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (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 50 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

 20__-20__ учебный год	Экзаменационный билет № ____ по дисциплине Основы теории надежности 7 семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» КРИЖТ _____
<p>1. Способы выполнения тяговых расчетов.</p> <p>2. Проверка возможности трогания поезда с места.</p> <p>3. Структурная схема надежности объекта имеет вид. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.</p>  <p>Применив разложение по ключевому элементу определить вероятность безотказной работы объекта.</p>		