

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
(КрИЖТИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказ ректора
от «08» 05 2020 г. №68-1

Б1.О.22 Основы теории надежности
рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

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 Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

Часов по учебному плану – 144 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	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	51	51
-- лекции	34	34
– практические (семинарские)	17	17
– лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	57	57
Экзамен	36	36
Итого	144	144

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

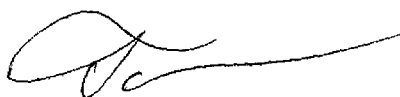
Курс	4	4
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	12
-- лекции	8	8
- лабораторные работы	-	-
– практические (семинарские)	4	4
Самостоятельная работа	114	114
Экзамен	18	18
Итого	144	144

УП – учебный план.

КРАСНОЯРСК

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалистом по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утвержденным приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил:



к.т.н., доцент, доцент кафедры «СОД» КриЖТИрГУПС, А.Е. Гаранин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов», протокол от «17» 05 2020г. № 6.

Срок действия программы: очная форма обучения 2020-2025 гг.;
заочная форма обучения 2020-2026 гг.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент



О.В. Колмаков

	<p>расчетах надежности. Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов. Марковские процессы в расчетах надежности резервированных восстанавливаемых объектов. Законы распределения показателей надежности. Показатели долговечности, сохраняемости, экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов. Виды испытаний на надежность. Безотказность программного обеспечения. Безопасность технических объектов. Методы повышения надежности объектов. Контроль показателей надежности по данным эксплуатации. Учет условий эксплуатации при расчетах надежности. Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ.</p>									
1.1	<p>Лекция 1. Предмет изучения, цели и задачи, содержание дисциплины Краткая история возникновения и развития теории надежности Надежность как основа качественного и эффективного выполнения функций железнодорожным транспортом Значение надежности систем автоматики, телемеханики и электроснабжения для успешной работы железнодорожного транспорта /Лек/</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.2	<p>Лекция 2. Общие понятия по ГОСТ-27 002-89. Дополнительные свойства, характеризующие надежность систем электроснабжения. Состояния объектов. Повреждения и отказы. Временные понятия. Техническое обслуживание и ремонт. Схема состояний восстанавливаемых объектов /Лек/</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.3	<p>Лекция 3. Определения по ГОСТ-27 002-89. Показатели безотказности. Показатели ремонтпригодности. Показатели долговечности и сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Определение тормозного пути поезда. Вычисление действительного пути торможения поезда /Лек/</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.4	<p>Лекция 4. Изменение интенсивности отказов в общем виде. Понятия УФИ, ПФИ, ВФИ и «U» ФИ распределения. Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Нормальное распределение. Распределение косинуса. Степенное распределение. Применение распределений для описания отказов /Лек/</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.5	<p>Лекция 5. Общие методы формирования и получения оценок параметров законов распределения. Гистограммы и проверка опытного распределения с теоретическим законом распределения. Определение видов и параметров законов распределения в случае неполноты исходных данных/Лек/</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.6	<p>Лекция 6. Оценка показателей надежности в случае известных</p>	7	2			4/2		0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6

	законов распределения Точечные и интервальные оценки Оценка показателей надежности в случае неизвестного закона распределения /Лек/												
1 7	Лекция 7 Последовательное соединение элементов Параллельное соединение элементов Резервирование замещением отказавшего элемента новым, находящимся в ненагруженном режиме /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 8	Лекция 8 Системы из восстанавливаемых элементов с ненагруженным резервом Системы из восстанавливаемых элементов с ненагруженным резервом и с ненадежным переключателем/Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 9	Лекция 9 Системы из восстанавливаемых элементов с ненагруженным резервом Системы из восстанавливаемых элементов с ненагруженным резервом и с ненадежным переключателем /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 10	Лекция 10 Общие положения Расчет количества запасных неремонтируемых элементов Расчет количества запасных ремонтируемых элементов/Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 11	Лекция 11 Основные положения Степени восстановления безотказности Принципы оптимизации /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 12	Лекция 12 Нулевая стратегия (замены только в случае отказов) Стратегия 1 (предупредительные замены по наработке) Стратегия 2 (предупредительные замены с минимальным ремонтом при отказах) Стратегия 3 (предупредительные замены по наработке с полным или минимальным ремонтом при отказах)/Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 13	Лекция 13 Общие положения Выбор номенклатуры показателей надежности Выбор норм показателей надежности Требования к способам обеспечения надежности /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 14	Лекция 14 Общие положения Методы контроля Планы контрольных испытаний /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 15	Лекция 15 Технико-экономическое сравнение мероприятий по обеспечению надежности систем Необходимость учета фактора надежности при проектировании технических систем /Лек/	7		2			4/2						ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.16	Лекция 16 Соотношение между затратами в повышение надежности и ущербами от недостаточной надежности Прямой и дополнительный ущерб /Лек/	7		2			4/2				0,25		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 17	Лекция 17 Выбор уровня надежности систем /Лек/	7		2			4/2				0,25		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 18	Практическое занятие 1 Показатели надежности технических объектов /Пр/	7		2			4/2				0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 19	Практическое занятие 2 Определение видов и параметров законов распределения /Пр/	7		2			4/2				0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6
1 20	Практическое занятие 3 Методы оценки показателей	7		2			4/2				0,5		ОПК-4.5, ОПК-4.6

	надежности /Пр/												
1.21	Практическое занятие 4 Расчет надежности систем с восстанавливаемыми элементами /Пр/	7		2		4/2			0,5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.22	Практическое занятие 5 Расчет надежности систем с восстанавливаемыми элементами /Пр/	7		2		4/2			0,5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.23	Практическое занятие 6 Расчет числа запасных элементов /Пр/	7		2		4/2			0,5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.24	Практическое занятие 7 Расчет числа запасных элементов /Пр/	7		2		4/2			0,5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.25	Практическое занятие 8 Методы контроля показателей надежности /Пр/	7		2		4/2			0,2 5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.26	Практическое занятие 9 Методы контроля показателей надежности /Пр/	7		1		4/2			0,2 5				ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.27	Проработка лекционного материала /Ср/	7				7	4/2					7	ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.28	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7					10	4/2				7	ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.29	Выполнение курсовой работы /Ср/	7						40	4/2			100	ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.30	Экзамен	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 Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6111	В В Сапожников	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Электронный ресурс] учебное пособие - http://umczdt.ru/books/41/39322/	М УМЦ ЖДТ, 2017	100 % online
6112	А В Антонов [и др]	Теория надежности Статистические модели [Электронный ресурс] учебное пособие - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=479401	М ИНФРА-М, 2015	100 % online
6113	А В Горелик, О П Ермакова	Практикум по основам теории надежности [Электронный ресурс] учеб пособие для ВУЗов ж -д трансп - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58964	М УМЦ ЖДТ, 2013	100 % online
		Практикум по основам теории надежности [Текст] учеб пособие для ВУЗов ж -д трансп -	М УМЦ ЖДТ, 2013	10

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6121	под ред Вл В Сапожникова	Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] учеб пособие для вузов	М Маршрут, 2003	47

		жд трансп -		
6122	сост Н Ю Землянушнова, А А Порожня	Основы теории надежности [Электронный ресурс] практикум - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459195	Ставрополь СКФУ, 2016	100 % online
6123	В Н Анферов, С И Васильев, С М Кузнецов	Надежность технических систем [Электронный ресурс] учебное пособие - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493640	Москва, Берлин Директ-Медиа, 2018	100 % online
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6131	В А Володарский	Основы теории надежности [Электронный ресурс] Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов очной и заочной формы обучения по специальности 190901 65 «Системы обеспечения движения поездов», специализации 1 «Электроснабжение железных дорог» 2 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» - http://irbis.krsk.irkgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgi/irbis_64_exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&image_file_name=%5CFul%5C1038.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Красноярск КриЖТИрГУПС, 2014	100 % online
		Основы теории надежности [Текст] методические указания по выполнению курсовой работы для студентов очной и заочной формы обучения по специальности 190901 65 «Системы обеспечения движения поездов», специализации 1.«Электроснабжение железных дорог» 2 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» -	Красноярск КриЖТИрГУПС, 2014	15
6132	В А Володарский	Основы теории надежности [Электронный ресурс] методические указания для проведения практических занятий студентов специальности 23 05 05 «Системы обеспечения движения поездов», специализации 1 «Электроснабжение железных дорог», 2 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» - http://irbis.krsk.irkgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgi/irbis_64_exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&image_file_name=%5CFul%5C2015.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Красноярск КриЖТИрГУПС, 2017	100 % online
		Основы теории надежности [Текст] методические указания для проведения практических занятий студентов специальности 23 05 05 «Системы обеспечения движения поездов», специализации 1 «Электроснабжение железных дорог», 2 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» -	Красноярск КриЖТИрГУПС, 2017	3
6133	В А Целищев	Основы теории надежности [Электронный ресурс]. Конспект лекций для студентов специальности «Системы обеспечения движения поездов» дневной и заочной форм обучения - http://irbis.krsk.irkgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgi/irbis_64_exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&image_file_name=%5CFul%5C366_bem.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Иркутск ИрГУПС, 2015	100 % online
6134	сост В А Целищев	Основы теории надежности [Электронный ресурс] методические указания и задание к курсовой работе «Расчет надежности системы электроснабжения участка железной дороги» - http://irbis.krsk.irkgups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgi/irbis_64_exe?&C21COM=2&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&image_file_name=%5CFul%5C367_bem.pdf&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1	Иркутск ИрГУПС, 2015	100 % online
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
6.2.1	Электронная библиотека КриЖТИрГУПС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://irbis.krsk.irkgups.ru/ (после авторизации).			
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа. http://umc.zdt.ru/books/ (после авторизации).			
6.2.3	Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа http://znanium.com (после авторизации).			

6.2.4	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : http://e.lanbook.com (после авторизации).
6.2.5	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : http://biblioclub.ru (после авторизации)
6.2.6	Научно-техническая библиотека МИИТа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://library.mii.ru/umc/umc/login (после авторизации).
6.2.7	Российские железные дороги [Электронный ресурс] : [Офф. сайт]. – М.: РЖД. - Режим доступа : http://www.rzd
6.2.8	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) [Электронный ресурс]. – Красноярск. – Режим доступа : http://dcnti.krw.rzd
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы	
6.3.1 Базовое программное обеспечение	
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).
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	Не предусмотрено
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрено
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрено

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

1	Корпуса А, Л, Т, Н КриЖТИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И; корпус К - г. Красноярск, ул. Ладо Кецховели, д. 89
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	Учебная Лаборатория «Эксплуатационные основы железнодорожной автоматики и телемеханики»; г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2, ауд. Л-107
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КриЖТИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки, – учебная аудитория К-105; – компьютерные классы Л-203, Л-214, Л-410, Т-5, Т-46.

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,</p>

	<p>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 запоминались. 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>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине 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 самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а так же 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>Обучающийся очной формы обучения выполняет:</p> <p>Обучающемуся заочной формы обучения.</p> <p>Обучающийся заочной формы обучения выполняет контрольную работу. Номер варианта контрольной 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» № П.420700.05.4.092-2017.</p> <p>Перед выполнением контрольной работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных</p>

	или оформлять в электронном виде. При выполнении работы обязательно должны быть подробные вычисления и четкие пояснения к решению. Обучающийся заочной формы обучения выполняет:
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины. При подготовке к сдаче экзамена студент весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнение намеченной работы</p> <p>Для успешной сдачи экзамена по дисциплине Б1.О.22«Основы теории надежности» студенты должны принимать во внимание, что все основные категории, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые профессиональные компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы студентом; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценке на экзамене; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого занятия.</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет и Электронную библиотеку (ЭБ КриЖТИрГУПС) http://irbis.krsk.irgups.ru .	

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)

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

Б1.О.22 Основы теории надежности

Приложение № 1 к рабочей программе

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – № 1 «Электроснабжение железных дорог»

КРАСНОЯРСК

1. Общие положения

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

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

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

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

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

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
за период изучения дисциплины очная форма обучения**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр				
1	1	Текущий контроль	Практическое занятие 1. Показатели надежности технических объектов. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Доклад (устно).</i>
2	3	Текущий контроль	Практическое занятие 2. Определение видов и параметров законов распределения. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Доклад (устно).</i>
3	5	Текущий контроль	Практическое занятие 3. Методы оценки показателей надежности /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
4	7	Текущий контроль	Практическое занятие 4. Расчет надежности систем с невосстанавливаемыми элементами. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
5	9	Текущий контроль	Практическое занятие 5. Расчет надежности систем с восстанавливаемыми элементами. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
6	11	Текущий контроль	Практическое занятие 6. Расчет числа запасных элементов. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
7	13	Текущий контроль	Практическое занятие 7. Расчет числа запасных элементов /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
8	15	Текущий контроль	Практическое занятие 8. Методы контроля показателей надежности /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
9	17	Текущий контроль	Практическое занятие 9. Методы контроля показателей надежности. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
10	18	Промежуточная аттестация – курсовая работа		ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Защита курсовой работы (устно)</i>
11	18	Промежуточная аттестация – курсовая работа		ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно)</i>

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины заочная форма обучения**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
4 курс				
1		Текущий контроль	Практическое занятие 1. Показатели надежности технических объектов. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Доклад (устно).</i>
2		Текущий контроль	Практическое занятие 2. Определение видов и параметров законов распределения. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Доклад (устно).</i>
3		Текущий контроль	Практическое занятие 3. Методы оценки показателей надежности /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).</i>
4		Текущий контроль	Практическое занятие 4. Расчет надежности систем с	ОПК-4.5, ОПК-4.6 <i>Собеседование (устно), Решение практических</i>

			невосстанавливаемыми элементами. /Пр/		задач (письменно).
5		Текущий контроль	Практическое занятие 5. Расчет надежности систем восстанавливаемыми элементами. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).
6		Текущий контроль	Практическое занятие 6. Расчет числа запасных элементов. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).
7		Текущий контроль	Практическое занятие 7. Расчет числа запасных элементов. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).
8		Текущий контроль	Практическое занятие 8. Методы контроля показателей надежности. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).
9		Текущий контроль	Практическое занятие 9. Методы контроля показателей надежности. /Пр/	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно), Решение практических задач (письменно).
10		Промежуточная аттестация – курсовая работа		ОПК-4.5, ОПК-4.6	Защита курсовой работы (устно)
11		Промежуточная аттестация – курсовая работа		ОПК-4.5, ОПК-4.6	Собеседование (устно)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

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

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

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

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практическая задача	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 задач и проблем, ориентироваться в	Темы практических задач

		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 компетенций (в рамках дисциплины) и компетенций в целом	
2	Защита курсовой работы	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 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 умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Темы типовых групповых и / или индивидуальных проектов и типовое задание на курсовую работу
3	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
4	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 зачета и 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	Минимальный

	решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	
«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

Решение практических задач (ПЗ)

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

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	<i>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</i>
«хорошо»	<i>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 незначительные 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</i>
«удовлетворительно»	<i>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</i>

	<i>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</i>
«неудовлетворительно»	<i>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</i>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Типовые практические задачи

Занятие 1. Показатели надежности технических объектов

Цель: изучение теоретических положений основ теории вероятностей (основные формулы и теоремы) применительно к задачам надежности.

В результате студенты должны уметь решать типовые задачи, соответствующие данной теме.

Содержание

Событие, случайное событие, вероятность появления события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Теорема гипотез (формула Байеса). Формула Бернулли. Определение вероятности появления хотя бы одного события. Наивероятнейшее число появления события в независимых испытаниях.

Задачи:

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.

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.

3. В мастерской находится 4 пускателя, прошедших 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.

4. В электроустановке четыре блокировки, срабатывающие в определенной последовательности. Каждая последующая ступень срабатывает при отказе предыдущей. Найти вероятность того, что работает 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.

5. Дана партия из 50 деталей. Из этой партии наугад выбирают 5 деталей 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.

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.

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.

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.

9. Прибор может работать в двух режимах: нормальном и ненормальном. Нормальный режим наблюдается в 80 % всех случаев работы прибора, ненормальный - в 20 %. Вероятность выхода прибора из строя за время t в нормальном режиме равна 0,1, в ненормальном - 0,7. Найти полную вероятность выхода прибора из строя за время t .

10. Завод изготавливает изделия, каждое из которых должно подвергаться четырем видам испытаний. Первое испытание изделие проходит благополучно с вероятностью 0,9; второе - с вероятностью 0,95; третье - с вероятностью 0,8 и четвертое - с вероятностью 0,85. Найти вероятность того, что изделие пройдет благополучно: а) все четыре испытания; б) ровно два испытания (из четырех); в) не менее двух испытаний (из четырех).

11. При опробовании релейной защиты в действии производят 6 испытаний, создавая при этом режим искусственного короткого замыкания. Известно, что релейная защита реагирует на короткие замыкания с вероятностью 0,8 в каждом испытании. Найти вероятность того, что релейная защита сработает: хотя бы один раз,

ровно четыре раза, не менее четырех раз. Определить наивероятнейшее число появления события в 6 испытаниях.

12. Прибор состоит из 10 узлов. Надежность (вероятность безотказной работы в течение времени t) для каждого узла равна p . Узлы выходят из строя независимо один от другого. Найти вероятность того, что за время t : а) откажет хотя бы один узел; б) откажет ровно один узел; в) откажут ровно два узла; г) откажет не менее двух узлов.

13. Вероятность того, что расход электроэнергии в продолжение одних суток не превысит установленной нормы, равна 0,75. Найти вероятность того, что в ближайшие 6 суток расход электроэнергии в течение 4 суток не превысит нормы.

14. В электрическую цепь последовательно включены три элемента, работающие независимо один от другого. Вероятность отказов первого, второго и третьего элементов соответственно равны: $p_1 = 0,1$; $p_2 = 0,15$; $p_3 = 0,2$. Найти вероятность того, что тока в цепи не будет.

15. Две цепи электроснабжения работают параллельно на общую нагрузку. Вероятность аварийного простоя одной цепи

$$—3 \qquad \qquad \qquad —3$$

$\#1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$, второй $\#2 = 0,8 \cdot 10^{-3}$. Принимая аварийные состояния цепей независимыми, определить вероятность аварийного простоя двухцепной электропередачи для двух случаев: а) отказ электропередачи происходит при отказе одной из цепей (любой); б) отказ электропередачи происходит при отказе только обеих цепей.

16. Силовые трансформаторы изготавливаются тремя заводами, причем вероятность того, что трансформатор выпущен на первом заводе, равна 0,2, на втором - 0,3, на третьем - 0,5. Вероятности того, что при определённых условиях работы трансформатор сохранит работоспособность в течение 25 лет, для первого, второго и третьего заводов соответственно равны: 0,9; 0,92; 0,808. Чему равна вероятность того, что поступивший для монтажа трансформатор сохранит работоспособность в течение 25 лет?

Контрольные вопросы:

1. Дайте определения: событие, случайное событие, вероятность появления события.
2. Что называют числом сочетаний?
3. Какие события называют совместными, а какие несовместными?
4. Приведите примеры сложения и умножения вероятностей.
5. Запишите формулу полной вероятности. Когда ее применяют?
6. В каких случаях применяется формула Бернулли?
7. Сформулируйте теорему гипотез.
8. По какой формуле определяют вероятность появления хотя бы одного события? Дайте ее формулировку.
9. Дайте определение наивероятнейшего числа наступления события в независимых испытаниях?

10. Как определяют наиболее вероятное число появления события в независимых испытаниях по точной и упрощенной формулам?

Занятие 2. Определение видов и параметров законов распределения

Цель: умение определять закон распределения, как графическим, так и аналитическим способом на основе опытных данных.

В результате изучения данной темы студенты должны уметь решать типовые задачи.

Содержание

Основные законы распределения отказов изделий. Способы определения вида закона распределения отказов: графические и аналитические. Проверка гипотезы о законе распределения при полных выборках. Проверка допустимости принятого закона распределения отказов по критериям согласия Пирсона и Колмогорова.

Задачи:

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.

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.

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.

4. Используя данные задачи 1 путем построения гистограмм и их аппроксимации аналитическими выражениями, установить закон распределения времени исправной работы.

5. Результаты ускоренных испытаний на надежность 150 реле (до отказа каждого изделия) распределены между 250 и 520 ч. Определить по гистограмме закон распределения отказов. Данные, необходимые для решения задачи, приведены в табл. 6.

Таблица 6
Исходные данные к задаче 5

, ч	$n(J_T)$	At_j , ч	$n(A)$
245 - 270	1	395 - 420	17
270 - 295	0	420 - 445	34
295 - 320	6	445 - 470	12
320 - 345	22	470 - 495	16
345 - 370	12	495 - 520	8
370 - 395	22		

6. 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.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите наиболее распространенные законы распределения отказов изделий.
. Какова последовательность действий при статистической обработке информации о надежности?
3. Приведите алгоритм определения закона распределения.
4. Поясните, как производят проверку гипотезы о законе распределения случайной величины по координатным сеткам?
5. В чем заключается проверка вида закона распределения аналитическим способом?
6. Расскажите, как происходит определение закона распределения сравнением гистограмм функций с их теоретическими графиками?
7. Как производят проверку допустимости предполагаемого закона распределения отказов, используя критерий согласия Колмогорова?

8. Как производят проверку допустимости предполагаемого закона распределения отказов, используя критерий согласия Пирсона?

Занятие 3. Методы оценки показателей надежности

3.1. Невосстанавливаемые изделия

Цель: изучение теоретических положений по определению количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах восстанавливаемых изделий или систем.

В результате изучения данной темы студенты должны уметь решать типовые задачи.

Содержание

Невосстанавливаемые системы и их особенности. Критерии надежности восстанавливаемых изделий и систем: вероятность безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа.

Задачи:

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.

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.

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.

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 $P(3000)$, $P(3100)$, $P(3050)$, $a(3050)$, $\lambda(3050)$.

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.

6. На испытании находилось $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ фиксировалось через каждые 100 ч работы ($\Delta t = 100$ ч). Данные об отказах приведены в табл. 1. Требуется вычислить количественные характеристики надежности и построить зависимости характеристик от времени.

Таблица 1

Данные об отказах к задаче 6

Atj, ч	n(Ati)	Atj, ч	n(Atj)	Atj, ч	n(Atj)
0-100	50	1000-1100	15	2000-2100	12
100-200	40	1100-1200	14	2100-2200	13
200-300	32	1200-1300	14	2200-2300	12
300-400	25	1300-1400	13	2300-2400	13
400-500	20	1400-1500	14	2400-2500	14
500-600	17	1500-1600	13	2500-2600	16
600-700	16	1600-1700	13	2600-2700	20
700-800	16	1700-1800	13	2700-2800	25
800-900	15	1800-1900	14	2800-2900	30
900-1000	14	1900-2000	12	2900-3000	40

7. 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.

8. 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.

9. 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

10. Имеются статистические данные об отказах трех групп одинаковых изделий, приведенные в табл. 2. В каждой группе было по 100 изделий и их испытания проводились по первой группе 550 ч, по второй - 400 ч и по третьей - 200 ч. Необходимо вычислить количественные характеристики $P(t), a(t), X(t)$ и построить графики этих функций.

Таблица 2

Исходные данные к задаче 10

A, ч	1 группа $n(At_1)$	2 группа $n(At_2)$	3 группа $n(At_3)$	I n(Ati)
0-25	4	6	5	15
25-50	8	9	8	25
50-75	6	5	7	18
75-100	3	4	5	12

100-150	5	5	6	16
150-200	4	3	3	10
200-250	1	3	-	4
250-300	2	2	-	4
300-400	3	4	-	7
400-550	5	-	-	5

11. В результате наблюдения за 45 образцами радиоэлектронного оборудования получены данные до первого отказа всех 45 образцов, сведенные в табл. 3. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа.

Таблица 3
Исходные данные к задаче 11

$At_i, \text{ ч}$)	$At_i, \text{ ч}$	«($At_i, -$)	$At_i, \text{ ч}$	$n(At_i)$
0-5	1	25-30	6	50-55	1
5-10	5	30-35	4	55-60	0
10-15	8	35-40	3	60-65	3
15-20	2	40-45	0	65-70	3
20-25	5	45-50	1	70-75	3

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение невосстанавливаемым электротехническим устройствам. Приведите примеры.
2. Перечислите показатели надежности для невосстанавливаемых систем.
3. Дайте определения вероятности отказа и вероятности безотказной работы.
4. Как определяют вероятность безотказной работы и вероятность отказа по статистическим данным об отказах?
5. Что понимают под частотой и интенсивностью отказов? Как их определяют?
6. Как определить частоту отказов, зная вероятность безотказной работы или вероятность отказа изделия?
7. Приведите выражение для вероятностной оценки интенсивности отказов.
8. Какова связь между интенсивностью отказов и вероятностью безотказной работы?
9. Дайте определение средней наработки до первого отказа.
10. Как рассчитать среднюю наработку до первого отказа по статистическим данным об отказах?

12. Какова связь между средней наработкой до первого отказа и вероятностью безотказной работы?

3.2. Восстанавливаемые изделия

Цель: изучение теоретических положений по определению количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах восстанавливаемых изделий или систем.

В результате студенты должны уметь решать типовые задачи, соответствующие данной теме.

Содержание

Восстанавливаемые системы и их особенности. Критерии надежности восстанавливаемых изделий и систем: наработка на отказ, параметр потока отказов, функция готовности, коэффициент готовности.

Задачи:

1. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного комплекта защиты. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения защита проработала 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1233 ч. Требуется определить среднюю наработку на отказ.

2. Трансформатор, проработав около года, вышел из строя. После устранения причины отказа трансформатор проработал еще три года и опять вышел из строя. Определить среднюю наработку трансформатора на отказ.

3. Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру аппаратуры 6 отказов, по второму и третьему - 11 и 8 отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила 181 ч, второго - 329 ч и третьего - 245 ч. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ.

4. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: $t_1= 12$ мин; $t_2= 23$ мин; $t_3= 15$ мин; $t_4= 9$ мин; $t_5= 17$ мин; $t_6= 28$ мин; $t_7= 25$ мин; $t_8 = 31$ мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

5. Аппаратура имела среднюю наработку на отказ $t_{cp}= 65$ ч и среднее время восстановления $t_e= 1,25$ ч. Требуется определить коэффициент готовности.

6. Электротехническое устройство состоит из трех элементов. В течение одного года эксплуатации в первом элементе произошло два отказа, во втором - один, в третьем отказов не было. Определить параметр потока отказов устройства.

7. При эксплуатации системы было зарегистрировано $n = 40$ отказов. Распределение отказов по группам элементов и время, затраченное на восстановление, приведены в табл. 4. Необходимо найти величину среднего времени восстановления системы.

Таблица 4
Исходные данные к задаче 7

Группа элементов	Количество отказов по группе n_i	Вес отказов по группе $m_i = \frac{n_i}{n}$	Время восстановления t_i , мин
Полупроводниковые приборы	8	0,2	80; 59; 110; 91; 45; 43; 99; 73
Резисторы и конденсаторы	10	0,25	61; 73; 91; 58; 44; 112; 82; 54; 91; 94
Реле, дроссели, трансформаторы	4	0,1	102; 98; 124; 128
Электровакуумные приборы	14	0,35	60; 64; 56; 36; 65; 44; 42; 33; 32; 23; 86; 75; 61; 23
Прочие элементы	4	0,1	125; 133; 115; 107

8. Известно, что интенсивность отказов $X = 0,02$ 1/ч, а среднее время восстановления $t_e = 10$ ч. Требуется вычислить функцию и коэффициент готовности изделия.

9. Коэффициент готовности сложного восстанавливаемого изделия $K_2 = 0,9$. Среднее время его восстановления $t_e = 100$ ч. Требуется найти вероятность застать изделие в исправном состоянии в момент времени $t = 12$ ч.

10. Интенсивность отказов X_c сложной восстанавливаемой системы есть величина постоянная и равно 0,015 1/ч. Среднее время восстановления $t_e = 100$ ч. Необходимо вычислить вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени $t = 10$ ч.

11. В процессе эксплуатации $N_0 = 100$ восстанавливаемых изделий возникали отказы, которые фиксировались в интервалах времени $\Delta t = 100$ ч. Число отказов n за время эксплуатации в течение

1000 ч приведено в табл. 5. Требуется определить интенсивность отказов и построить график, а также найти вероятность безотказной работы изделия в течение $t = 1000$ ч.

Таблица 5
Исходные данные к задаче 11

$At, ч$	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
n	2	4	6	7	8
$At, ч$	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000
n	9	9	10	10	10

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение восстанавливаемым электротехническим устройствам. Приведите примеры.
2. Перечислите показатели надежности для восстанавливаемых систем.
3. Дайте определение параметру потока отказов. Приведите выражение для его определения по статистическим данным об отказах.
4. Как связаны частота отказов и параметр потока отказов?
5. Приведите свойства, которыми обладает параметр потока отказов.
6. Что понимают под наработкой на отказ? Как ее определяют?
7. Приведите определения для коэффициентов готовности и вынужденного простоя. Как их определяют по статистическим данным?
8. Как определить значения коэффициента вынужденного простоя и коэффициента готовности согласно вероятностной трактовке?
9. Приведите формулу для вероятности заставить систему в исправном состоянии.
10. В каких случаях показателями надежности восстанавливаемых систем могут быть показатели невосстанавливаемых систем?

Занятие 4. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем (при основном соединении элементов)

Цель: приобретение теоретических знаний по расчету показателей надежности невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов, а также получение практических навыков при решении задач.

В результате изучения данной темы студенты должны уметь решать типовые задачи.

Содержание

Основное соединение элементов: определение и основные показатели надежности. Показатели надежности невосстанавливаемых систем с основным соединением элементов при постоянной интенсивности отказов (экспоненциальном законе распределения). Определение показателей надежности высоконадежных систем. Приближенные формулы расчета надежности систем, имеющих основное соединение элементов.

Задачи:

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

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.

3. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна $\lambda = 0,16 \cdot 10^{-4}$ 1/ч = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами: $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4} t$ 1/ч, $\lambda_3 = 0,06 \cdot 10^{-6} t^2$ 1/ч. Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 часов.

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.

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.

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.

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.

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

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 $T_{срс}$ и интенсивность отказов элементов λ .

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.

Контрольные вопросы:

1. Какое устройство называют с основным соединением элементов?
2. Как можно определить вероятность безотказной работы для невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов?
3. Как определяют количественные характеристики надежности, если время возникновения отказов подчинено экспоненциальному закону?
4. Как можно вычислить основные количественные характеристики надежности для высоконадежных систем?
5. В каких случаях можно производить расчеты по приближенным формулам?
6. Приведите приближенные формулы расчета надежности систем.

**Занятие 5. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем
(при резервировании элементов)**

Цель: изучение различных способов резервирования и основных расчетных формул для них.

В результате студенты должны уметь решать задачи, соответствующие данной теме.

Содержание

Резервирование, основные понятия. Способы резервирования: общее и отдельное; с целой и дробной кратностью; постоянное и замещением, скользящее резервирование. Кратность резервирования. Нагруженный, облегченный и ненагруженный резерв.

Задачи:

1. Схема расчета надежности приведена на рис. 1. Необходимо найти вероятность безотказной работы изделия, если известны вероятности отказов элементов.

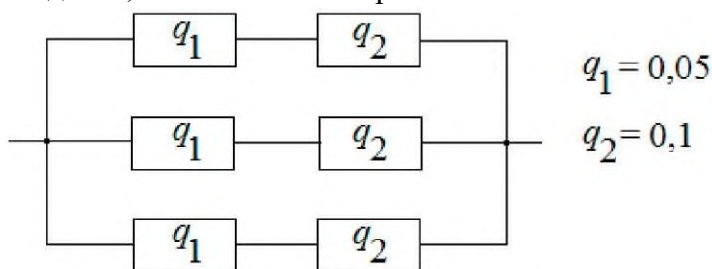


Рис. 1. Схема расчета надежности к задаче 1

2. Схема расчета надежности показана на рис. 2, где приведены данные о вероятностях безотказной работы элементов. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделия.

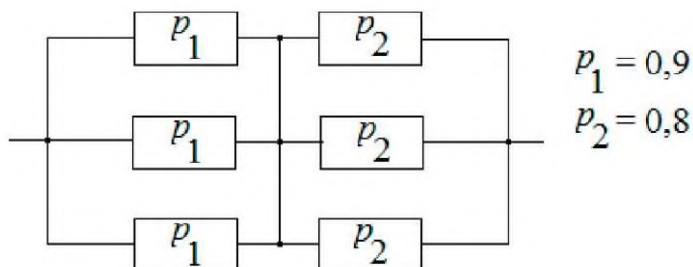


Рис. 2. Схема расчета надежности к задаче 2

3. Дана система, схема расчета надежности которой изображена на рис. 3. Необходимо найти вероятность безотказной работы системы при известных вероятностях безотказной работы ее элементов.

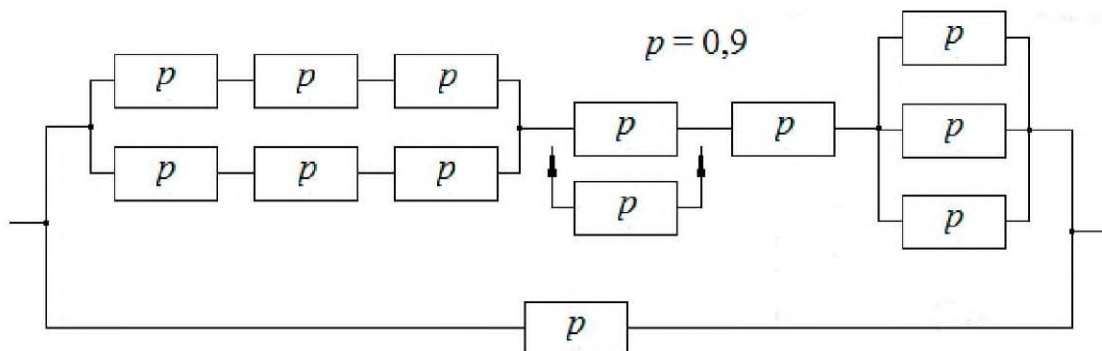


Рис. 3. Схема расчета надежности к задаче 3

жения 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.

5. Схема расчета надежности устройства приведена на рис. 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.

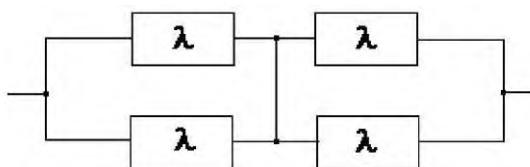


Рис. 4. Схема расчета надежности к задаче 5

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

1 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 электроснаб-

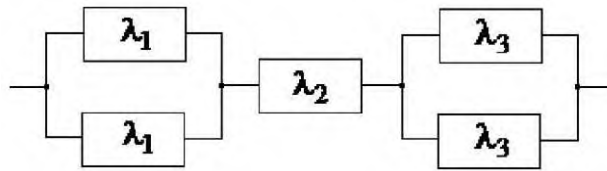


Рис. 5. Схема расчета надежности к задаче 6

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под резервированием?
2. Дайте определение следующим видам элементов: основной, резервируемый, резервный.
3. Какие виды резервирования Вам известны?
4. Что понимают под общим резервированием, отдельным резервированием?
5. Что такое кратность резервирования?
6. Укажите отличия резервирования с целой и дробной кратностью.
7. Что понимают под постоянным резервированием и резервированием замещением?
8. Что понимают под нагруженным, ненагруженным и облегченным резервом.
9. Дайте определение скользящему резервированию.
10. Приведите последовательность расчета системы на надежность, имеющей смешанное резервирование.

Занятие 6. Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем (при основном соединении элементов)

Цель: приобретение теоретических знаний по расчету показателей надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов, а также получение практических навыков при решении типовых задач.

Содержание

При выводе формул для расчета надежности, которые представлены ниже, приняты следующие допущения:

1. Рассматриваются только внезапные отказы, когда наработка элементов на отказ описывается экспоненциальным законом распределения.
2. Время восстановления элементов описывается экспоненциальным законом распределения, и оно намного меньше наработки на отказ, то есть полагается, что восстановление элементов после их отказа производится практически мгновенно.
3. Все отказы элементов независимы друг от друга, а вероятность одновременного отказа двух и более элементов практически равна нулю.

Требуется определить показатели надежности подсистемы:

1. Интенсивность отказов $\lambda_{ПС}$;
2. Нарработку до отказа $T_{ПС}$;
3. Вероятность безотказной работы $P(t)_{ПС}$ за наработку $t = 100$ часов;
4. Среднее время восстановления подсистемы $T_{ВПС}$;

5. Коэффициенты готовности $K_{ГПС}$ и простоя $K_{ППС}$

Формулы для расчета:

$$\lambda_{ГПС} = \sum_{i=1}^n \lambda_i; \quad T_{ГПС} = \frac{1}{\lambda_{ГПС}}; \quad P(t)_{ГПС} = e^{-\lambda_{ГПС} t};$$

$$T_{ВПС} = T_{ГПС} \sum_{i=1}^n K_{Pi}; \quad K_{ГПС} = \frac{T_{ГПС}}{T_{ГПС} + T_{ВПС}}; \quad K_{ППС} = \frac{T_{ВПС}}{T_{ГПС} + T_{ВПС}};$$

где λ_i - интенсивность отказов i - го элемента, $\lambda_i = \frac{1}{T_i}$;

T_i - наработка до отказа i - го элемента;

K_{Pi} - коэффициент простоя i - го элемента, $K_{Pi} = \frac{T_{Vi}}{T_i}$;

T_{Vi} - время восстановления i - го элемента.

Исходные данные для расчета представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

№ 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 2

№ 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

Контрольные вопросы:

2. Какое устройство называют с основным соединением элементов?
1. Как можно определить вероятность безотказной работы для восстанавливаемых систем при основном соединении элементов?
2. Как определяют количественные характеристики надежности, если время возникновения отказов подчинено экспоненциальному закону?
3. В каких случаях можно производить расчеты по приближенным формулам?

Занятие 7. Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем (при резервировании элементов)

Цель: приобретение теоретических знаний по расчету показателей надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов, а также получение практических навыков при решении типовых задач.

Содержание

Рассматривается однократное структурное резервирование, которое может быть двух видов.

1. Постоянным, когда основной и резервный элемент (подсистема) находятся в одинаковых условиях (нагруженном режиме) и одновременно выполняют одни и те же заданные функции. Такое соединение элементов (подсистем) называется параллельным.

2. Замещением, когда отказавший основной элемент (подсистема) заменяется с помощью переключателя резервным, находящимся до этого в ненагруженном режиме, который начинает выполнять функции основного элемента (подсистемы).

При выводе формул для расчета надежности, которые представлены ниже, приняты следующие допущения:

1. Переключение на резервный элемент или подсистему происходит практически мгновенно.
2. Вероятность отказа элемента или подсистемы, находящегося в ненагруженном режиме, равна нулю.

Задача 1. Расчет показателей 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:

$$T_C = \frac{1,5}{\lambda_{ПС}}; \quad \lambda_C = 2\lambda_{ПС} \cdot 2\lambda_{ПС}$$

где $\lambda_{ПС}$ - интенсивность отказов подсистемы.

Требуется:

1. Определить наработку системы до отказа.

2. Определить вероятность безотказной работы системы за наработку

$t = 100$ часов.

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

Задача 2. 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.

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

$$T_C = \frac{2}{\lambda_{ПС}}; \quad P_C = e^{-2\lambda_{ПС} t}$$

где $\lambda_{ПС}$ - 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 $\lambda_{ПС}$ берутся по результатам решения задач по теме 6.

Задача 3. 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.

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

$$T_C = T_{ПС} \left(2 + \frac{1}{K_{ПРС}} \right); \quad T_{ВС} = \frac{T_{ВПС}}{2}$$

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

Задача 4. 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 .

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

$$T_C = \frac{T_{ПС}}{K_{ПРС} + q}; \quad P_C = e^{-\lambda_{ПС} (K_{ПРС} + q) t}$$

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 $T_{ПС}$, $T_{ВПС}$ и $K_{ППС}$ берутся по результатам решения задачи по теме 6.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под резервированием?
2. Дайте определение следующим видам элементов: основной, резервируемый, резервный.
3. Что понимают под общим резервированием, отдельным резервированием?
4. Что понимают под постоянным резервированием и резервированием замещением?
5. Что понимают под нагруженным и ненагруженным резервом.

Занятие 8. Расчет числа запасных элементов

Цель: приобретение теоретических знаний по расчету числа восстанавливаемых и невозстанавливаемых элементов, а также получение практических навыков при решении типовых задач.

Содержание

1. Допущения, принятые при расчете запасных элементов.
2. Порядок расчета запасных элементов.
3. Необходимые исходные данные.

Обеспечение системы электроснабжения комплектами запасных элементов на этапе эксплуатации является одним из важнейших мероприятий, направленных на восстановление работоспособности элементов, и тем самым на повышение надежности системы электроснабжения в целом.

ПРАВИЛАМИ УСТРОЙСТВА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЦЭ-868) предусмотрено, что для восстановления повреждений в районах контактной сети, должен быть страховой неснижаемый запас материалов, опорных и поддерживающих конструкций, оборудования, арматуры и комплектующих изделий в соответствии с нормативами, установленными МПС России. Страховой неснижаемый запас должен учитывать конструктивные особенности обслуживаемых устройств

Таким образом, в номенклатуру запасных элементов могут входить как конструктивно законченные изделия, так и их составные части (например, изоляторы, предохранители, и т.п.).

Все элементы (составные части) делятся на две группы:

- 1) невозстанавливаемые, то есть такие, восстановление которых в случае отказа невозможно или нецелесообразно;
- 2) восстанавливаемые, то есть такие, которые в случае отказа ремонтируются и используются в дальнейшем.

В основу расчетов запасных элементов положены следующие допущения.

1. Потоки отказов и восстановлений элементов простейшие, то есть когда наработка на отказ и время восстановления описывается экспоненциальным законом распределения.

2. При наличии запасных элементов, замена отказавших происходит мгновенно.

3. Имеется удаленный от места эксплуатации элементов ремонтный орган для ремонта с полным восстановлением уровня надежности отказавшего элемента.

Расчет количества запасных элементов производится в следующей последовательности.

1. Определяется номенклатура восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов, составляющих систему электроснабжения.

2. Производится отдельный расчет восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов.

3. Составляется общая номенклатура и количество запасных элементов.

Расчет количества запасных элементов производится, исходя из:

- 1) показателей надежности элементов;
- 2) времени, на которое рассчитывается запас;
- 3) показателя достаточности запаса.

В качестве показателя надежности принимается интенсивность отказов элементов λ .

В качестве расчетного времени для невосстанавливаемых элементов принимают значение $t_{\text{ип}}$, а для восстанавливаемых элементов - среднее время ремонта в ремонтном органе $t_{\text{рем}}$. Это время включает:

- 1) время доставки в ремонтный орган;
- 2) время ожидания начала ремонта;
- 3) время ремонта;
- 4) время доставки в место запаса.

В качестве показателя достаточности при расчетах используют заданные значения вероятности достаточности P_d , как вероятность того, что в течение расчетного времени все отказы будут устранены за счет запасных элементов. P_d выбирается из ряда: 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 0,95; 0,99.

Это количество Z_i включается в комплект запаса (по ЦЭ – 868 это страховой неснижаемый запас).

Для расчета числа невосстанавливаемых элементов для замены отказавших в процессе эксплуатации необходимы следующие исходные данные:

1. Интенсивность отказов элементов i -го типа λ_i .
2. Количество элементов i -го типа N_i .
3. Время, на которое рассчитывается запас τ_3 .
4. Вероятность достаточности запаса P_d .

Расчет числа запасных элементов производится в следующем порядке.

1. Определяется среднее количество замен элементов i -го типа r_i за время, на которое рассчитывается запас, по формуле:

$$r_i = N_i \cdot \lambda_i \cdot \tau_3.$$

2. По вычисленному значению r_i определяется вероятность безотказной работы по формуле:

$$P_i = e^{-r_i}.$$

3. По заданному значению P_d и среднему количеству замен r_i определяется число запасных элементов i -го типа Z_i по формуле:

$$P_i(z_i) = e^{-\lambda_i} \cdot \sum_{k=0}^{z_i} \frac{\lambda_i^k}{k!}$$

Вычисления прекращаются при значениях z_i , обеспечивающих выполнение условия $P_i(z_i) \geq P_d$. Это число z_i включается в комплект запаса.

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

Таблица

№ 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

Контрольные вопросы:

1. Являются ли запасные элементы пассивным резервированием?
2. Сколько запасных элементов необходимо при вероятности достаточности запаса равной нулю?
3. Сколько запасных элементов необходимо при вероятности достаточности запаса равной единице?

Занятие 9. Методы контроля показателей надежности

Цель: изучение особенностей расчета контроля надежности по методу однократной выборки и последовательного метода контроля надежности.

В результате студенты должны уметь решать типовые задачи, соответствующие данной теме.

Содержание

Контроль надежности, его цели и задачи. Основные статистические методы контроля надежности: метод однократной выборки, метод двукратной выборки, последовательный метод (контроль числа дефектных изделий, контроль по наработке).

Задачи:

4. 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.

5. 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.

6. Контролю надежности подлежит партия из $N = 200$ изделий. Необходимо определить приемочное (A_0) и браковочное (A_1) числа дефектных изделий в выборке $n = 40$ 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.

7. 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 $q_k > 0,1$. Решение должно быть принято с риском $p = 0,08$.

8. 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.

Контрольные вопросы:

1. Какова цель контроля надежности?
2. Что понимают под ошибками первого и второго рода?
3. Какие статистические методы контроля надежности существуют?
4. Расскажите о достоинствах и недостатках каждого из методов контроля надежности.
5. Что называют планом контроля?
6. Что понимают под совокупностью условий испытаний?
7. В чем заключается контроль надежности по методу однократной выборки?
8. На чем основан последовательный метод контроля надежности?
9. Расскажите про контроль числа дефектных изделий.
10. Как осуществляется последовательный контроль по наработке?

3.2 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.

3.2 Перечень 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 раздельное 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.

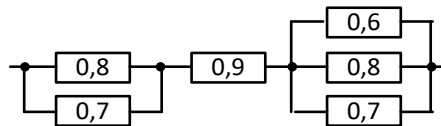
12. Система имеет раздельное холодное резервирование кратностью $m = 2$. Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ч}^{-1}$. Определить вероятность безотказной работы резервированной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

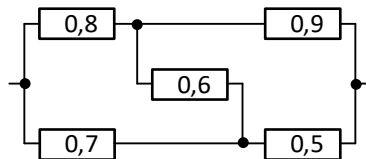
14. Объект имеет интенсивность отказов $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ч}^{-1}$. Требуется определить количество элементов в ЗИП для обеспечения надежности не ниже $P(t_n) = 0,995$, если предполагаемое время пополнения ЗИП составляет $t_n = 200$ час.

3.3 Перечень практических заданий к экзамену (для оценки навыков)

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

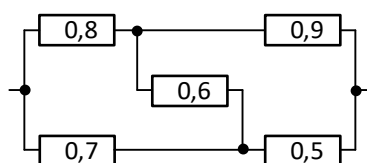


2. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



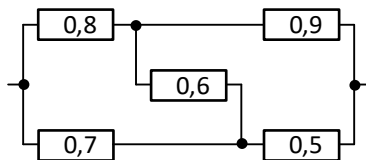
Применив преобразование «треугольник» в «звезду» определить вероятность безотказной работы объекта.

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



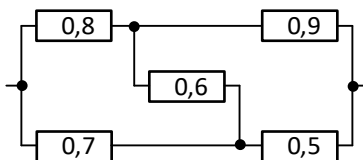
Применив разложение по ключевому элементу определить вероятность безотказной работы объекта.

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.

6. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



Интенсивности переходов $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$, $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$. Путем применения топологического метода определить вероятности состояний объекта P_1, P_2, P_3 .

7. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид

$$\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = 0,5 \cdot 10^{-3}$$

Определить вероятности $P_1(t), P_2(t)$ на момент времени $t = 1000$ час.

8. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид

$$\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = 0,5 \cdot 10^{-3}$$

Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя объекта.

9. Размеченный граф состояний системы. Интенсивности переходов $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$, $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$.



Применив топологический метод, определить вероятности состояний системы P_1 , P_2 , P_3 .

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий к экзамену разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, личный кабинет обучающегося.

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

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

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Практические задачи (ПЗ)	Преподаватель должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта ПЗ. Задания ПЗ выложены в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. ПЗ должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической частей, сформулированными в «Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017 в последней редакции. РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Предусмотрена устная защита РГР, в процессе которой обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем и отвечает на его вопросы.
Курсовая работа	Текущий контроль проводится преподавателем регулярно и состоит в проверке посещаемости занятий, соответствию установленному сроку хода выполнения работы, правильности полученных результатов в разделах, в результате чего ставятся контрольные баллы на контрольных неделях (если предусмотрены графиком учебного процесса). 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 качеством устной защиты.
Собеседование	Преподаватель информирует обучающихся о том, что для оценки их знаний в качестве формы промежуточной аттестации – экзамена, будет использована

	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.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета/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

 2019-2020 учебный год	Экзаменационный билет № 1 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>  <pre>graph LR; A[0,8] --- B(()); B --- C[0,9]; B --- D[0,6]; D --- E(()); E --- F[0,5]; G[0,7] --- E; C --- H(()); F --- H; H --- I(())</pre>		