

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

**Забайкальский институт железнодорожного транспорта –**  
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ЗабИЖТ ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 267-1

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

Специальность – 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация – Магистральный транспорт

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Прикладная механика и математика

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану – 108

Формы промежуточной аттестации в семестрах, курсах

очная форма обучения: экзамен 7 семестр

заочная форма обучения: экзамен 4 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
– лекции	17	17
– практические	34	34
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
Экзамен	36	36
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по курсам**

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

УП – учебный план.

ЧИТА

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

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

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 г. № 216.

Программу составил:

к.ф.-м.н., доцент кафедры ПМиМ

Т.Э. Носальская

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Прикладная механика и математика», протокол от «14» апреля 2020 г № 8.

Зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

Н.В. Пешков

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Управление процессами перевозок», протокол от «14» апреля 2020 г № 8.

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

М.И. Коновалова

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель преподавания дисциплины</b>	
1	овладение обучающимися теоретическими знаниями и практическими навыками, позволяющими осуществлять оценку надёжности технических объектов и систем
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	формирование знаний понятийного аппарата теории надёжности, методов и способов повышения надёжности объекта на протяжении жизненного цикла
2	обучение умению применять полученные знания для решения прикладных задач определения и анализа показателей надёжности технических систем
3	овладение навыками осуществления прогноза технического состояния систем, машин и агрегатов
4	овладение навыками определения ресурса технических систем, машин и агрегатов
5	развитие общего представления о современном состоянии теории надёжности и математической статистики
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины (модули) / Обязательная часть
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.О.20 Начертательная геометрия и компьютерная графика
2	Б1.О.21 Теоретическая механика
3	Б1.О.27 Железнодорожные станции и узлы
4	Б1.О.44 Основы проектирования железных дорог
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4. Способность выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	<b>Знать:</b> понятийный аппарат теории надёжности, методов и способов повышения надёжности объекта на протяжении жизненного цикла; методы решения теоретических задач по определению интенсивности изнашивания, элементов механики разрушения материалов и влияния их на показатели надёжности
		<b>Уметь:</b> проводить исследование функциональной надёжности железнодорожного пути, проводить расчет надёжности при проектировании транспортных объектов
		<b>Владеть:</b> навыками осуществления прогноза технического состояния транспортных объектов, навыками определения ресурса транспортных объектов,

		навыками расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов
	ОПК-4.6. Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации	<b>Знать:</b> показатели надежности транспортных объектов
		<b>Уметь:</b> применять показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации
		<b>Владеть:</b> методами системного подхода при формировании технических заданий и разработке технической документации транспортных объектов с целью повышения их надежности, методиками расчета показателей надежности транспортных объектов

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма						Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов</b>	7	6	12		7	4/летняя	2	2		22	ОПК-4.5, ОПК-4.6
1.1	Тема 1: Математический аппарат теории надёжности. 1. Основные формулы для нахождения вероятности события. 2. Законы и функции распределения случайных величин. 3. Числовые характеристики случайных величин	7	1	2		2	4/летняя				4	ОПК-4.5
1.2	Тема 2: Основные понятия и показатели надёжности. 1. Надёжность и её составляющие. 2. Показатели долговечности и ремонтопригодности. 3. Обеспечение необходимой надёжности	7	1	2		1	4/летняя	1	1		3	ОПК-4.5
1.3	Тема 3: Отказы. 1. Критерии отказов. 2. Классификация отказов. 3. Понятие наработки	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.5
1.4	Тема 4: Модели наработки до отказа. 1. Экспоненциальное распределение. 2. Нормальное и логарифмически-нормальное распределение. 3. Распределение Вейбулла	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.5
1.5	Тема 5: Надёжность восстанавливаемых транспортных объектов. 1. Непрерывная схема эксплуатации. 2. Критерии надёжности. 3. Способы объединения элементов в группы	7	1	2		1	4/летняя	1	1		3	ОПК-4.6
1.6	Тема 6: Надёжность восстанавливаемых транспортных объектов. 1. Понятие восстанавливаемого объекта. 2. Модель восстановлений работоспособности. 3. Коэффициент технического использования	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.6

2.0	<b>Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем</b>	7	6	12		8	4/летняя	2	2		22	<b>ОПК-4.5, ОПК-4.6</b>
2.1	Тема 7: Надёжность последовательных технических систем. 1. Последовательное соединение элементов. 2. Примеры последовательных технических систем. 3. Испытания на надёжность	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.6
2.2	Тема 8: Надёжность параллельных технических систем. 1. Параллельное соединение элементов. 2. Примеры параллельных технических систем. 3. Применение теоремы сложения вероятностей к расчёту надёжности	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.6
2.3	Тема 9: Расчёт надёжности сложных систем. 1. Структура сложных систем. 2. Этапы и структурная схема расчёта надёжности. 3. Приложения теории случайных процессов к расчёту надёжности	7	1	2		2	4/летняя	1	1		3	ОПК-4.6
2.4	Тема 10: Понятие резервирования. 1. Избыточность как основа резервирования. 2. Методы и показатели резервирования. 3. Виды резервных схем	7	1	2		1	4/летняя	1	1		3	ОПК-4.5
2.5	Тема 11. Резервирование невосстанавливаемых систем. 1. Общее и поэлементное пассивное резервирование. 2. Общее и поэлементное активное резервирование. 3. Комбинированный резерв	7	1	2		2	4/летняя				4	ОПК-4.6
2.6	Тема 12. Резервирование восстанавливаемых систем. 1. Общее активное и пассивное резервирование. 2. Поэлементное и мажоритарное резервирование. 3. Сравнение различных видов резерва	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.6
3.0	<b>Раздел 3. Изменение надёжности технических объектов в процессе эксплуатации</b>	7	5	10		6	4/летняя	2	2		18	<b>ОПК-4.5, ОПК-4.6</b>
3.1	Тема 13: Экспериментальное исследование надёжности. 1. Классификация испытаний на надёжность. 2. Планирование испытаний. 3. Сбор и обработка информации об отказах	7	1	2		1	4/летняя				4	ОПК-4.5
3.2	Тема 14: Обработка результатов испытаний. 1. Графическое представление результатов. 2. Критерий отбрасывания резко выделяющихся значений. 3. Применение метода наименьших квадратов	7	1	2		1	4/летняя	1	1		3	ОПК-4.5
3.3	Тема 15: Статистическая обработка экспериментальных данных. 1. Точечные оценки. 2. Интервальные оценки. 3. Оценки показателей надёжности	7	1	2		2	4/летняя				4	ОПК-4.5

3.4	Тема 16: Логико-графические методы анализа надёжности. 1. Структура дерева отказов. 2. Правила построения дерева отказов. 3. Использование логических схем	7	1	2	1	4/летняя	1	1	3	ОПК-4.6
3.5	Тема 17: Обеспечение надёжности систем при эксплуатации. 1. Организация эксплуатации. 2. Организация пополнения запаса. 3. Расчёт количества восстанавливаемых запасных частей по вероятности достаточности	7	1	2	1	4/летняя			4	ОПК-4.6
3.6	Выполнение контрольной работы	7				4/летняя			16	ОПК-4.5, ОПК-4.6
	Форма промежуточной аттестации - экзамен	7	36			4/летняя	18			ОПК-4.5, ОПК-4.6

\* Код индикатора достижения компетенции проставляется или для всего раздела, или для каждой темы, или для каждого вида работы.

### 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 Института, доступной обучающемуся через его личный кабинет

### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Тетеревков, И. В. Надежность систем автоматизации : учебное пособие / И. В. Тетеревков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 357 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564230">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564230</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн
6.1.1.2	Анферов, В. Н. Надежность технических систем : учебное пособие / В. Н. Анферов, С. И. Васильев, С. М. Кузнецов ; отв. ред. Б. Н. Смоляницкий. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 108 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493640</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн
6.1.1.3	Основы теории надежности: практикум / авт.-сост. Н. Ю. Землянушнова, А. А. Порохня ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 152 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459195</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн

<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Атапин, В. Г. Основы теории надежности : учебное пособие / В. Г. Атапин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 94 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574624">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574624</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн
6.1.2.2	Белинская, И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И. В. Белинская, В. Я. Сквородин ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), Кафедра «Автомобили, тракторы и технический сервис». – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2017.– 81 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480390">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480390</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн
6.1.2.3	Каштанов, В. А. Теория надежности сложных систем : учебное пособие / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. – Москва : Физматлит, 2010. – 607 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68415">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68415</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн/ЭИОС
6.1.3.1	Носальская, Т.Э. Основы теории надежности. Методические указания на практические занятия для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» / Т.Э. Носальская. – Чита: ЗаБИЖТ, 2019. – 24 с. [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27209.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27209.pdf</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн/ ЭИОС
6.1.3.2	Носальская, Т.Э. Основы теории надежности. Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» / Т.Э. Носальская. – Чита: ЗаБИЖТ, 2019. – 34 с. [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27204.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27204.pdf</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн/ ЭИОС
6.1.3.3	Носальская, Т.Э. Основы теории надежности. Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» / Т.Э. Носальская. – Чита: ЗаБИЖТ, 2019. – 16 с. [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27202.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=27202.pdf</a> (дата обращения: 22.04.2024)	онлайн/ ЭИОС
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	АСУ Библиотека ЗаБИЖТ <a href="http://zabizht.ru">http://zabizht.ru</a>	
6.2.2	ЭБС "Университетская библиотека Online" <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows 7 Professional, лицензия № 49156201, государственный контракт от 03.10.2011 г. № 139/53-ОАЭ-11	
6.3.1.2	Microsoft Office 2007 Standard, лицензия № 45777622, государственный контракт от 10.08.2009 г. №64/17-ОА-09; Microsoft Office 2007 Standard, лицензия № 44718393, государственный контракт от 18.10.2008 г. № 92/32А-08	
6.3.1.3	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.1.4	АСУ «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611107, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.02.2009	

6.3.1.5	БД АСУ «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009620102, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 27.02.2009
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Информационно-справочная система «Гарант»
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрено

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Учебный и лабораторный корпус ЗаБИЖТ ИрГУПС находятся по адресу: 672040, Забайкальский край, город Чита, улица Магистральная, дом 11
2	Учебная аудитория 1.25 для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор, экран (переносной), ноутбук (переносной)), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
3	Учебная аудитория 305 для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной)), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены специализированной мебелью и компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети Интернет с выходом в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: - читальный зал; - 3.24, 4.15
5	Помещение 3.25 для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащенность: компьютеры, ручной слесарный инструмент, электротехнический инструмент, принадлежности для пайки, мебель, учебно-наглядные пособия

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>На лекциях обучающиеся получают самые необходимые данные, во многом дополняющие и корректирующие учебники. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является непременным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.</p> <p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий.</p> <p>Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий 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</p>



	<p>предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте. 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 предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам. Обучающийся изучает учебный материал и если, несмотря на изученный материал, задания выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия и/или консультацию лектора.</p> <p>Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа обучающегося над усвоением учебного материала может выполняться в библиотеке, аудиториях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который разрабатывался при проведении учебных занятий.</p> <p>Содержание самостоятельной работы обучающегося определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

## 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 Института, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

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

## 2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенции:  
ОПК-4. Способность выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (раздел/тема дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>7 семестр</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Разноуровневые задачи (письменно), доклад (устно), тестирование (компьютерные технологии)
2	Текущий контроль	Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Разноуровневые задачи (письменно), конспект (письменно), тестирование (компьютерные технологии)
3	Текущий контроль	Раздел 3. Изменение надежности технических объектов в процессе эксплуатации	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Разноуровневые задачи (письменно), реферат (письменно), тестирование (компьютерные технологии)
4	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов. Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем Раздел 3. Изменение надежности технических объектов в процессе эксплуатации	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Экзамен (собеседование), экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>Курс 4 сессия летняя</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Контрольная работа (письменно)

		объектов. Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем. Раздел 3. Изменение надёжности технических объектов в процессе эксплуатации		
2	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия и определения теории надёжности. Количественные характеристики надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов. Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем. Раздел 3. Изменение надёжности технических объектов в процессе эксплуатации	ОПК-4.5, ОПК-4.6	Экзамен (собеседование), экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

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

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

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

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

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы
2	Доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы докладов

3	Разноуровневые задачи	<p>Различают задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся;</li> <li>– реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся;</li> <li>– творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</li> </ul>	Типовые разноуровневые задачи
4	Конспект	<p>Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>	Темы конспектов
5	Реферат	<p>Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор реферата раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся</p>	Темы рефератов
6	Тестирование (компьютерные технологии)	<p>Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>	Фонд тестовых заданий
<b>Промежуточная аттестация</b>			
7	Экзамен	<p>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</p>	Перечень теоретических вопросов и типовое практическое задание к экзамену (образец экзаменационного билета)
8	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	<p>Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>	Фонд тестовых заданий

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

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

**Тестирование – промежуточная аттестация в форме экзамена**

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

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

**Контрольная работа**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Полное раскрытие темы, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно)
	Недостаточно полное раскрытие темы, одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач

	<p>Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач</p>
«не зачтено»	<p>Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др. Нет ответа. Не было попытки выполнить задание</p>

### Доклад

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

### Разноуровневые задачи

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

### Конспект

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме



«хорошо»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

### Реферат

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

### Тестирование – текущий контроль

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

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

#### 3.1 Типовое задание для выполнения контрольной работы

Варианты заданий для выполнения контрольной работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типового задания для выполнения контрольной работы по темам дисциплины, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

#### Образец типового варианта задания для выполнения контрольной работы

##### Задание 1.

На испытание поставлено 1000 однотипных устройств. За время 1000 часов из строя вышло 245 устройств. За последующий интервал времени 100 часов из строя вышло 15 устройств. Требуется вычислить вероятность безотказной работы за время 1000 часов и 1100 часов, частоту отказов и интенсивность отказов на временном интервале.

##### Задание 2.

В течение некоторого времени производилось наблюдение за восстанавливаемым устройством и было зафиксировано 15 отказов. До начала наблюдения устройство проработало 350 часов. Общее время наработки к концу наблюдения составило 1280 часов. Требуется найти наработку на отказ.

##### Задание 3.

Система из 5 устройств, имеющих разную надёжность. Известно, что каждый из приборов, проработав вне системы  $t_i$  часов, имел  $n_i$  отказов. Для каждого из устройств справедлив экспоненциальный закон надёжности. Требуется найти наработку на отказ всей системы. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице

$t_1$ , час.	$n_1$	$t_2$ , час.	$n_2$	$t_3$ , час.	$n_3$	$t_4$ , час.	$n_4$	$t_5$ , час.	$n_5$
256	6	540	8	780	10	250	4	900	12

##### Задание 4.

Устройство состоит из 20 500 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $2 \cdot 10^{-5}$ . Требуется вычислить вероятность безотказной работы в течение времени 2 часа и среднюю наработку до первого отказа.

##### Задание 5.

Устройство состоит из 6 элементов. Надёжность каждого элемента характеризуется вероятностью  $p_i(t)$  безотказной работы в течение времени  $t$ . Требуется найти вероятность безотказной работы устройства. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице

$p_1(t)$	$p_2(t)$	$p_3(t)$	$p_4(t)$	$p_5(t)$	$p_6(t)$
0,945	0,945	0,95	0,955	0,96	0,96

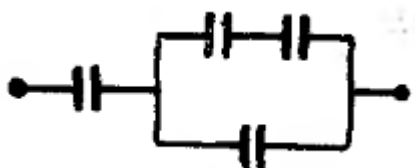
### Задание 6.

В системе могут быть использованы только те элементы, средняя интенсивность отказов которых равна  $3,5 \cdot 10^{-5}$ . Система состоит из 200 элементов. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы в конце первого часа.

### Задание 7.

Известны интенсивность отказов конденсатора  $\lambda$ , интенсивность отказов конденсатора по обрыву и замыканию (пробую)  $\lambda_0, \lambda_3 = \lambda_1$ . Вероятность того, что отказ конденсатора произойдёт из-за обрыва, описывается формулой  $\varphi_0 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \lambda_1}$ . Задано время

непрерывной работы схемы  $t$ . Предполагается, что последствие отказов отсутствует. Найти вероятность безотказной работы схемы соединения конденсаторов



### Задание 8.

В результате исследования пульта контроля с высокой плотностью информации осуществляется контроль комплекса параметров путём считывания показателей со шкал пульта. При считывании стократно фиксировалась длительность операции контроля в секундах. Требуется на основании полученного вариационного ряда длительности операций контроля выяснить соответствие полученных данных определённым законам распределения. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице. Если у значения не указана частота, значит оно появлялось один раз.

Значение (частота)									
1 (2)	1,8	2,1	2,2 (3)	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8 (6)	3 (2)
3,2 (4)	3,4 (4)	3,6 (2)	3,7	4 (3)	4,1	4,2 (3)	4,4 (3)	4,6 (4)	4,7
4,8 (2)	5 (6)	5,2 (4)	5,4 (3)	5,5 (3)	5,6 (2)	5,7 (2)	5,8 (5)	6 (2)	6,1 (2)
6,2 (2)	6,6	6,8	7 (2)	7,2 (2)	7,4	7,8	7,9	8	8,1
8,7	8,8	10,8	11	11,4	11,8	12	13,2	13,4	14,1
18,8									

## 3.2 Темы докладов

Темы докладов выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗАБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены темы докладов, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

### Темы докладов

1. Показатели безотказности, долговечности, сохраняемости.
2. Нормальное распределение в теории надёжности.
3. Потоки отказов и восстановлений.
4. Влияние глубины контроля на расчёт надёжности.
5. Расчёт функциональной надёжности систем.
6. Методы моделирования надёжности сложных систем.
7. Испытания на надёжность.
8. Обработка результатов многофакторных испытаний на надёжность.

9. Методы повышения надёжности систем.
10. Надёжность оперативного персонала сложных систем.
11. Модели надёжности на железных дорогах.
12. Методы оценивания надёжности железнодорожных систем.
13. Законы распределения времени отказов.
14. Лямбда-характеристика.
15. Нечёткая надёжность.

### 3.3 Типовые разноуровневые задачи

Примеры типовых разноуровневых задач выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы разноуровневых задач по темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

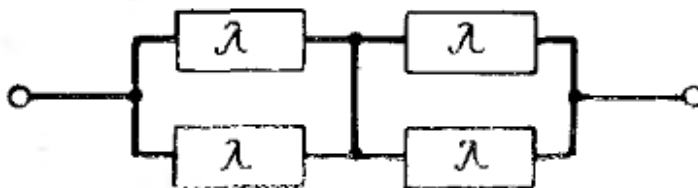
#### Образцы типовых разноуровневых задач

1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных приборов. За 3000 часов отказало 80 из них. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа приборов в течение 3000 часов.
2. На испытании находилось  $N_0 = 1000$  образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов фиксировалось через каждые 100 часов работы, т.е.  $\Delta t = 100$  час. Данные об отказах приведены в таблице

$\Delta t_i$ , час	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i$ , час	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i$ , час	$n(\Delta t_i)$
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

Требуется вычислить количественные характеристики надёжности и построить зависимости характеристик от времени.

3. Время безотказной работы элементов подчинено экспоненциальному закону с параметром  $\lambda = 3 \cdot 10^{-5}$  час<sup>-1</sup>, а время работы изделия  $t = 20000$  час. Требуется вычислить количественные характеристики надёжности резервированного изделия при общем ненагруженном резервировании замещением с кратностью  $m = 3$ .
4. Схема расчёта надёжности устройства приведена на рисунке



Предполагается, что последствие отказов отсутствует и все элементы расчёта равнонадёжны. Интенсивность отказов элемента  $\lambda = 135 \cdot 10^{-8}$  час<sup>-1</sup>. Требуется определить наработку до первого отказа резервированного устройства.

### 3.4 Темы конспектов

Темы конспектов выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗАБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены темы конспектов, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

#### Темы конспектов

1. Место теории надёжности среди смежных наук.
2. Элементы теории случайных процессов.
3. Ключевые параметры систем массового обслуживания.
4. Терминология в области надёжности.
5. Проектирование систем и задачи исследования надёжности.
6. Распределение Рэлея и его параметры.
7. Гамма-процентная наработка до отказа.
8. Простейший поток отказов. Стационарность, ординарность, отсутствие последствия. Потоки Эрланга.
9. Применение метода Монте-Карло в теории надёжности.
10. Расчёт надёжности с помощью графов. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
11. Испытание изделий. Общие положения. Требования к надёжности изделий, к методам испытаний.
12. Показатели ремонтпригодности технических систем.
13. Влияние контроля и диагностики на надёжность систем.
14. Влияние внешних факторов на надёжность сложных технических систем.
15. Планирование и оценка завершенности экспериментальной отработки.

### 3.5 Темы рефератов

Темы рефератов выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗАБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены темы рефератов, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

#### Темы рефератов

1. Отказ как основа теории надёжности.
2. Моделирование и оценивание эффективности технических систем.
3. Использование теории надёжности в организации и управлении железнодорожными перевозками.
4. Основы теории надёжности и ее применение в оценке функционирования грузовых перевозок.
5. Расчет надёжности систем с временной избыточностью.
6. Анализ частоты и причин отказов специального оборудования на железнодорожном транспорте.
7. Принципы резервирования как метода повышения надёжности систем.
8. Методы оценки и способы обеспечения надёжности функционирования производственных систем.
9. Модели и методы в задачах исследования качества и надёжности технологических процессов и средств производства.
10. Оценка надёжности изделий по результатам испытаний экспериментальными методами.
11. Компьютерное моделирование статистических данных о надёжности.

12. Показатели эксплуатации технических систем. Показатели надежности по результатам эксплуатации.
13. Эксплуатационные методы повышения надёжности технических систем.
14. Техническая диагностика как метод обеспечения надежности систем
15. Методы эксплуатации, ремонта и технического обслуживания систем.

### 3.6 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

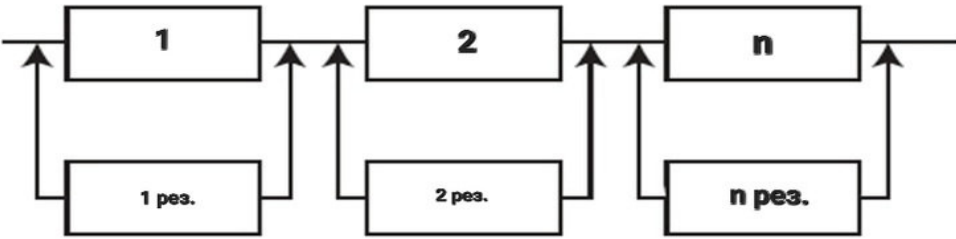
Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

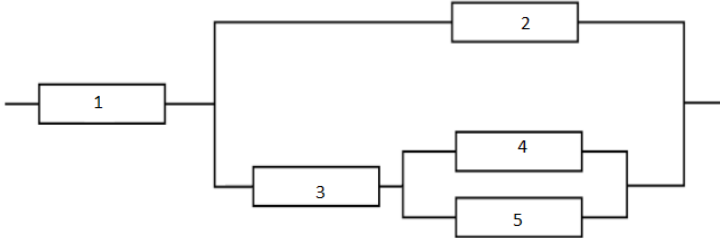
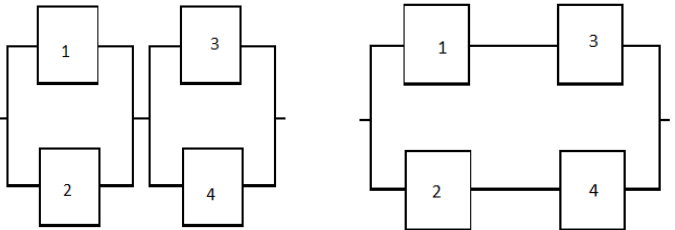
Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ	Тестовые задания
ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	Тема 1: Математический аппарат теории надёжности	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	1 Случайное событие-... <b>1 Событие, которое может произойти или не произойти в действительности</b> 2 Событие, которое не может произойти 3 Событие, которое обязательно происходит 4 Событие, которое не может произойти, если произошло совместное с ним событие  2 Событие, которое произойдет обязательно, называется <:достоверным:> (ответ вписать с маленькой буквы, одним словом)
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	3 Диапазон количественных значений вероятности безотказной работы... <b>1 0 – 1</b> 2 1 – 100 3 1 – 1000.  4 Вероятность отказа невосстанавливаемой системы при вероятности отказов элементов 0,2 и 0,4 составит <:0,52:>. (в ответе записать десятичную дробь, разделяя знаки запятой)
		Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	5 При испытании партии приборов было выявлено, что относительная частота годных приборов равна 0,8. Найти число годных приборов, если всего проверили 400 приборов. 1 400 2 80 3 240 <b>4 320</b>
	Тема 2: Основные понятия и показатели надёжности	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	6 Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени работы – это... 1 долговечность <b>2 безотказность</b> 3 ремонтпригодность 4 сохраняемость

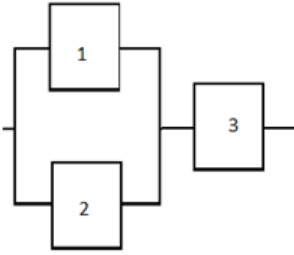
				7 <:безотказность:> — это способность технической системы выполнять требуемые функции при заданных условиях в течение определенного периода времени (записать ответ с маленькой буквы)
Тема 3: Отказы	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ		8 <:частота:> отказов — это количество отказов системы на единицу времени. (записать ответ с маленькой буквы)  9 Чему равна ведущая функция потока отказов? <b>1</b> $W(t) = M[\eta(t)]$ <b>2</b> $M(t) = W[\eta(t)]$ <b>3</b> $\omega = \frac{W}{dt}$
	Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ		10 Найдите интенсивность потока отказов если $\lambda_1 = 3 \times 10^{-5}$ , $\lambda_2 = 4 \times 10^{-5}$ , $\lambda_3 = 7 \times 10^{-5}$ . <:0,00014:> (ответ записать в виде десятичной дроби, знаки отделяются запятой)
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ		11 Время суммарных простоев на ТО и ремонт при заданном $K_{ти} = 0,8$ равно 250 часов, суммарная наработка до отказа конвейера составит... <b>1</b> 250 часов <b>2</b> <b>750 часов</b> <b>3</b> 1000 часов
Тема 4: Модели наработки до отказа	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ		12 Десять подшипников до первого отказа отработали по 1000 часов, 30 подшипников – по 800 часов. средняя наработка до отказа равна: <b>1</b> <b>850</b> <b>2</b> 1800 <b>3</b> 8000 <b>4</b> 24000  13 <:интенсивность:> потока отказов характеризует скорость изменения числа отказов во времени (записать ответ с маленькой буквы)
	Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ		14 Найти вероятность безотказной работы, если $\lambda_1 = 10^{-5}$ , $\lambda_2 = 2 \times 10^{-5}$ , $\lambda_3 = 4 \times 10^{-5}$ , $\lambda_4 = 4 \times 10^{-5}$ , $\lambda_5 = 8 \times 10^{-6}$ . <:0,999:> (Ответ округлить до тысячных, знаки отделяются запятой)
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ		15 Какое время наработки до отказа должно быть у системы, чтобы ее вероятность безотказной работы была не менее 0,95, если ее интенсивность отказов равна 0,002? <b>1</b> 2500 часов <b>2</b> <b>5000 часов</b> <b>3</b> 7500 часов <b>4</b> 10000 часов
Тема 10: Понятие резервирования	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ		16 Какая резервная схема изображена на рисунке?

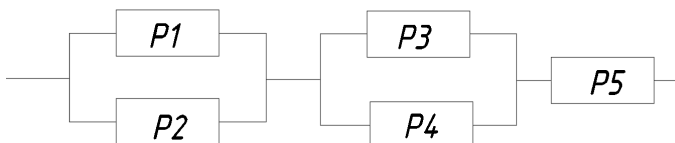
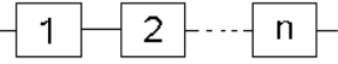
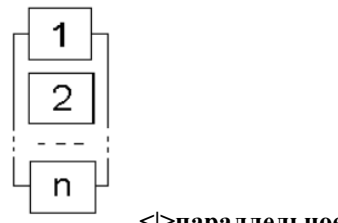
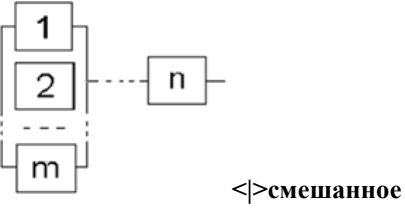


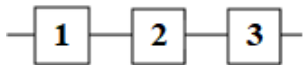

				 <p>1 Автономное 2 Раздельное <b>3 Поэлементное</b> 4 Скользящее</p> <p>17 &lt;:резервирование:&gt; – применение дополнительных средств и возможностей с целью сохранения работоспособного состояния объекта при отказе одного или нескольких элементов. (ответ записать с маленькой буквы).</p>
Тема 13: Экспериментальное исследование надёжности	Знание	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	18 Испытания на надежность в зависимости от их целей делят на <:3:> класса (в ответе записать число)	
	Умение	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	19 Какие испытания предназначены для анализа явлений, связанных с оценкой надежности? 1 Определительные <b>2 Специальные</b> 3 Контрольные	
Тема 14: Обработка результатов испытаний	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	20 Цель контрольных испытаний-... 1 Испытания, проводимые для контроля качества объекта, по результатам которых устанавливается соответствие между фактическими показателями надежности 2 Контроль соответствия продукции требованиям по надежности, приведенным в технических условиях с учетом результатов определительных испытаний <b>3 Проверка соответствия фактического уровня надежности требованиям установленным нормам технической документации</b>	
	Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	21 Коэффициент <:готовности:> – вероятность того, что объект будет исправен в течение длительного времени	
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	22 Средняя наработка до отказа редуктора с отказами через 30, 48, 50, 25, 28, 60, 54, 45 часов составляет <:42,5:> часов. (ответ округлить до десятых, знаки отделяются запятой)	
			23 Поставьте в соответствие показатели надежности и их виды: <b>1 долговечность&lt; &gt;единичные</b> <b>2 безотказность&lt; &gt;единичные</b> <b>3 коэффициент технического использования&lt; &gt;комплексные</b>	

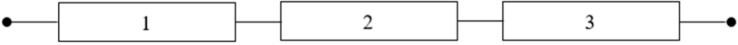
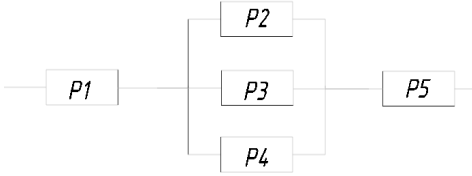
				<b>4 коэффициент готовности &lt; &gt;комплексные</b>																				
	Тема 15: Статистическая обработка экспериментальны х данных	Знание	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	24 Статистическая обработка экспериментальных данных часто предполагает построение <:доверительных:> интервалов для оцениваемых параметров надёжности																				
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	25 Вероятность безотказной работы 100 подшипников за год, 70 из которых этот период отработали без отказов, равна... 1 p = 5 2 p = 0,3 <b>3 p = 0,7</b> 4 p=1  26 Коэффициент оперативной готовности при коэффициенте готовности $K_g=0,8$ и вероятности безотказной работы $p(t)=0,9$ равен <:0,05:> (в ответе записать десятичную дробь, разделяя знаки запятой)																				
		Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	27 Поставьте в соответствие цвет графика и его назначение  <table border="1"> <caption>Данные для графика</caption> <thead> <tr> <th>t</th> <th>P(t) (синий ромб)</th> <th>Q(t) (красный квадрат)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>0,15</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>0,45</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>0,68</td> <td>0,32</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>0,79</td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>0,90</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>1,00</td> <td>0,05</td> </tr> </tbody> </table>	t	P(t) (синий ромб)	Q(t) (красный квадрат)	15	0,15	0,85	28	0,45	0,55	41	0,68	0,32	54	0,79	0,21	67	0,90	0,10	80	1,00
t	P(t) (синий ромб)	Q(t) (красный квадрат)																						
15	0,15	0,85																						
28	0,45	0,55																						
41	0,68	0,32																						
54	0,79	0,21																						
67	0,90	0,10																						
80	1,00	0,05																						
ОПК-4.6. Применяет показатели надёжности при	Тема 5: Надёжность невосстанавливаем ых транспортных	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	28 Выберите показатели надёжности невосстанавливаемых объектов <b>1 Средняя наработка до отказа, гамма - процентная наработка до отказа, интенсивность отказа, вероятность безотказной работы</b> 2 Средний ресурс, срок службы, гамма-процентный ресурс																				

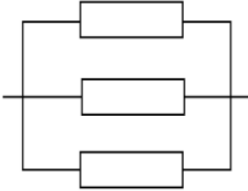
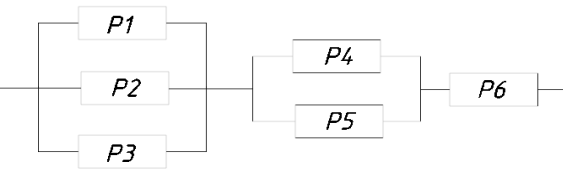
формировании технических заданий и разработке технической документации	объектов			3 Среднее время восстановления, коэффициент готовности, гамма - процентный  29 <:генеральная:> совокупность – это совокупность случайных параметров R во всей партии
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	30 Время безотказной работы элемента подчинено экспоненциальному распределению с параметром $\lambda = 0,03 \text{ час}^{-1}$ . Найдите вероятность того, что элемент проработает безотказно в течении 15 часов и в течении 40 часов. Используя функцию надежности $P(t) = e^{-\lambda t}$ <b>1 0,6376; 0,3011</b> 2 0,4567; 0,3290 3 0,6943; 0,2984 4 0,7121; 0,4509  31 Найти вероятность безотказной работы системы, состоящей из пяти элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента соответственно: $p_1=0,9$ ; $p_2=0,8$ ; $p_3=0,9$ ; $p_4=0,75$ ; $p_5=0,85$ .   <b>&lt;:0,876:&gt;</b> (ответ округлите до тысячных, знаки разделяются запятой)
		Действие	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	32 Упорядочите схемы по возрастанию надёжности. Вероятность безотказной работы каждого элемента равна 0,8  

				 <p>В ответе запишите разность между наибольшей и наименьшей вероятностью безотказной работы системы &lt;:0,1536:&gt; (знаки отделяются запятой)</p>
Тема 6: Надёжность восстанавливаемых транспортных объектов	Знание	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	33 Коэффициент готовности мельницы, при наработке до отказа 800 часов и среднем времени восстановления 200 часов равен <:0,8:>. (в ответе записать десятичную дробь, разделяя знаки запятой)	
	Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	34 Какое количество элементов нужно добавить к системе с вероятностью безотказной работы 0,9 при условии, что каждый элемент имеет вероятность отказа 0,1, чтобы повысить ее вероятность безотказной работы до 0,99? <:1:>	
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	35 Стрелок стреляет по мишени, разделенной на 3 области. Вероятность попадания в первую область равна 0,45; во вторую – 0,35. Найти вероятность того, что стрелок при одном выстреле попадет либо в первую, либо в третью область. Выберите правильный ответ. 1 0,55 <b>2 0,65</b> 3 0,35 4 0,6	
Тема 7: Надёжность последовательных технических систем	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	36 Отказ одного из элементов при последовательном соединении приводит к отказу... <b>1 всей системы</b> 2 части системы 3 не приводит к отказу системы	
	Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	37 Последовательность отказов, происходящих один за другим в случайные моменты времени- это <:поток отказов:> (вписать ответ двумя словами с маленькой буквы, разделитель - пробел) 38 Структурно-логическая схема представляет собой совокупность ранее выделенных элементов, соединенных друг с другом 1 перпендикулярно <b>2 параллельно</b> 3 последовательно 4 одновременно 39 Найти вероятность безотказной работы системы, состоящей из пяти элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента соответственно: $p_1=0,7$ ; $p_2=0,8$ ; $p_3=0,9$ ;	

				<p><math>p_4=0,9; p_5=0,6.</math></p>  <p>&lt;:0,56:&gt; (ответ округлите до сотых, знаки отделяются запятой)</p>
		<p>Действие</p>	<p>0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>	<p>40 Найти <math>P(t)</math> и <math>Q(t)</math> для системы из трёх элементов, соединённых последовательно и имеющих вероятности <math>p_1=0,6</math> <math>p_2=0,8</math> <math>p_3=0,3</math></p> <p><b>1 0,516 и 0,486</b> 2 0,376 и 0,443 3 0,590 и 0,321</p>
<p>Тема 8: Надёжность параллельных технических систем</p>		<p>Знание</p>	<p>1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>	<p>41 Поставьте в соответствие тип соединения и его схему</p> <p>1  &lt;&gt;последовательное</p> <p>2  &lt;&gt;параллельное</p> <p>3  &lt;&gt;смешанное</p> <p>42 &lt;:параллельное:&gt; соединение – это соединение, при котором отказ всей системы, происходит только если отказали все элементы (ответ записать с маленькой буквы)</p> <p>43 Какая формула вероятности безотказной работы системы при параллельном соединении элементов?</p> <p>1 <math>P(t)= p_1 * p_2 * \dots * p_n</math> 2 <b><math>P(t)= 1 - q_1 q_2 \dots q_n</math></b> 3 <math>P(t)= p_1 q_1 * p_2 q_2 * \dots * p_n q_n</math></p>
		<p>Умение</p>	<p>1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>	<p>43 Какая формула вероятности безотказной работы системы при параллельном соединении элементов?</p> <p>1 <math>P(t)= p_1 * p_2 * \dots * p_n</math> 2 <b><math>P(t)= 1 - q_1 q_2 \dots q_n</math></b> 3 <math>P(t)= p_1 q_1 * p_2 q_2 * \dots * p_n q_n</math></p>

Тема 9: Расчёт надёжности сложных систем	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	44 Найти P(t):  $p_1=0,8$ $p_2=0,6$ $p_3=0,9$ Ответ: <:0,432:>		
			45 Найти P(t):  $p_1=0,91$ $p_2=0,32$ $p_3=0,65$ <b>1 0,1893</b> 2 0,3881 3 0,1345 4 0,4315		
	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	46 Какое распределение в теории надежности характеризует параметры элементов и систем (например, прочность) или нагрузку, величина которых может принимать любое случайное значение в известном интервале (a,b) ? 1 Экспоненциальное; 2 Нормальное; 3 Усеченное нормальное. <b>4 Равномерное</b>		
			Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	47 <:гипергеометрическое:> распределение - отрицательное биномиальное распределение при значении параметра $k = 1$ . Это распределение используется для определения надежности продукции при выборочном контроле качества и определяет вероятность числа годных изделий в выборке объема $n$ из партии объемом $N$ , содержащей $M$ годных изделий. (ответ вписать с маленькой буквы)
					48 Устройство состоит из трёх элементов, два из которых соединены последовательно и имеют вероятности безотказной работы 0,9, а третий – соединён параллельно первым двум и имеет вероятность безотказной работы 0,8. Тогда вероятность безотказной работы всей системы равна <:0,998:>. (в ответе записать десятичную дробь, разделяя знаки запятой)
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	49 Устройство, состоящее из пяти независимо работающих элементов, включается за время T. Вероятность отказа каждого из них за это время равна 0,2. Найти вероятность того, что откажет хотя бы один элемент. <b>1 0,67</b> 2 0,86 3 0,97 4 0,63		

Тема 11. Резервирование невосстанавливаемых систем	Знание	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	50 Ординарный поток без последствия, не обладающий свойством стационарности, называется <:неоднородным:>
	Умение	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	51 Даны интенсивности отказов элементов: 0,00006; 0,00005; 0,00007. Чему равны интенсивность отказа и среднее время безотказной работы системы? <b>1 <math>\lambda = 0.00018</math>, <math>T = 5555</math></b> 2 $\lambda = 0.00082$ , $T = 1219$ 3 $T = 5555$ , $\lambda = 0.00082$ 4 $T = 1219$ , $\lambda = 0.00018$
	Действие	0 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	52. Приёмник состоит из трёх блоков, интенсивность отказов этих блоков равна $\lambda = 1,5 \times 10^{-4}$ за 200 часов работы. Найти вероятность безотказной работы  1 0,72 2 0,87 <b>3 0,91</b> 4 0,99
Тема 12. Резервирование восстанавливаемых систем	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	53 В системе с каким соединением для безотказной работы в течении некоторой наработки $t$ необходимо и достаточно, чтобы каждый из ее $n$ элементов работал безотказно в течении этой наработки? (Укажите правильную формулу): <b>1 <math>P(t) = p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n = \prod_{i=1}^n p_i = \prod_{i=1}^n (1 - q_i)</math></b> 2 $Q(t) = q_1 \times q_2 \times \dots \times q_n = \prod_{i=1}^n q_i = \prod_{i=1}^n (1 - p_i)$ 3 $P(t) = 1 - Q(t)$ 4 $Q(t) = 1 - P(t)$  54 Решить задачу. Среднее время восстановительной системы $T_b = 14,42$ ч, интенсивность отказов системы $\lambda_c = 13 \times 10^{-5}$ . Найти коэффициент готовности системы? Ответ округлить до тысячных. <: <b>0,998</b> :> (в ответе записать десятичную дробь, знаки отделяются запятой)
Тема 16: Логико-графические методы анализа надёжности	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	55 Найти вероятность безотказной работы системы, состоящей из пяти элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента соответственно: $p_1=0,7$ ; $p_2=0,8$ ; $p_3=0,9$ ; $p_4=0,95$ ; $p_5=0,75$  <b>1 0,524</b> 2 0,140

				<p>3 0,923 4 0,0317</p> <p>56 Найти вероятность безотказной работы <math>P(t)</math></p>  <p><math>p_1=0,7</math> <math>p_2=0,5</math> <math>p_3=0,8</math> &lt;:0,97:&gt; (в ответе записать десятичную дробь, знаки отделяются запятой)</p>												
		Умение	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	<p>57 . Определить интенсивность отказов</p> <table border="1" data-bbox="1019 710 2072 805"> <tr> <td>Номер элемента</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><math>\lambda</math>, час<sup>-1</sup></td> <td>0,00008</td> <td>0,00004</td> <td>0,00007</td> <td>0,00001</td> <td>0,00003</td> </tr> </table> <p>&lt;:0,00023:&gt; (в ответе записать десятичную дробь, знаки отделяются запятой)</p>	Номер элемента	1	2	3	4	5	$\lambda$ , час <sup>-1</sup>	0,00008	0,00004	0,00007	0,00001	0,00003
		Номер элемента	1	2	3	4	5									
$\lambda$ , час <sup>-1</sup>	0,00008	0,00004	0,00007	0,00001	0,00003											
Действие	1 – ОТЗ 0 – ЗТЗ	<p>58 Найти вероятность безотказной работы системы, состоящей из шести элементов.</p>  <p>Вероятность безотказной работы каждого элемента соответственно: <math>p_1=0,7</math>; <math>p_2=0,8</math>; <math>p_3=0,9</math>; <math>p_4=0,9</math>; <math>p_5=0,6</math>; <math>p_6=0,8</math>. &lt;:0,763:&gt; (ответ округлить до тысячных, знаки отделяются запятой)</p>														
Тема 17: Обеспечение надёжности систем при эксплуатации	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ	<p>59 Состояние объекта, соответствующее всем требованиям нормативно-технической документации...</p> <p><b>1 исправное</b> 2 работоспособное 3 неисправное 4 предельное</p> <p>60 Вероятность того, что система с коэффициентом износа 0,1 прослужит без отказов еще 10000 часов, если она уже наработала 5000 часов, равна &lt;:0,05:&gt;. (в ответе записать десятичную дробь, разделяя знаки запятой)</p>													



	Итого	30 – ОТЗ 30 – ЗТЗ	
--	-------	----------------------	--

Ключ к ФТЗ: правильные ответы тестовых заданий закрытого типа выделены жирным начертанием шрифта, правильные ответы на вопросы открытого типа <:ограничены специальными символами:>.

Комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с ним.

Вариант теста для проведения текущего контроля и (или) промежуточной аттестации с использованием компьютерных технологий формируется из ФТЗ по дисциплине

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

Раздел 1. Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых транспортных объектов

- 1.1. Формулы для вычисления вероятностей случайных событий.
- 1.2. Случайные величины и их основные характеристики.
- 1.3. Понятия надежности, безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности.
- 1.4. Показатели долговечности.
- 1.5. Показатели сохраняемости.
- 1.6. Показатели ремонтпригодности.
- 1.7. Понятия исправности и работоспособности, предельного состояния и повреждения.
- 1.8. Понятие и классификация отказов.
- 1.9. Показатели безотказности.
- 1.10. Комплексные показатели надёжности.
- 1.11. Понятие системы и элемента, восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта.
- 1.12. Вероятность безотказной работы. Функция надёжности.
- 1.13. Понятие плотности распределения наработки до отказа, понятия интенсивности отказов, понятие средней наработки до отказа.
- 1.14. Классы зависимостей интенсивности отказов от наработки.
- 1.15. Надежность в период нормальной эксплуатации. Экспоненциальный закон распределения.
- 1.16. Надежность в период постепенных отказов. Закон нормального распределения.
- 1.17. Логарифмически-нормальное распределение.
- 1.18. Распределение Вейбулла. Вероятность безотказной работы и плотность распределения.
- 1.19. Распределение Рэлея. Вероятность безотказной работы и плотность распределения.
- 1.20. Оценка функций показателей надежности невосстанавливаемых объектов.
- 1.21. Учет статистического влияния процесса нагрузки в параметрических моделях.
- 1.22. Виды восстанавливаемых объектов, их описание и примеры.
- 1.23. Понятие параметра потока отказов, условие постоянства параметра потока отказов.
- 1.24. Понятие математического ожидания наработки на отказ объекта с нулевым временем восстановления.
- 1.25. Показатели надежности объекта с конечным временем восстановления.
- 1.26. Понятие плотности распределения наработки между очередными восстановлениями объекта.
- 1.27. Понятие параметра потока восстановлений.
- 1.28. Понятие функции готовности и оперативной готовности.
- 1.29. Понятие коэффициентов готовности и оперативной готовности.
- 1.30. Понятия математического ожидания времени безотказной работы, времени восстановления и времени между очередными событиями потока.
- 1.31. Оценка показателей надежности восстанавливаемых объектов.

Раздел 2. Расчёт систем на надёжность. Методы расчёта надёжности резервированных систем

- 2.1. Понятие структурной схемы надежности.

- 2.2. Понятие последовательного соединения по надежности для восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.
- 2.3. Правила расчёта вероятности безотказной работы системы с последовательным соединением элементов.
- 2.4. Понятие параллельного соединения по надежности и вычисление функций надежности и ненадежности.
- 2.5. Вычисление математического ожидания наработки до отказа и интенсивности отказов при параллельным по надежности соединением элементов.
- 2.6. Расчёт вероятности безотказной работы системы с параллельным по надежности соединением элементов.
- 2.7. Понятие преобразования «звезда – треугольник» и область его применения.
- 2.8. Понятие преобразования «треугольник – звезда» и область его применения.
- 2.9. Оценка надежности методом преобразованных сетей.
- 2.10. Расчет вероятности отказа методом минимальных путей и сечений.
- 2.11. Непараметрический расчет надежности протяженных объектов.
- 2.12. Параметрический расчет надежности протяженных объектов.
- 2.13. Структурное и функциональное резервирование, достоинства, недостатки и области применения.
- 2.14. Пассивное и активное резервирование, области применения.
- 2.15. Изменение условий нагружения элементов при пассивном резервировании и его влияние на надежность.
- 2.16. Активное резервирование, достоинства и недостатки.
- 2.17. Структурные схемы общего и раздельного резервирования. Вероятности отказа и безотказной работы при общем резервировании.
- 2.18. Плотность распределения наработки до отказа и интенсивность отказов при общем резервировании.
- 2.19. Математическое ожидание наработки до отказа и функция резервирования при общем резервировании.
- 2.20. Вероятности отказа и безотказной работы при раздельном резервировании.
- 2.21. Плотность распределения наработки до отказа и интенсивность отказов при раздельном резервировании.
- 2.22. Математическое ожидание наработки до отказа и функция резервирования при раздельном резервировании.
- 2.23. Особенности расчета активного резервирования в устройствах электроснабжения с учетом надежности переключений.
- 2.24. Понятие вероятности отказа участка и узла при активном резервировании.
- 2.25. Влияние на надежность числа разбиений исходного объекта на участки.
- 2.26. Особенности пассивного резервирования с перераспределением нагрузки.
- 2.27. Закономерности изменения интенсивности отказов при пассивном резервировании с перераспределением нагрузки.
- 2.28. Ненагруженный резерв, особенности и допущения.
- 2.29. Расчет вероятности безотказной работы дублированной системы при ненагруженном резерве.
- 2.30. Расчет плотности распределения времени безотказной работы дублированной системы при ненагруженном резерве.
- 2.31. Расчет интенсивности отказов и математического ожидания наработки до отказа дублированной системы при ненагруженном резерве.
- 2.32. Расчет показателей надежности при скользящем резервировании.
- 2.33. Особенности резервирования по нагрузке в устройствах электроснабжения.
- 2.34. Расчет показателей надежности при резервировании по нагрузке. Модель дублированной восстанавливаемой системы.
- 2.35. Вычисление показателей готовности дублируемой восстанавливаемой системы.

### Раздел 3. Изменение надежности технических объектов в процессе эксплуатации

- 3.1. Принципы экспериментального исследования надёжности. Сбор информации об отказах.
- 3.2. Оценка показателей надёжности по данным испытаний оборудования.
- 3.3. Графическое представление эмпирических данных.
- 3.4. Метод наименьших квадратов.
- 3.5. Точечные оценки параметров распределения отказов.
- 3.6. Интервальное оценивание параметров распределения.
- 3.7. Проверка статистических гипотез о виде распределения.
- 3.8. Критерии согласия Пирсона и Колмогорова.
- 3.9. Проверка статистических гипотез о равенстве средних значений.
- 3.10. Принцип построения и анализа дерева отказов.
- 3.11. Порядок расчетов показателей надежности при функциональном резервировании.
- 3.12. Влияние надежности устройств на работу железнодорожного транспорта.
- 3.13. Причины отказов оборудования систем электроснабжения. Повреждение, старение и износ объектов и систем.
- 3.14. Стратегии технического обслуживания. Классификация стратегий технического обслуживания по типу исходной информации о состоянии объектов.
- 3.15. Классификация стратегий технического обслуживания по глубине управляющих воздействий.
- 3.16. Критерии оптимизации стратегии технического обслуживания.
- 3.17. Техническое обслуживание с контролем уровня надежности.

#### **3.8 Типовые практические задания к экзамену**

(для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Распределение практических заданий к экзамену находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект типовых практических заданий к экзамену не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике в составе ФОС по дисциплине.

Ниже приведены образцы типовых практических заданий к экзамену.

#### Образцы типовых практических заданий к экзамену

1. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного экземпляра оборудования. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения оборудование проработало 258 час, а к концу наблюдения наработка оборудования составила 1233 час. Требуется определить среднюю наработку на отказ.
2. Система состоит из  $N=5$  блоков. Надёжность 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.

#### 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
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Доклад	Защита докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Разноуровневые задачи	Выполнение разноуровневых задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения заданий разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Реферат	Составление рефератов по темам, предложенным преподавателем производится во вне аудиторного времени в рамках самостоятельной работы. Для составления реферата обучающийся может использовать рекомендуемую или литературу, раскрывающую предложенную тематику. Преподаватель выдает темы рефератов в начале семестра, а проверяет их составление на контрольных занятиях (проценточных неделях). Обучающийся должен ответить на вопросы, связанные с тематикой реферата. Преподаватель информирует обучающихся о выставленной оценке за реферат сразу после контрольного занятия
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончании ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста

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

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

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

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

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

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний (выбираются из перечня теоретических вопросов к экзамену) и одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбирается из перечня типовых практических заданий к экзамену).


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

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

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

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

### Образец экзаменационного билета

 ЗаБИЖТ ИрГУПС 20__/20__ учебный год	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «Основы теории надежности»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой «ПМиМ» ЗаБИЖТ, Н.В.Пешков
1. Вероятность безотказной работы. Функция надёжности.		
2. Точечные оценки параметров распределения отказов.		
3. Оборудование имело среднюю наработку на отказ 65 часов и среднее время восстановления 1,25 часа. Требуется определить коэффициент готовности оборудования.		
<i>Составил: доцент кафедры ПМиМ Т.Э.Носальская</i>		