

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
- филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования "Иркутский государственный университет путей сообщения"  
(ЗабИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «28» мая 2018 г. № 418-2

## **Б1.Б.1.19 Основы теории надежности** **рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

Специализация – «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет

Кафедра-разработчик программы – «Электроснабжение»

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Часов по учебному плану – 144

Формы промежуточной аттестации на курсе:

экзамен 4

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

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

Чита

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов», утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1296.

Программу составил:

к.т.н., доцент

Р. С. Трифонов

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» на заседании кафедры «Электроснабжение».

Протокол от «27» апреля 2018 г. № 47

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

С.А. Филиппов

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель освоения дисциплины	
1	формирование знаний решения проблем оценки и повышения надежности при изучении конкретных технических систем обеспечения движения поездов.
1.2 Задача освоения дисциплины	
1	изучение основных понятий и математических методов оценки надежности технических систем
2	овладение методами расчета надежности технических систем обеспечения движения поездов;
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Цель воспитания обучающихся – разностороннее развитие личности будущего конкурентоспособного специалиста с высшим образованием, обладающего высокой культурой, интеллигентностью, социальной активностью, качествами гражданина-патриота.	
Задачи воспитательной работы с обучающимися:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие мировоззрения и актуализация системы базовых ценностей личности;</li> <li>– приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям;</li> <li>– воспитание уважения к закону, нормам коллективной жизни, развитие гражданской и социальной ответственности как важнейшей черты личности, проявляющейся в заботе о своей стране, сохранении человеческой цивилизации;</li> <li>– воспитание положительного отношения к труду, развитие потребности к творческому труду, воспитание социально значимой целеустремленности и ответственности в деловых отношениях;</li> <li>– обеспечение развития личности и ее социально-психологической поддержки, формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности;</li> <li>– выявление и поддержка талантливых обучающихся, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации</li> </ul>	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
1	Учебная дисциплина входит в базовую часть Блока 1. Дисциплина Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности» изучается на конечном этапе формирования компетенций.
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее:	
1	Б1.Б.1.37 «Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте»
2	Б3.Б.01 «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру»

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
<b>ПК-5: Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	– основные положения теории надежности;
Уметь	– применять положения теории надежности к анализу технических систем;
Владеть	– методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности;
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	– методы расчета структурной надежности;
Уметь	– рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний;
Владеть	– способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности;
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	– законы распределения показателей надежности.
Уметь	– использовать теорию Марковских процессов в расчетах надежности восстанавливаемых объектов.
Владеть	– методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности.

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:	
1	– основные положения теории надежности;
2	– методы расчета структурной надежности;

3	– законы распределения показателей надежности.
<b>Уметь:</b>	
1	– применять положения теории надежности к анализу технических систем;
2	– рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний;
3	– использовать теорию Марковских процессов в расчетах надежности восстанавливаемых объектов.
<b>Владеть:</b>	
1	– методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности;
2	– способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности;
3	– методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности.

#### **4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
1	<b>Раздел 1. Предмет и содержание дисциплины. Отказ.</b>				
1.1	Введение. Предмет и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами. Теория надежности как наука. Требования к системам железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, электроснабжения с точки зрения надежности и безопасности. Основные понятия, термины и определения теории надежности. /Лек/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1
1.2	Расчет показателей надёжности невосстанавливаемых объектов /Пр/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
1.3	Понятие отказа, виды и характеристики отказов. Показатели надежности невосстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы и отказа. Интенсивность отказов. Частота отказов. Наработка до отказа. Взаимозависимость показателей надежности. Понятие о структурной схеме надежности. Системы с последовательным, параллельным, смешанным соединением элементов. Системы с мостиковым соединением элементов. /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
1.4	Выполнение задачи для самостоятельной работы № 1,2,3,4 /Ср/	4	4	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
1.5	Показатели надежности восстанавливаемых систем. Понятие о потоке отказов и восстановлений. Вероятность безотказной работы и отказа. Параметр потока отказов. Наработка на отказ. Показатели ремонтопригодности: параметр потока восстановлений, вероятность восстановления, среднее время восстановления. Комплексные показатели надежности. Виды комплексных показателей надежности. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости /Лек/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1
1.6	Расчет комплексных показателей надежности /Пр	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
1.7	Расчёт структурной надёжности невосстанавливаемых объектов /Ср/	4	6	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
1.8	Выполнение задачи для самостоятельной работы № 5,6,7,8 /Ср/	4	4	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2

					6.3.2.1
	<b>Раздел 2. Резервирование. Марковские процессы.</b>				
2.1	Резервирование технических систем. Виды и методы резервирования. Надежность резервированных невосстанавливаемых систем. /Лек/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1
2.2	Расчет надежности резервированных систем /Пр	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
2.3	Выполнение задачи для самостоятельной работы № 9,10 /Ср/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
2.4	Марковские процессы в расчетах надежности. Понятие о Марковских процессах. Понятие о графе состояний. Марковский процесс с дискретными состояниями и дискретным временем. Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Марковские процессы в расчетах надежности Восстанавливаемых нерезервированных систем. Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых резервированных систем. /Лек/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1
2.5	Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых объектов /Пр/	4	2	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
2.6	Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
	<b>Раздел 3. Законы распределения показателей надежности.</b>				
3.1	Законы распределения показателей надежности. Определение вида и параметров закона распределения показателей надежности / Ср /	4	6	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
3.2	Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов / Ср /	4	4	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
3.3	Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе. Выполнение курсовой работы /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
	<b>Раздел 4. Виды испытаний на надежность.</b>				
4.1	Испытания на надежность. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Испытания, основанные на числе допустимых отказов равных нулю. Испытания, основанные на последовательном анализе. Ускоренные испытания /Ср/	4	4	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.2	Надежность программного обеспечения. Показатели надежности программного обеспечения. Модели надежности программного обеспечения. Модель с дискретно-понижающей частотой появления ошибок. Модель с дискретным увеличением времени наработки на отказ. Экспоненциальная модель надежности. Принципы разработки	4	4	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1

	надежного программного обеспечения. Расчет надежности с учетом надежности программ. /Ср/				
4.3	Расчеты испытаний надежности. Оптимальное резервирование схем электроснабжения. Выполнение курсовой работы /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.4	Понятие о безопасности технических объектов. Понятие о защитном и опасном отказе. Показатели безопасности. Ошибки человека безопасность объектов. Контроль показателей надежности по данным эксплуатации Система автоматического учета КАСАНТ. Система УРРАН /Ср//	4	6	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.5	Оптимальное резервирование схем электроснабжения. Выполнение курсовой работы /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.6	Факторы, влияющие на надежность объектов. Учет условий эксплуатации при расчетах надежности. Влияние периодичности и объема профилактических мероприятий на надежность. Выбор показателей надежности в зависимости от класса, группы надежности и режима эксплуатации. Обеспечение рационального состава запасных элементов как способ повышения надежности /Ср/	4	6	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.7	Определение потребности в ЗИП. Определение математического ожидания недоотпуска электроэнергии в системе электроснабжения. Выполнение курсовой работы /Ср	4	10	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.8	Методы повышения надежности объектов. Резервирование как метод повышения надежности. Способы уменьшения интенсивности отказов. Сокращение времени непрерывной работы и восстановления. Методы моделирования надежности. Дискретные модели надежности. Непрерывные модели надежности. Статистическое моделирование надежности. /Ср/	4	6	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
4.9	Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ. Определение математического ожидания недоотпуска электроэнергии в системе электроснабжения. Выполнение курсовой работы /Ср/	4	8	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 6.1.4.1 Э.1 Э.2 Э.3 6.3.1.1 6.3.1.2 6.3.2.1
5	Форма промежуточной аттестации - экзамен	4	18	ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л3.1

## 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 данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины, и размещается 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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л.1.1	Ефимов А.В.,	<a href="#">Надежность и диагностика систем</a>	УМК МПС	11 экз. в

	Галкин А.Г.	<a href="#">электроснабжения железных дорог</a> [Электронный ресурс]: <a href="http://e.lanbook.com/book/59026">http://e.lanbook.com/book/59026</a> (дата обращения: 01.06.2021)	России- г.Москва, 2000 г.	библиотеке 100% online
Л.1.2	Секретарев Ю.А.	<a href="#">Надежность электроснабжения</a> [Электронный ресурс]: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228760">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228760</a> (дата обращения: 01.06.2021)	НГТУ- г.Новосибирск, 2010 г.	1 экз. в библиотеке 100% online

#### 6.1.2. Дополнительная литература

Л2.1	Калинин С.В., Кобелев А.В., Кочергин С.В.	<a href="#">Надёжность систем электроснабжения</a> [Электронный ресурс]: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=277978">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=277978</a> (дата обращения: 01.06.2021)	УГТУ- г.Екатеринбург, 2011 г.	1 экз. в библиотеке 100% online
Л.2.2	Ермакова О.П., Горелик А.В.	<a href="#">Практикум по основам теории надежности</a> [Электронный ресурс]: <a href="http://e.lanbook.com/book/58964">http://e.lanbook.com/book/58964</a> (дата обращения: 01.06.2021)	ФГБОУ "Учебно- методический центр по образованию на железнодорожном транспорте"- г.Москва, 2013 г.	1 экз. в библиотеке 100% online

#### 6.1.3 Методические разработки

Л.3.1	Грунин О.М., Яковлев Д.А., Филиппов С.А.	<a href="#">Основы теории надежности:</a> Методические указания на практические занятия,Методические указания по выполнению курсовой работы [Электронный ресурс]: <a href="http://lib.zab.megalink.ru/viewer.pl?book_id=20576.pdf">http://lib.zab.megalink.ru/viewer.pl?book_id=20576.pdf</a> (дата обращения: 01.06.2021)	ЗабИЖТ- г.Чита, 2016 г.	11 экз. в библиотеке 100% online
-------	--	--	----------------------------	--

#### 6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1.4.1	Трифонов Р. С. Соловьева О. А.	Основы теории надежности: Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций [Электронный ресурс]: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=28375.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=28375.pdf</a> (дата обращения: 01.06.2021)	Чита: ЗабИЖТ, 2019 / Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
---------	-----------------------------------	--	--	-------------

#### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	ACU Библиотека ЗабИЖТ <a href="http://zabizht.ru">http://zabizht.ru</a>
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

#### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

##### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

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	ACU «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611107, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.02.2009
6.3.1.5	БД ACU «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009620102, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 27.02.2009

##### 6.3.2 Специализированное программное обеспечение

6.3.2.1	Не предусмотрено
---------	------------------

##### 6.3.3 Информационные справочные системы

6.3.3.1	Информационно-справочная система «Гарант»
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения (принят <a href="#">Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июня 2016 г. N 654-ст</a> )

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

1	Учебный и лабораторный корпуса ЗабИЖТ ИрГУПС находятся по адресу: 672040, Забайкальский край, город Чита, улица Магистральная, дом 11
2	Учебная аудитория 2.12 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной)), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
3	Учебная аудитория 3.6 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (интерактивная доска, интерактивный проектор, компьютер), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
4	Учебная аудитория 3.7 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной)), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
5	Учебная аудитория 2.3 для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ЗабИЖТ ИрГУПС). Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
6	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; - 2.11, 2.17
7	Помещение 3.25 для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащенность: компьютеры, ручной слесарный инструмент, электротехнический инструмент, принадлежности для пайки, мебель, учебно-наглядные пособия

## **8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

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>Слушание и запись лекций – сложные виды работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Слушая лекции, надо отвлечься при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить</p>

	<p>материал. Внимание человека неустойчиво. Требуются волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые обучающиеся просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае обучающийся механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.</p> <p>Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно» и т.п. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Работая над конспектом лекций, нужно использовать не только учебник, но и рекомендованную дополнительную литературу. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями. Функция обучающегося – не только переработать информацию, но и активно включиться в открытие неизвестного для себя знания.</p> <p>Общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций: Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист, которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме.</p> <p>Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.</p> <p>В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.</p> <p>В конспекте следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.</p> <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которыхрабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Основы теории надежности» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 57 часов 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 также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, выполняет конспекты или иные задания в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ). Если этого будет</p>

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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия и/или консультацию лектора.

ИДЗ 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.

**Обучающийся очной формы обучения выполняет:**

Общие и ИДЗ, перечисленные в методических разработках к самостоятельной работе, приведенных в разделе 6.1 «Учебная литература». Задания размещены в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет, а также методических указаниях Трифонова Р. С., Соловьевой О. А. Основы теории надежности: Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций (Чита: ЗабИЖТ, 2020).

**Обучающиеся очной и заочной форм обучения выполняют:**

Обучающиеся очной и заочной форм обучения выполняют курсовую работу (КР). Номер варианта для выполнения курсовой работы выбирается в соответствии с требованиями методических разработок для ее выполнения. Курсовая работа должна быть выполнена обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.

**Обучающийся очной формы обучения выполняет:**

4 курс, 7 семестр

КР «Основы теории надежности». Пример задания на КР размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет, вариант для выполнения КР выбирается обучающимся в соответствии с требованиями методических разработок для ее выполнения на первом практическом занятии. Ход выполнения КР описан в методических указаниях Основы теории надежности: Методические указания по выполнению курсовой и практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций Грунина О.М., Яковleva D.A., Филиппова C.A. (Чита: ЗабИЖТ, 2020).

**Обучающийся заочной формы обучения выполняет:**

4 курс, летняя сессия

КР «Основы теории надежности». Пример задания на КР размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет, вариант для выполнения КР выбирается обучающимся в соответствии с требованиями методических разработок для ее выполнения. Ход выполнения КР описан в методических указаниях Основы теории надежности: Методические указания по выполнению курсовой и практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций Грунина О.М., Яковleva D.A., Филиппова C.A. (Чита: ЗабИЖТ, 2020)

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

## Лист регистрации дополнений и изменений рабочей программы дисциплины

№ п/п	Часть текста, подлежащего изменению в документе			Общее количество страниц		Основание для внесения изменения, № документа	Дата
	№ раздела	№ пункта	№ подпункта	до внесения изменений	после внесения изменений		
1	6	6.1	6.1.1	14	14	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
2	6	6.1	6.1.2	14	14	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
3	6	6.3	6.3.1	14	14	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
4	6	6.3	6.3.3	14	14	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
5	6	6.1	6.1.1	14	14	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
6	6	6.1	6.1.2	14	14	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
7	6	6.3	6.3.3	14	14	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
8	4			14	14	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
9	6	6.1	6.1.1	14	14	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
10	6	6.1	6.1.2	14	14	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
11	6	6.3	6.3.3	14	14	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
12	7			14	14	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.Б.1.19 Основы теории надежности  
(Заочная форма обучения)**

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

**Б1.Б.1.19 Основы теории надежности**

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

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенций:

**ПК-5** - Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся ПК-5  
компетенций при освоении основной образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-5	Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации	Б1.Б.1.19 «Основы теории надежности»	4	1
		Б1.Б.1.37 Безопасность технологических процессов и технических средств на железнодорожном транспорте	5	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру	A	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-5  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-5	Способностью разрабатывать и использовать методы расчета надежности техники в профессиональной деятельности, обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем обеспечения движения поездов, осуществлять экспертизу технической документации	Раздел 1. Предмет и содержание дисциплины. Отказ  Раздел 2. Резервирование. Марковские процессы  Раздел 3. Законы распределения показателей надежности  Раздел 4. Виды испытаний на надежность	Минимальный уровень  Базовый уровень  Высокий уровень	<b>Знать</b> основные положения теории надежности  <b>Уметь</b> применять положения теории надежности к анализу технических систем  <b>Владеть</b> методами расчета надежности техники в профессиональной деятельности  <b>Знать</b> методы расчета структурной надежности  <b>Уметь</b> рассчитывать показатели безотказности по результатам статистических испытаний;  <b>Владеть</b> способностью учета условий эксплуатации при расчетах надежности  <b>Знать</b> законы распределения показателей надежности  <b>Уметь</b> использовать теорию Марковских процессов в расчетах надежности восстанавливаемых объектов  <b>Владеть</b> методами повышения надежности техники в профессиональной деятельности

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

№	Курс	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)	
<b>4 курс</b>					
1	2	3	4	5	6
1	4	Текущий контроль	Тема 1. Общие сведения. Основные понятия теории надежности. Тема 2. Понятие о структурной схеме надежности. Тема 3. Методы резервирования. Тема 4. Понятие о Марковских процессах.	ПК-5	Собеседование (устно), (компьютерные технологии)  тест
2	4	Текущий контроль	Тема 6. Марковские процессы в расчетах надежности. Тема 7. Законы распределения показателей надежности Тема 8. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости.	ПК-5	Собеседование (устно), (компьютерные технологии)  тест
3	4	Текущий контроль	Тема 9. Испытания на надежность. Тема 10. Надежность программного обеспечения. Тема 11. Понятие 0 безопасности технических объектов. Тема 12. Система автоматического учета КАСАНТ.	ПК-5	Собеседование (устно), (компьютерные технологии)  тест
4	4	Текущий контроль	Тема 13. Факторы, влияющие на надежность объектов. Тема 14. Обеспечение рационального состава запасных элементов как способ повышения надежности. Тема 15. Методы повышения надежности объектов. Тема 16. Методы моделирования надежности. Тема 17. Надежность напольных устройств и аппаратуры ЖАТ.	ПК-5	Собеседование (устно), (компьютерные технологии)  тест
5	4	Текущий контроль	Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе	ПК-5	Курсовая работа (письменно)
6	4	Промежуточная аттестация – Экзамен	По пройденным разделам	ПК-5	Собеседование (устно)

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся 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».

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины.
2	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся	Типовые контрольные задания для выполнения курсовой работы
3	Тест	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. <b>Тест</b> (педагогический тест) – это система заданий – тестовых заданий возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся. <b>Тестовое задание (ТЗ)</b> – варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, минимальная составляющая единица сложного (составного) педагогического теста, по которой испытуемый в ходе выполнения теста совершает отдельное действие. <b>Фонд тестовых заданий (ФТЗ) по дисциплине</b> – это совокупность систематизированных диагностических заданий – тестовых заданий (ТЗ), разработанных по всем тематическим разделам (дидактическим единицам) дисциплины (прошедших апробацию, экспертизу, регистрацию и имеющих известные характеристики) специфической формы, позволяющей автоматизировать процедуру контроля. ФТЗ по дисциплине должен содержать не менее 100 тестовых заданий на одну зачетную единицу дисциплины (без учета зачетных единиц, отводимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена) и	Фонд тестовых заданий

	<p>все типы тестовых заданий.</p> <p>ФТЗ по типу тестовых заданий содержит следующие типы вопросов на одну зачетную единицу:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип вопроса</th><th>Описание</th><th>Минимальное количество</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов)</td><td><b>85</b></td></tr> <tr> <td>B</td><td>тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме))</td><td><b>5</b></td></tr> <tr> <td>C</td><td>тестовое задание на установление соответствия</td><td><b>5</b></td></tr> <tr> <td>D</td><td>тестовое задание на установление правильной последовательности</td><td><b>5</b></td></tr> <tr> <td align="right" colspan="2"><b>Итого</b></td><td><b>1 0</b></td></tr> </tbody> </table> <p>Тестирование может быть использовано в качестве текущего контроля обучающихся (по окончании изучения раздела дисциплины, защиты лабораторной работы и т.д.), промежуточной аттестации или допуска к ней (по окончанию изучения дисциплины), или в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний). Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся</p>	Тип вопроса	Описание	Минимальное количество	A	тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов)	<b>85</b>	B	тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме))	<b>5</b>	C	тестовое задание на установление соответствия	<b>5</b>	D	тестовое задание на установление правильной последовательности	<b>5</b>	<b>Итого</b>		<b>1 0</b>	
Тип вопроса	Описание	Минимальное количество																		
A	тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов)	<b>85</b>																		
B	тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме))	<b>5</b>																		
C	тестовое задание на установление соответствия	<b>5</b>																		
D	тестовое задание на установление правильной последовательности	<b>5</b>																		
<b>Итого</b>		<b>1 0</b>																		
4	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 практических заданий (билетов) к экзамену																	

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

### **Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные	Минимальный

	умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при 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

### Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	В ответе обучающегося отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«хорошо»	В ответе обучающегося описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«удовлетворительно»	В ответе обучающегося отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«неудовлетворительно»	Ответ обучающегося не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям

### Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержанна. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержанна. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но

	не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются существенные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы допущены грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы.
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок, много грамматических и стилистических ошибок. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы.

## Тест

### Критерии и шкала оценивания текущего контроля

% правильных ответов	Шкала оценивания	
Обучающийся при тестировании набрал 91-100 баллов	«отлично»	«зачтено»
Обучающийся при тестировании набрал 76-90 баллов	«хорошо»	
Обучающийся при тестировании набрал 69-75 баллов	«удовлетворительно»	
Обучающийся при тестировании набрал 0-68 баллов	«неудовлетворительно»	

Промежуточная аттестация в форме экзамена – результаты тестирования являются допуском к экзамену:

Результаты тестирования	Допуск к экзамену
Обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	Обучающийся к экзамену допущен
Обучающийся набрал при тестировании менее 69 баллов	Обучающийся к экзамену не допущен

### **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 контрольные задания к собеседованию**

Варианты вопросов для собеседования выложены в электронную информационно-образовательную среду ЗабИЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Ниже приведен образец типовых вариантов вопросов к собеседованию по разделам, предусмотренным рабочей программой.

##### **Образец типового варианта собеседования**

###### **Раздел 1. «Предмет и содержание дисциплины. Отказ.»**

1. Составляющие понятия надежность: безотказность, ремонтопригодность.
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.

###### **Раздел 3. «Законы распределения показателей надежности»**

1. Понятие о простейшем потоке отказов и восстановлений. Его свойства.
2. Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
3. Показатели ремонтопригодности (восстанавливаемости).
4. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент простоя.
5. Комплексные показатели надежности: коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования

#### **3.2 Типовые контрольные задания для тестирования**

При разработке ФТЗ по дисциплине использована следующая схема: раздел дисциплины, темы раздела дисциплины, количество тестовых заданий и их типы на каждую тему, оформленная в виде таблицы «Структура тестовых материалов по дисциплине «Основы теории надежности»

##### **Структура тестовых материалов по дисциплине «Основы теории надежности»**

Раздел дисциплины	Тема раздела	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
Раздел 1. Предмет и содержание дисциплины. Отказ.	Тема: Термины и определения. Понятие и классификация отказа. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Структурная схема надежности	15 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	14 – тип А 0 – тип В 1 – тип С 1 – тип D

	Тема: Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
Раздел 2. Резервирование. Марковские процессы	Тема: Структурная надежность объектов	15 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Оптимальное резервирование схем электроснабжения	14 – тип А 0 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
Раздел 3. Законы распределения показателей надежности	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности.	14 – тип А 1 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности резервированных восстанавливаемых объектов	15 – тип А 1 – тип В 0 – тип С 1 – тип D
	Тема: Законы распределения показателей надежности	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Показатели долговечности, сохраняемости, экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов	14 – тип А 0 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
Раздел 4. Виды испытаний на надежность	Тема: Определение математического ожидания недотпуска электроэнергии в системе электроснабжения	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Виды испытаний на надежность	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 0 – тип D
	Тема: Безотказность программного обеспечения	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
Раздел 5. Безотказность программного обеспечения	Тема: Безопасность технических объектов	14 – тип А 1 – тип В 0 – тип С 1 – тип D
	Тема: Методы повышения надежности объектов	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D
	Тема: Контроль показателей надежности по данным эксплуатации	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D

	Тема: Учет условий эксплуатации при расчетах надежности	14 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 0 – тип D
Автор:  Трифонов Р. С.	Итого	<b>300:</b> 255– тип А 15 – тип В 15 – тип С 15 – тип D

**Структура итогового теста по дисциплине  
«Основы теории надежности»**

Раздел дисциплины	Тема раздела	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
Раздел 1. Предмет и содержание дисциплины. Отказ.	Тема: Термины и определения. Понятие и классификация отказа. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Структурная схема надежности	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Показатели безотказности восстанавливаемых объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
Раздел 2. Резервирование. Марковские процессы	Тема: Структурная надежность объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Надежность невосстанавливаемых резервированных объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Оптимальное резервирование схем электроснабжения	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
Раздел 3. Законы распределения показателей надежности	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности.	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности нерезервированных восстанавливаемых объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Марковские процессы в расчетах надежности резервированных восстанавливаемых объектов	0 – тип А 1 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Законы распределения показателей надежности	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Показатели долговечности, сохраняемости, экономические показатели надежности. Параметрическая надежность объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D

	Тема: Определение математического ожидания недотпуска электроэнергии в системе электроснабжения	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
Раздел 4. Виды испытаний на надежность	Тема: Виды испытаний на надежность	0 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 1 – тип D
	Тема: Безотказность программного обеспечения	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Безопасность технических объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
Раздел 5. Безотказность программного обеспечения	Тема: Методы повышения надежности объектов	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Контроль показателей надежности по данным эксплуатации	1 – тип А 0 – тип В 0 – тип С 0 – тип D
	Тема: Учет условий эксплуатации при расчетах надежности	0 – тип А 0 – тип В 1 – тип С 0 – тип D
Автор:  Трифонов Р. С.	Итого	<b>18:</b> 15 – тип А 1 – тип В 1 – тип С 1 – тип D

<b>Описание требований, выполнение которых необходимо для успешного выполнения теста</b>	
<b>Знать:</b>	- методы расчета показателей надежности; законы распределения показателей надежности - основные положения теории надежности
<b>Уметь:</b>	- рассчитывать показатели надежности по результатам статистических испытаний систем обеспечения движения поездов - применять положения теории надежности к анализу систем обеспечения движения поездов
<b>Владеть:</b>	- методами расчета надежности систем обеспечения движения поездов в профессиональной деятельности - правилами и методами учета условий эксплуатации при расчетах надежности; методиками повышения надежности систем обеспечения движения поездов в профессиональной деятельности
<b>Общее количество тестовых заданий:</b>	18 (15 - типа А, 1 - типа В, 1 - типа С, 1 - типа D). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине путем произвольной выборки из ФТЗ
<b>Время проведения теста:</b>	30 минут
<b>Проходной балл:</b>	Обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов
<b>Дополнительные требования:</b>	При выполнении теста пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено

ФТЗ, проходной балл, критерии оценки, количество вопросов в тестовом задании соответствует ФОС дисциплины, выставленному в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов тестовых заданий, предусмотренных рабочей программой.

**Образец типовых вариантов тестовых заданий,  
предусмотренных рабочей программой**

1. Надежность это:

- а) свойство объекта выполнять свои функции, сохраняя свои параметры в установленных пределах в течение заданного времени
- б) свойство объекта выполнять свои функции, сохраняя свои параметры в установленных пределах в течение всего срока службы
- в) свойство объекта выполнять свои функции, сохраняя свои параметры в установленных пределах в течение гарантийного срока службы
- г) свойство объекта выполнять свои функции, сохраняя свои параметры с незначительным превышением установленных пределов в течение всего срока службы

2. Свойство объекта сохранять работоспособность в течение заданного времени без вынужденных перерывов на ремонт это

- а) ремонтопригодность
- б) безотказность
- в) сохраняемость
- г) долговечность

3. Состояние устройства, при котором оно соответствует всем требованиям нормативно-технической документации называют

- а) нормально функционирующим
- б) предельным
- в) работоспособным
- г) исправным

4. Свойство безотказности невосстанавливаемого технического объекта не характеризуется таким показателем надежности как:

- а) Интенсивность отказов
- б) Средняя наработка до отказа
- в) Технический ресурс
- г) Среднее значение величины предупредительного ремонта

5. Для электроприемников какой категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой?

- а) Второй
- б) Особой
- в) Первой
- г) Третьей

6. В зависимости от способов использования резервных элементов в системе различают:  
Укажите не правильное утверждение

- а) Общее резервирование
- б) Групповое резервирование
- в) Раздельное резервирование
- г) Скользящее резервирование

7. Надежность является сложным свойством и состоит из сочетания следующих свойств:  
Укажите не правильный ответ.

- а) Сохранность
- б) Безотказность

- в) Безопасность
- г) Долговечность

8. К состояниям технического объекта не относят:

- а) Рабочее состояние
- б) Предельное состояние
- в) Неработоспособное состояние
- г) Восстанавливаемое состояние

9. Каким образом в надежности учитываются зависимые и независимые отказы

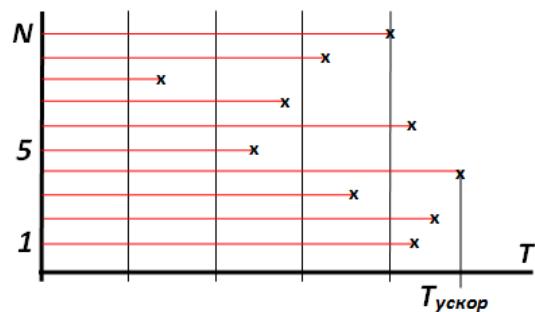
- а) зависимые и независимые отказы не отличаются между собой сточки зрения надежности
- б) специальными формулами на случай зависимых и независимых отказов отдельно
- в) способом соединения элементов в систему
- г) никак не учитываются

10. На рисунке представлена схема:



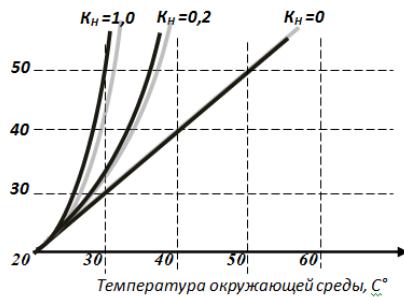
- а) последовательного резервирования
- б) последовательно-параллельного резервирования
- в) поэлементного резервирования
- г) общего резервирования

11. Определите регламент испытаний, соответствующий данному графику:



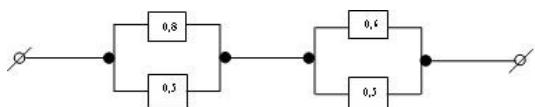
- а) отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда их число достигнет определённого значения
- б) отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда откажут все изделия
- в) отказавшие изделия восстанавливаются, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах
- г) отказавшие изделия заменяются новыми, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

12. В данной зависимости  $K_H=1$  означает:



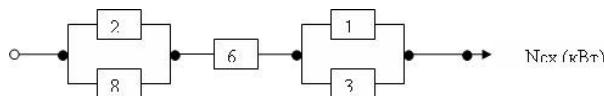
- a) минимальную нагрузку
- б) оптимальную нагрузку
- в) максимальную нагрузку
- г) состояние выключено

13. Вероятности безотказной работы элементов указаны на схеме. Определить вероятность отказа для схемы в целом.



- а) 0,30
- б) 0,28
- в) 0,72
- г) 0,63

14. Схема замещения (по надежности) объекта пропускные способности элементов (кВт) указаны на рисунке. Определить максимальную пропускную способность технического объекта.



- а) 90
- б) 40
- в) 200
- г) 170

15. Для системы электроснабжения определена производящая функция вида  $\Phi = 0,2 \cdot Z^{100} + 0,5 \cdot Z^{60} + 0,2 \cdot Z^{20} + 0,1 \cdot Z^0$  (пропускные способности указаны в кВт). Чему равна вероятность безотказной работы системы при нагрузке в 50 кВт ?

- а) 0,3
- б) 0,9
- в) 0,5
- г) 0,7

16. Рассчитайте вероятность безотказной работы типового элемента при следующих условиях его эксплуатации: базовая интенсивность отказов =  $20 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ , коэффициент режима = 0,6, коэффициент эксплуатации = 2,5, время работы на борту в данных условиях = 1000 ч  
<.....>

17. Установите соответствие между причинами возникновения отказов и организаторами работ по устранению причин отказов. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

**ВИДЫ ОТКАЗОВ**

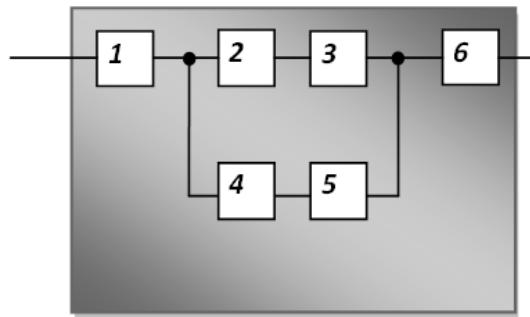
- 1) конструкционные отказы
- 2) производственные отказы
- 3) отказы покупных изделий
- 4) отказы по вине эксплуатации

**ОРГАНИЗАТОР РАБОТ**

- A) потребитель
- Б) разработчик
- В) смежные предприятия (поставщики покупных изделий)
- Г) изготовитель

18. По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы

- a)  $P_{23}$
- б)  $P_{45}$
- в)  $P_{2345}$
- г)  $P_{123456}$



### **3.3 Типовые контрольные задания для выполнения курсовой работы**

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

Курсовая работа содержит 4 задания. Ниже приведен образец типового задания курсовой работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины на тему «Выбор аварийного резерва мощности в электрической системе»

Целью курсовой работы является определить оптимальную величину аварийного резерва мощности в электрической системе (ЭС).

**Исходные данные**

1. Единичная мощность агрегата в ЭС ( $N_a$ ) равна 100 МВт.
2. Количество агрегатов в системе ( $n$ ), тип суточного графика нагрузки и коэффициент вынужденногоостояния агрегата ( $K_b$ ) указаны в табл. 2.1 и 2.2.
3. Величина удельного ущерба от недоотпуска электроэнергии в целом по ЭС составляет  $y_0=6$  руб/кВт·ч.
4. Стоимость одного резервного агрегата в ЭС равна  $K_0=200$  млн руб.
5. Заданный срок окупаемости  $T_n$  равен 8 лет, а общие отчисления на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание резервных агрегатов составляют  $p_a=0,075$ .

Таблица 2.1

## Исходные данные

Номер варианта	n	Тип сут. граф. нагрузки	K <sub>в</sub>	Номер варианта	n	Тип сут. граф. нагрузки	K <sub>в</sub>
1	40	1	0,040	16	60	3	0,045
2	50	2	0,030	17	70	4	0,050
3	60	3	0,050	18	40	1	0,060
4	70	4	0,035	19	50	2	0,045
5	40	1	0,050	20	60	3	0,055
6	50	2	0,040	21	70	4	0,060
7	60	3	0,040	22	40	1	0,030
8	70	4	0,040	23	50	2	0,060
9	40	1	0,035	24	60	3	0,060
10	50	2	0,050	25	70	4	0,045
11	20	5	0,030	26	30	6	0,045
12	30	6	0,050	27	20	5	0,045
13	20	5	0,035	28	30	6	0,040
14	30	6	0,055	29	20	5	0,050
15	20	5	0,040	30	30	6	0,035

Таблица 2.2

## Суточные графики нагрузки

Тип 1	Нагрузка, МВТ	1500	2000	2500	3000	3500	4000
	Длительность, час	8	5	3	3	2	3
Тип 2	Нагрузка, МВТ	1500	2000	2500	4000	4500	5000
	Длительность, час	5	7	4	4	3	1
Тип 3	Нагрузка, МВТ	2000	2500	3500	4000	5000	6000
	Длительность, час	6	3	6	4	2	3
Тип 4	Нагрузка, МВТ	2500	3300	4200	5000	6000	7000
	Длительность, час	6	6	5	3	2	2
Тип 5	Нагрузка, МВТ	800	900	1200	1500	1700	2000
	Длительность, час	6	3	3	6	2	4
Тип 6	Нагрузка, МВТ	1000	1200	1800	2300	2600	3000
	Длительность, час	4	4	2	7	2	5

3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену  
(для оценки знаний)

## Раздел 1. «Предмет и содержание дисциплины. Отказ.»

- Объяснить понятия: надежность, безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.
- Что понимается под исправном, неисправном, работоспособном, неработоспособном, предельном, защитном, опасном состояниями.
- Объяснить понятие отказа, отказа внезапного и параметрического.
- Объяснить понятие отказа, классификацию отказов по причине возникновения, по характеру проявления.
- Показатели надежности невосстанавливаемых объектов

6. Понятие о структурной схеме надежности: определение, порядок составления, элементы структурной схемы надежности.
7. Объекты с последовательным, параллельным, смешанным соединением элементов: определение, структурная схема надежности, условие работоспособности, расчет показателей надежности.
8. Объекты с произвольным соединением элементов: определение, структурная схема надежности, условие работоспособности, расчет показателей надежности логико-вероятностным методом.
9. Объекты с произвольным соединением элементов: определение, структурная схема надежности, условие работоспособности, расчет показателей надежности методом минимальных путей, минимальных сечений.
10. Понятие о потоке отказов и восстановлений: модель возникновения, свойства простейшего потока.
11. Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
12. Показатели ремонтопригодности (восстанавливаемости).
13. Комплексные показатели надежности
14. Приведите показатели безотказности восстанавливаемых объектов
15. Какими характеристиками определяются случайные величины
16. Как оцениваются параметры надежности?
17. Как определяется и чем характеризуется надежность в период нормальной эксплуатации?
18. Какие существуют периоды работы технических устройств
19. Как рассчитывается надежность в период постепенных («износовых») отказов?
20. Каковы особенности надежности восстанавливаемых изделий?

## **Раздел 2. «Резервирование. Марковские процессы»**

1. Общие методы резервирования, их свойства.
2. Методы структурного резервирования, их свойства.
3. Что такое резервирование?
4. Какие виды структурного резервирования широко распространены на практике?
5. Что такое постоянное (общее) резервирование?
6. Какие существуют виды резервирования и чем они отличаются?
7. Как определяют надежность систем с постоянным резервированием?
8. Как рассчитывают надежность систем при резервировании замещением?
9. Какие существуют методы осуществления резервирования замещением?
10. Как рассчитывают надежность сложных комбинированных систем?
11. Понятие о Марковском случайном процессе.
12. Понятие о графе состояний (переходов).
13. Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и дискретным временем.
14. Понятие о Марковском случайном процессе с дискретными состояниями и непрерывным временем.
15. Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых нерезервированных объектов.
16. Марковские процессы в расчетах надежности восстанавливаемых резервированных объектов.

## **Раздел 3. «Законы распределения показателей надежности»**

1. Что представляет математическая модель, и для каких целей она используется в задачах надежности?
2. Из каких условий выбирается закон распределения наработки до отказа объекта?
3. В чем заключается постановка задачи при испытаниях объектов на надежность?

4. Экономическая оценка последствий отказов технических объектов.
5. Технико-экономическое сравнение схем электроснабжения с учетом надежности.
6. Нормирование надежности электроснабжения предприятий.
7. Эксплуатационная оценка надежности режимов работы электрических сетей.
8. Определение оптимальной надежности СЭС на этапе проектирования.
9. Применение метода статистических испытаний (Монте-Карло) для оценки ущербов.
10. Диагностирование технических систем с одиночным отказом.

#### **Раздел 4. «Виды испытаний на надежность»**

1. Приведите классификацию испытаний на надежность.
2. Охарактеризуйте определительные испытания.
3. Охарактеризуйте планы испытаний на надежность.
4. Охарактеризуйте виды ускоренных испытаний на надежность.
5. Охарактеризуйте режимы ускоренных испытаний.
6. Охарактеризуйте принципы ускоренных испытаний.
7. Охарактеризуйте принцип «уплотнение рабочих циклов».
8. Охарактеризуйте принцип «усечение спектра нагрузок».
9. Охарактеризуйте принцип «доламывания».

#### **Раздел 5. «Безотказность программного обеспечения»**

1. Комплексная система контроля и анализа надежности объектов КАСАНТ: назначение, выполняемые функции, методология применения.
2. Комплексная система контроля и анализа надежности объектов: назначение, выполняемые функции, методология применения.
3. Факторы, влияющие на надежность объекта: классификация, воздействие на технические объекты.
4. Методика учета условий эксплуатации при расчетах надежности объектов.
5. Влияние периодичности профилактики на уровень надежности объектов.
6. Методика определения периодичности профилактики.
7. Деление объектов по классу и группе надежности
8. Классификация методов повышения надежности объектов

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

1. В эксплуатации находятся  $N = 1000$  одинаковых изделий. За период наблюдения  $\Delta t = 3000$  час отказалось  $n(\Delta t) = 20$  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:  $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>,  $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>,  $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. 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:  $\lambda_1 = 2,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>,  $\lambda_2 = 1,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>,  $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>-1</sup>. 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  $t = 1000$  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.

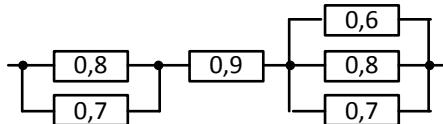
12. Система имеет раздельное холодное резервирование кратностью  $m = 2$ . Основная система представляет собой последовательное соединение 2-х элементов. Интенсивность отказов каждого из элементов равна  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы резервированной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

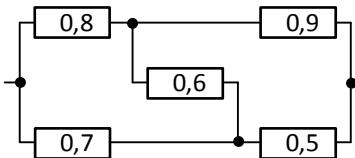
14. Объект имеет интенсивность отказов  $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$ . Требуется определить количество элементов в ЗИП для обеспечения надежности не ниже  $P(t_n) = 0,995$ , если предполагаемое время пополнения ЗИП составляет  $t_n = 200$  час.

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

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

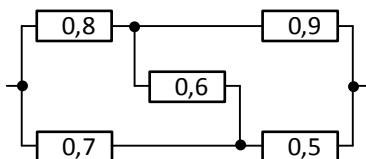


2. Задана структурная схема надежности объекта. Элементы объекта имеют вероятность безотказной работы как указано на схеме.



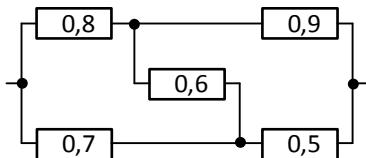
Применив преобразование «треугольник» в «звезду» определить вероятность безотказной работы объекта.

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



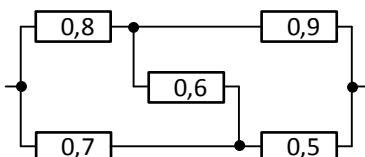
Применив разложение по ключевому элементу определить вероятность безотказной работы объекта.

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



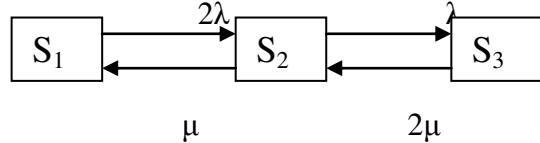
Применив метод минимальных путей определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

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



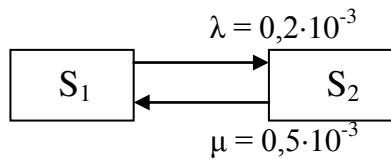
Применив метод минимальных сечений определить оценку вероятности безотказной работы объекта.

6. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



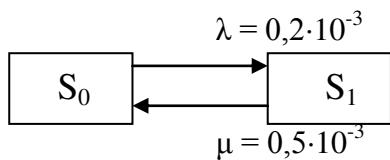
Интенсивности переходов  $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$ ,  $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$ . Путем применения топологического метода определить вероятности состояний объекта  $P_1, P_2, P_3$ .

7. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



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

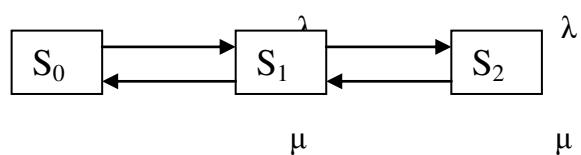
8. Размеченный граф состояний восстанавливаемого объекта имеет вид



Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя объекта.

9. Размеченный граф состояний системы имеет вид.

Интенсивности переходов системы из одного состояния в другое  $\lambda = 0,02 \text{ ч}^{-1}$ ,  $\mu = 0,1 \text{ ч}^{-1}$ .



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

#### **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
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.
Курсовая работа	Выполнение обучающимся курсовой работы осуществляется на заключительном этапе изучения дисциплины. В ходе выполнения курсовой работы осуществляется обучение применению полученных знаний и умений при решении комплексных задач, связанных со сферой будущей профессиональной деятельности. Курсовая работа выполняется в сроки, определенные учебным планом. Темы курсовых работ соответствуют рекомендуемой примерной тематике курсовых работ в рабочих программах учебных дисциплин. Студент разрабатывает и оформляет курсовую работу в соответствии с требованиями ЕСПД и ЕСКД. Общее руководство и контроль за ходом выполнения курсовой работы осуществляют преподаватель. По завершении выполнения обучающимся курсовой работы руководитель проверяет, подписывает его и передает студенту для подготовки к защите. Защита курсовой работы является обязательной. Курсовая работа оценивается по пятибалльной системе. Процедура защиты предполагает устную форму ответов студента на вопросы, задаваемые преподавателем. Итоговая оценка курсовой работы выставляется по итогам защиты и качеству оформления. Защищенные курсовые работы обучающимся не возвращаются и хранятся в архиве кафедры в течение установленного срока
Тест	Тестирование проводится по результатам освоения разделов дисциплины 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 в форме экзамена составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

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

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к экзамену 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**

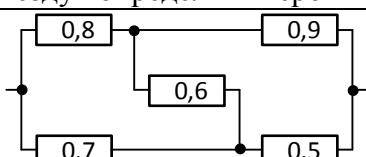
Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения Промежуточная аттестация «экзамен» проводиться устно.

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Экзаменационный билет содержит: один теоретический вопрос для оценки знаний. Теоретический вопрос выбирается из перечня вопросов к экзамену. Два практических задания: одно из них для оценки умений выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену. Третье практическое задание для оценки 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. Комплект экзаменационных 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 экзаменационный билет. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа на вопросы и задания экзаменационного билета преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Каждый вопрос (задание) экзаменационного билета оценивается по четырех балльной системе. Итоговая экзаменационная оценка вычисляется как среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос (задание). Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления. Итоговая экзаменационная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно) выставляется в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку. Итоговая экзаменационная оценка неудовлетворительно выставляется только в экзаменационную ведомость.

Образец экзаменационного билета

 ЗабИЖТ ИрГУПС 20__/20__ учебный год	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине <b>«Основы теории надежности»</b> 7 семестр	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой «ЭлС» ЗабИЖТ _____ С. А. Филиппов
1. Основные определения и показатели надежности		
2. Зависимые и независимые события в надежности. Надежность системы при зависимых и независимых отказах.		
3. 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.		
		
Составил: Трифонов Р. С.		