

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

**Б1.В.19 Основы работоспособности технических систем**  
**рабочая программа дисциплины (модуля)**

Направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль подготовки – Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Нормативный срок обучения – 4 года

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 2

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

Часов по учебному плану – 72

зачет – 6

**Распределение часов дисциплины (модуля) по семестрам**

Семестр	б	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

ИРКУТСК

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины (модуля)</b>	
	Формирование у обучающихся:
1	комплекса знаний в области теории, анализа и оценки работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава).
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)</b>	
1	получение обучающимися сведений о принципах расчета и определения параметров работоспособности подвижного состава, причинах и последствиях прекращения работоспособности;
2	изучение методов оценки работоспособности и надежности изделий и сложных технических систем;
3	освоение методов повышения, восстановления и поддержания надежности и работоспособности транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава).
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>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.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологи профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли.</li> </ul>	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Учебная дисциплина Б1.В.19 «Основы работоспособности технических систем» относится к вариативной части Блока 1. Изучение дисциплины «Основы работоспособности технических систем» основывается на знаниях студентов, полученных при изучении дисциплины Б1.Б.09 Математика, Б1.В.09 Основы теории надежности, Б1.В.13 Проектирование, конструирование и испытания нетягового подвижного состава, Б1.В.ДВ.03.01 Нетяговый подвижной состав,
<b>2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
1	Учебная дисциплина помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин Б1.Б.35 Трение и изнашивание узлов ТиТТМО, Б1.В.20 Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО, Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>ПК-15: владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные показатели надежности, методы оценки показателей надежности
Уметь	определять показатели надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
Владеть	методами определения показателей надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, в частности подвижного состава
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные показатели надежности, закономерности изменения работоспособности

	элементов машин, расчеты вероятностных характеристик отказов и их последствий,
Уметь	анализировать причины неисправностей и отказов деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
Владеть	знаниями условий эксплуатации транспортного и технологического оборудования.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	закономерности изменения работоспособности элементов машин, процессы и причины возникновения отказов элементов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
Уметь	выполнять прогнозирование, диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
Владеть	методами оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
<b>ПК-40: способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные понятия о работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
Уметь	пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией
Владеть	знаниями о поддержании и восстановлении работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	технические условия эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности
Уметь	пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией
Владеть	навыками выбора рациональных форм поддержания и восстановления работоспособности
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	технические условия и правила рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности
Уметь	применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
Владеть	методами оценки и повышения надежности узлов подвижного состава.

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	основные показатели надежности, закономерности изменения работоспособности элементов технических систем, вероятностные характеристики отказов и их последствий
2	технические условия и правила рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности.
<b>Уметь</b>	
1	выполнять прогнозирование, диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
2	пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией и применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
3	определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности.
<b>Владеть</b>	
1	методами оценки и повышения надежности узлов подвижного состава.

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
-------------	---	---------	------	-----------------	---

	<b>Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности.</b>				
1.1	<b>Понятие о законах развития технических систем</b> Техническая система (ТС). Законы развития технических систем. Понятие о законах развития технических систем. Жизненный цикл ТС. Понятие о качестве и работоспособности изделия /Лек/	6	2	ПК-15	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1,
1.2	<b>Факторы снижения работоспособности технических систем</b> Понятие о качестве и работоспособности изделия. Зависимость технико-эксплуатационных свойств ТС от показателей качества. Критерии технического состояния ТС. Основные причины изменения работоспособного состояния ТС. Влияние условий эксплуатации на работоспособность ТС /Лек/	6	2	ПК-15	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1,
1.3	<b>Методы оценки работоспособности технических систем</b> Предмет и методология статистики транспорта. Общие сведения о математической статистике. Планы (стратегии) испытаний и типы выборки. Классификация закономерностей изменения технического состояния изделий ТС. Закономерности изменения технического состояния ТС по наработке (закономерность первого вида). Закономерности случайных процессов изменения технического состояния ТС (закономерность второго вида). Распределение случайных величин. Характеристики распределения случайных величин. Некоторые законы распределения случайных величин. Понятие о процессе восстановления (закономерность третьего вида). /Лек/	6	2	ПК-15, ПК-40	Л1.3, Л3.1, Л3.2
1.4	<b>Надёжность технических систем</b> Надёжность как комплексный показатель качества и работоспособности изделия. Свойства и показатели надёжности. Показатели надёжности неремонтируемых изделий. Показатели надёжности ремонтируемых изделий. Нормирование показателей надёжности ТС. Методы расчета вероятностной оценки надёжности ТС и их агрегатов. Надёжность АТС в период нормальной эксплуатации. Надёжность АТС при механическом изнашивании. Надёжность подшипников. Надёжность резьбовых соединений. /Лек/	6	2	ПК-15, ПК-40	Л1.3, Л3.1, Л3.2
1.5	Структурный анализ надёжности систем /Пр/	6	2	ПК-15, ПК-40	Л1.3, Л2.1, Л3.1, Л3.2
1.6	Определение показателей надёжности элементов по опытным данным /Пр/	6	2	ПК-15	Л1.3, Л2.1, Л3.1, Л3.2
1.7	Определение надёжности в различные периоды работы технических устройств.	6	2	ПК-15, ПК-40	Л1.3, Л2.1, Л3.1

	Надежность в период нормальной эксплуатации /Пр/				
1.8	Последовательное соединение элементов в систему /Пр/	6	2	ПК-15	Л1.3, Л2.1, Л3.1
1.9	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	18	ПК-15,ПК-40	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л1.3,Л4.1, Э.1,Э.2
	<b>Раздел 2. Обеспечение работоспособности в эксплуатации и методы управления работоспособностью технических систем.</b>				
2.1	<b>Методы определения нормативов технического обслуживания при технической эксплуатации машин и оборудования</b> Понятие о нормативе. Методы определения периодичности ТО. Метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности. Метод определения периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению. Технико-экономический метод. Экономико-вероятностный метод. Метод статистических испытаний. Трудоемкость ТО и Р. Способы определения потребностей в запасных частях. Определение норм расхода запасных частей. /Лек/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1,
2.2	<b>Технологические процессы обеспечения работоспособности технических систем</b> Сервис и техническая эксплуатация – подсистемы комплекса транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Назначение и основы планово-предупредительной системы ТО и Р. Расчет производственной программы как основы технологического процесса ТО и Р. Расчет численности производственных рабочих./Лек/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Э.3
2.3	<b>Методы управления работоспособностью технических систем</b> Понятие об управлении и информации. Организация и управление производством работ по ТО и ТР подвижного состава. Методы принятия решений при управлении ТС. Общие принципы. Марковские случайные процессы, цепи и последовательности. Основы теории массового обслуживания. Классификация СМО. Диагностика как метод управления работоспособностью ТС. Основные понятия о диагностике. Параметры диагностирования. Методы и задачи диагностирования. /Лек/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1,
2.4	<b>Пути повышения работоспособности технических систем</b> Роль конструктора в обеспечении работоспособности ТС. Обеспечение минимальной трудоемкости ТО и Р ТС.	6	2	ПК-40	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Э.1,Э.2

	Общие тенденции повышения работоспособности деталей машин. Обеспечение работоспособности машин и оборудования /Лек/				
2.5	<b>Безопасность технических систем</b> Нормативные показатели безопасности ТС. Методы повышения безопасности ТС и технологических процессов. Экологическая безопасность ТС. Потенциальная опасность и риск. Методы оценки опасных ситуаций. /Лек/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3,Л3.1, Л3.2
2.6	Расчет надежности системы с постоянным резервированием. /Пр/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3,Л3.1, Л3.2
2.7	Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем. /Пр/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3,Л3.1, Л3.2
2.8	Исследование свойств структурно-резервированных систем с постоянно включенным резервом./Пр/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3,Л3.1, Л3.2
2.9	Исследование надежности восстанавливаемой нерезервированной системы /Пр/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3, Л2.1, Л3.1
2.10	Решение практических задач с учетом структуры технической системы /Пр/	6	2	ПК-15,ПК-40	Л1.3, Л2.1, Л3.1
2.11	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	18	ПК-15,ПК-40	Л1.1,Л2.1, Л3.1,Л4.1, Э.3,Э.4

<b>5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b>
<p>Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.</p> <p>Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>

<b>6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1 Учебная литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Устич П. А.	Надежность рельсового тягового подвижного состава.	М: ИГ "Вариант", 1999.	206
Л1.2	Иванов, А.А.	Методические основы разработки системы управления техническим состоянием вагонов: учеб. пособие <a href="http://e.lanbook.com/book/80033">http://e.lanbook.com/book/80033</a>	М : УМЦ ЖДТ	100% онлайн
Л1.3	Малафеев, С.И	Надежность технических систем. Примеры и задачи.: учеб. пособие <a href="http://e.lanbook.com/book/87584">http://e.lanbook.com/book/87584</a>	СПб.: Лань, 2016	100% онлайн

<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Горелик А.В.	Практикум по основам теории надежности : учеб. пособие <a href="http://e.lanbook.com/book/58964">http://e.lanbook.com/book/58964</a>	М.: УМЦ ЖДТ, 2013	100% онлайн
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Воронова Ю.В.	Надежность вагонов: метод. указания к практ. работам	Иркутск : ИрГУПС, 2008	151
Л3.2	Герасимов Л.Н.	Расчет показателей надежности технических систем: метод. указания к практ. занятиям	Иркутск : ИрГУПС, 2008.	98
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Иванов А.А.	Методические основы разработки системы управления техническим состоянием вагонов. учеб. пособие <a href="http://e.lanbook.com/book/80033">http://e.lanbook.com/book/80033</a>	М.: УМЦ ЖДТ, 2015	100% онлайн
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	Сайт для студентов-железнодорожников <a href="http://www.pomogala.ru">http://www.pomogala.ru</a>			
Э.2	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>			
Э.3	Университетская библиотека online <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>			
Э.4	Форум работников железнодорожного транспорта <a href="http://railway.kanaries.ru">http://railway.kanaries.ru</a>			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	Не предусмотрено			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Не предусмотрено			
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>				
6.4.1	Не предусмотрено			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий

	<p>лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины.</p> <p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.</p>
3	<p>Мини депо (Е-00). Оснащение: тележка грузового и пассажирского вагона, стенд для изучения конструкции, технического обслуживания буксовых узлов и подшипников, стенд для изучения конструкции, технического обслуживания и принципа работы автосцепного устройства, коллекция поглощающих аппаратов и их деталей, комплект шаблонов для осей, колес, автосцепок, тормозоиспытательный стенд, разрезной стенд автосцепок, детали рессорного подвешивания.</p> <p>Учебный полигон. Оснащение: локомотив ВЛ-80, пассажирский вагон, цистерна, тележка пассажирского вагона, контактная сеть, светофор, комплекс устройств железнодорожного переезда, железнодорожный путь с о стрелочным переводом, коллекция дефектных и разрушенных элементов тележек грузовых вагонов, конструкции буксовых узлов и подшипников качения, образцы стандартных и дефектных осей, поглощающих аппаратов, колесных пар.</p>
4	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– читальные залы;</li> <li>– учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.</li> </ul>

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>На лекциях закладываются основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме. Лекция раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрирует внимание студентов на наиболее сложных, узловых вопросах, стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий студент должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого материал, излагаемый преподавателем, студенту необходимо конспектировать.</p> <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. 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. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов.</p> <p>К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся, так и пропущенные в силу их простоты.</p>
Практические занятия	<p>Цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практическом занятии разбираются и решаются практические задания, задачи разного уровня сложности, возникающие в практической деятельности предприятия, с решением которых придется столкнуться обучающимся, подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины.</p> <p>К каждому практическому занятию студент должен изучить теоретический материал, прочитанный на лекции с целью применения его при решении задач, рекомендованную литературу, а также руководствоваться указаниями и</p>



	рекомендациями преподавателя.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную их подготовку к каждому лабораторному и практическому занятию в тематической последовательности, подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации по дисциплине.</p> <p>Методический материал обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы обучающихся на основе систематизированной информации по темам практических занятий по дисциплине «Основы работоспособности технических систем».</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИргУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине Б1.В.19 «Основы работоспособности технических систем»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.В.19 «Основы работоспособности технических систем»**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
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
4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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

Дисциплина «Основы работоспособности технических систем» участвует в формировании компетенций:

<b>ПК-15:</b>	владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности
<b>ПК-40:</b>	способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-15, ПК-40  
при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-15	владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности	Б1.В.02 Конструкция и эксплуатационные свойства ТиТМО	5	1
		Б1.В.19 Основы работоспособности технических систем	6	2
		Б1.В.12 Силовые агрегаты	6	2
		Б1.В.11 Системы жизнеобеспечения ТиТМО	7	3
		Б1.В.15 Тормозные системы подвижного состава	7	3
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	А	4
ПК-40	способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Б1.Б.26 Сервисно-эксплуатационная деятельность	1	1
		Б1.Б.26 Сервисно-эксплуатационная деятельность	2	1
		Б1.В.19 Основы работоспособности технических систем	6	2
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	А	3

## Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-15, ПК-40

### планируемым результатам обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-15	владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности	Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности.	Минимальный уровень освоения	Знать основные показатели надежности, методы оценки показателей надежности
				Уметь определять показатели надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
				Владеть методами определения показателей надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, в частности подвижного состава
		Базовый уровень освоения	Знать основные показатели надежности, закономерности изменения работоспособности элементов машин, расчеты вероятностных характеристик отказов и их последствий,	
			Уметь анализировать причины неисправностей и отказов деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)	
			Владеть знаниями условий эксплуатации транспортного и технологического оборудования.	
		Высокий уровень освоения	Знать закономерности изменения работоспособности элементов машин, процессы и причины возникновения отказов элементов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
			Уметь выполнять прогнозирование, диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)	
			Владеть методами оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
ПК-40	способностью определять рациональные		Минимальный уровень освоения	Знать основные понятия о работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования			Базовый уровень освоения	Уметь пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией
				Владеть знаниями о поддержании и восстановлении работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
				Знать технические условия эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности
				Уметь пользоваться имеющейся нормативно-технической и справочной документацией
				Владеть навыками выбора рациональных форм поддержания и восстановления работоспособности
			Высокий уровень освоения	Знать технические условия и правила рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности
				Уметь применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
				Владеть методами оценки и повышения надежности узлов подвижного состава.

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

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)	
<b>6 семестр</b>					
1	2	Текущий контроль	Тема: «Структурный анализ надежности систем»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
2	4	Текущий контроль	Тема: «Определение показателей надежности элементов по опытным данным»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
3	6	Текущий контроль	Тема: «Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)

			нормальной эксплуатации »		
4	8	Текущий контроль	Тема: «Последовательное соединение элементов в систему»	ПК-15, ПК-40	Собеседование (устно)
5	8	Текущий контроль	Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности	ПК-15, ПК-40	Тестирование
6	10	Текущий контроль	Тема: «Расчет надежности системы с постоянным резервированием»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
7	12	Текущий контроль	Тема: «Расчет надежности резервированных восстанавливаемых систем»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
8	14	Текущий контроль	Тема: «Исследование свойств структурно-резервированных систем с постоянно включенным резервом»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
9	16	Текущий контроль	Тема: «Исследование надежности восстанавливаемой нерезервированной системы»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
10	18	Текущий контроль	Тема: «Решение практических задач с учетом структуры технической системы»	ПК-15, ПК-40	Собеседование, опрос (устно)
11	18	Текущий контроль	Раздел 2 Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности.	ПК-15, ПК-40	Тестирование
12	18	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности 2 Оценка технического состояния вагонов. Показатели надежности.	ПК-15, ПК-40	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 обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

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

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

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование, опрос	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. или ответы на вопросы преподавателя. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Зачет (дифференцированный зачет)	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	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	Базовый



		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	
«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»	«не зачтено»	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, опрос

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

### **Критерии оценки выполнения теста**

Отличный результат	Выполнение более 90% тестовых заданий
Хороший результат	Выполнение от 70% до 90% тестовых заданий
Удовлетворительный результат	Выполнение от 50% до 70% тестовых заданий
Неудовлетворительный результат (продвинутый уровень не достигнут)	Выполнение менее 50% тестовых заданий

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

**а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	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»	«не зачтено»	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

**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 Перечень теоретических вопросов к зачету**

1. Что представляют собой технические системы (ТС)?
2. В чем состоит иерархичность технических систем (ТС)?
3. Каковы законы развития технических систем?
4. Генеральная цель развития технических систем
5. Каковы стадии жизненного цикла технической системы?
6. Назовите основные виды воздействия технических систем на окружающую среду.
7. Перечислите мероприятия, позволяющие снизить уровень воздействия технических систем на окружающую среду.
8. Перечислите причины изменения технического состояния ТС, приводящие к разрушению агрегатов и частей.

9. Охарактеризуйте статическое и усталостное разрушения ТС. Приведите конкретные примеры.
10. Перечислите виды и факторы, приводящие к коррозионному разрушению деталей и агрегатов ТС.
11. Дайте подробное описание механического разрушения с конкретными примерами.
12. Как и когда проявляется коррозионно-механическое разрушение и старение деталей?
13. Дайте краткую характеристику методов оценки качества ТО и ТР.
14. Перечислите критерии технического состояния ТС.
15. Чем отличается статическое разрушение от усталостного?
16. Чем вызвано применение методов математической статистики и теории вероятностей для оценки надежности ТС?
17. Перечислите и дайте пояснения применяемым в теории вероятностей специфическим понятиям.
18. Что такое случайная величина и ее теоретическое и эмпирическое распределение?
19. Что мы понимаем под плотностью случайного распределения?
20. Перечислите и дайте пояснения числовым характеристикам случайного распределения.
21. Напишите выражения для определения числовых характеристик случайного распределения.
22. Перечислите законы распределения случайных величин с интерпретацией их выражений.
23. Дайте определение понятий «регрессия» и «корреляция».
24. Что такое метод наименьших квадратов и в каких случаях при оценке надежности изделия он применяется?
25. Каким образом можно аппроксимировать случайную выборку, нанесенную на поле размаха?
26. Для каких целей применяют закономерность I вида и как ее построить?
27. Что определяет коэффициент корреляции?
28. Что дает закономерность II вида?
29. Перечислите законы распределения случайных величин. Где они применяются?
30. Что представляет собой закономерность III вида?
31. Перечислите параметры функции восстановления.
32. Сформулируйте определение надежности.
33. Поясните классы надежности.
34. Перечислите и охарактеризуйте свойства надежности.
35. Какими показателями оценивают надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?
36. Как определить коэффициенты технической готовности и технического использования изделия?
37. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?
38. Как рассчитать надежность при механическом изнашивании изделия?
39. Как рассчитать надежность подшипников?
40. Как рассчитать надежность резьбового соединения?
41. Что, по-вашему, означает понятие «норматив»?
42. В чем суть метода определения периодичности ТО ТС по допустимому уровню безотказности?
43. В чем суть метода определения периодичности ТО ТС по закономерности изменения параметра технического состояния?
44. В чем суть технико-экономического метода определения периодичности ТО ТС?
45. Как рассчитать нормативную трудоемкость?
46. Как рассчитать остаточный ресурс изделия?
47. Проанализируйте способы определения потребности в запасных частях.
48. Как определить норму расхода запасных частей?
49. Какую роль играет информация в управлении ТС?

50. Что понимают под «управлением ТС»?
51. Что представляет собой система массового обслуживания?
52. Какова классификация СМО?
53. Перечислите и объясните характеристики эффективности работы СМО.
54. Объясните работу  $n$ -канальной СМО с отказами.
55. Что представляют собой структурные симптомы и диагностические параметры?
56. Каковы методы и задачи диагностирования?
57. Перечислите основные понятия из раздела технической диагностики и дайте им определения.
58. Изобразите совместный график изменения диагностического параметра, функции надежности и интенсивности отказов.
59. Какими свойствами должен обладать диагностический параметр?
60. Как формируются диагностические нормативы и что они собой представляют? Изобразите схематично.
61. Назовите виды диагностирования.
62. Каковы общие направления повышения работоспособности ТС?
63. Чем достигается ведущая роль конструктора в обеспечении работоспособности ТС?
64. Что необходимо предусматривать в конструкции ТС для обеспечения минимальной трудоемкости ТО и Р в эксплуатации?
65. От каких факторов в значительной степени зависит работоспособность ТС вагонов?
66. Какова задача конструктора ТС на всех стадиях ее проектирования и подготовки к производству?
67. Каковы причины предельного состояния деталей ТС?
68. Какие меры нужно принять для повышения работоспособности деталей ТС в эксплуатации?
69. Каковы нормативные показатели безопасности ТС?
70. Потенциальная опасность и риск экологической безопасности при эксплуатации ТС.

### 3.2 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

1. Отработка на надежность серийно выпускаемых изделий включает в себя...
  - а) организацию сбора информации о надежности изделия в процессе эксплуатации; анализ информации; разработку мероприятий по устранению причин наиболее часто повторяющихся отказов.
  - б) организацию сбора информации о надежности изделия на этапе проектирования; анализ информации; разработку мероприятий по устранению причин наиболее часто повторяющихся отказов.
  - в) организацию сбора информации о надежности изделия на этапе производства; анализ информации; разработку мероприятий по устранению причин наиболее часто повторяющихся отказов.
2. Диагностика включает в себя...
  - а) контроль технического состояния ТСя и прогнозирование ресурса его безотказной работы.
  - б) контроль технического состояния ТСя; прогнозирование ресурса его безотказной работы; составление заключения о необходимых технических воздействиях.
  - в) контроль технического состояния ТСя; прогнозирование ресурса его безотказной работы; составление заключения о необходимых технических воздействиях; разработку мероприятий по устранению причин отказов.
3. Контроль состоит в...
  - а) определении показателей технического состояния ТСя.

- б) определении, на основе диагностических сигналов, показателей технического состояния ТСя и их сравнении с нормативами.
- в) определении, на основе диагностических сигналов, нормативных показателей технического состояния ТСя.

4. Прогнозирование ресурса – это...

- а) определение возможного пробега ТСя до достижения им предельного состояния.
- б) определение возможного пробега ТСя до достижения им предельного состояния, обусловленного технико-экономической целесообразностью его дальнейшего использования.
- в) определение возможного пробега ТСя, обусловленного технико-экономической целесообразностью его дальнейшего использования.

5. Заключение включает в себя...

- а) перечень рекомендаций по периодичности проведения ТО и дальнейшей эксплуатации ТСя профилактического (по результатам прогнозирования ресурса) характера.
- б) перечень необходимых работ по ТО и ремонту.
- в) перечень необходимых работ как ремонтного (по результатам контроля), так и профилактического (по результатам прогнозирования ресурса) характера.

6. Под качеством технической системы (ТС) следует понимать...

- а) совокупность эксплуатационных свойств, определяющих степень пригодности к выполнению заданных функций в течение нормативного срока эксплуатации.
- б) совокупность эксплуатационных свойств, определяющих степень его пригодности к выполнению заданных функций.
- в) совокупность свойств, определяющих степень его пригодности к выполнению заданных функций.

7. Выходные параметры ТС – это...

- а) числовые показатели технических характеристик, которые определяют ее возможности по выполнению заданных функций.
- б) числовые показатели ее технических и иных характеристик, которые определяют возможности по выполнению заданных функций.
- в) числовые показатели ее технические и иные характеристики.

8. К неизменным параметрам ТС (подвижного состава) относятся...

- а) габаритные размеры, масса, пассажироместимость, коэффициент сопротивления воздушной среде.
- б) габаритные размеры, масса, пассажироместимость, максимальная скорость движения.
- в) габаритные размеры, масса, пассажироместимость, экономичность.

9. В связке с понятием «качество» надежность – это...

- а) свойство ТС сохранять свои показатели качества в течение всего периода ее эксплуатации.
- б) свойство ТС сохранять свои показатели качества в определенных пределах.
- в) свойство ТС сохранять свои показатели качества в определенных пределах в течение всего периода ее эксплуатации.

10. Изменения показателей качества ТС во времени могут быть...

- а) полными и неполными
- б) абсолютными и относительными
- в) стабильными и нестабильными

11. Физическое старение связано с...
- а) абсолютным изменением качества.
  - б) полным изменением качества.
  - в) стабильным изменением качества.
12. Моральное старение связано с...
- а) относительным изменением качества.
  - б) временным изменением качества.
  - в) стабильным изменением качества.
13. Надежность ТС закладывается и поддерживается на этапах...
- а) проектирования, изготовления и технического обслуживания.
  - б) проектирования, изготовления и эксплуатации.
  - в) проектирования, изготовления, производственных испытаний и технической эксплуатации.
14. Недостаточный уровень надежности приводит к нарушениям работоспособности, основными из которых являются...
- а) прекращение функционирования изделия.
  - б) прекращение функционирования, снижение эффективности работы изделия при сохранении его работоспособности.
  - в) снижение эффективности работы изделия при сохранении его работоспособности.
15. Рассматриваемые в теории надежности системы и элементы делятся на следующие основные классы:
- а) восстанавливаемые
  - б) взаимозаменяемые
  - в) невосстанавливаемые
16. Какое изделие называется восстанавливаемым?
- а) Изделие, которое подлежит замене за счет складских резервов.
  - б) Изделие, которое после отказа может быть возвращено в состояние, в котором оно может выполнять требуемую функцию.
  - в) Изделие, которое может быть заменено аналогичным изделием от другого объекта.
17. Что называется резервированием?
- а) Наличие на складе нормативно обоснованного количества запасных изделий.
  - б) Обеспечение временной замены вышедшего из строя изделия аналогичным на период восстановления основного изделия.
  - в) Включение в систему резервных (дублирующих) элементов, способных в случае отказа основного элемента выполнять его функцию.
18. В каких основных состояниях может находиться объект?
- а) Исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное.
  - б) Надежное, ненадежное, поврежденное, восстановленное.
  - в) Отказ, повреждение, сбой, восстановление.
19. Основные категории отказов:
- а) Полный, частичный, независимый, зависимый, внезапный, постепенный.
  - б) Полный, частичный, интегрированный, неинтегрированный, внезапный, постепенный.
  - в) Всеобщий, локальный, интегрированный, неинтегрированный, внезапный, постепенный.

20. Надежность – это...

- а) свойство объекта сохранять в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции.
- б) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания.
- в) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

21. Какими методами определяются показатели надежности?

- а) Расчетным, экспериментальным и эксплуатационным.
- б) Расчетным, по данным испытаний, по данным эксплуатации и путем экстраполяции.
- в) Расчетным путем по экспериментальным данным.

22. Основные группы показателей надежности

- а) Безотказность, ремонтпригодность, долговечность, взаимозаменяемость.
- б) Безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.
- в) Безотказность, ремонтпригодность, долговечность, восстанавливаемость.

23. Основными критериями надежности невосстанавливаемых систем являются...

- а) вероятность безотказной работы  $P(t)$ ; гамма-процентная наработка до отказа; средняя наработка до отказа  $T_{cp}$ ; плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)  $f(t)$ ; функция отказов  $\lambda(t)$ .
- б) вероятность безотказной работы  $P(t)$ ; гамма-процентная наработка до отказа; средняя наработка до отказа  $T_{cp}$ ; плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)  $f(t)$ ; интенсивность отказов  $\lambda(t)$ .
- в) вероятность безотказной работы  $P(t)$ ; средняя наработка до отказа  $T_{cp}$ ; плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)  $f(t)$ ; интенсивность отказов  $\lambda(t)$ .

24. Вероятность безотказной работы  $P(t)$  можно связать с вероятностью отказа  $F(t)$  следующими соотношениями...

- а)  $P(t) + F(t) = 1$ ;  $P(t) = 1 - F(t)$ .
- б)  $P(t) - F(t) = 1$ ;  $P(t) = 1 + F(t)$ .
- в)  $P(t) + F(t) = 1$ ;  $P(t) = 1 - F(t)$ .

25. Исходя из статистических данных об отказах, полученных из эксперимента или эксплуатации, вероятность безотказной работы  $P(t)$  определяется следующей статистической оценкой...

- а)  $P(t) = \frac{n(t)-N}{N}$
- б)  $P(t) = \frac{N(t)}{N} = \frac{N - n(t)}{N}$
- в)  $P(t) = \frac{N(t)}{N} = \frac{n(t)-N}{n(t)}$

где  $N$  - общее число образцов, находящихся на испытании;  $N(t)$  - число исправно работающих образцов в момент времени  $t$ ;  $n(t)$  - число отказавших образцов в течение времени  $t$ .

26. Исходя из статистических данных об отказах, полученных из эксперимента или эксплуатации, частота отказов  $f(t)$  вычисляется по формуле...

а)  $f(t) = \frac{n \Delta t}{N}$

б)  $f(t) = \frac{n \Delta t}{n}$

в)  $f(t) = \frac{N \Delta t}{n}$

где  $n$  — число отказавших образцов в промежуток времени  $\Delta t$ ;  $N$  — число испытываемых образцов;  $\Delta t$  — промежуток времени.

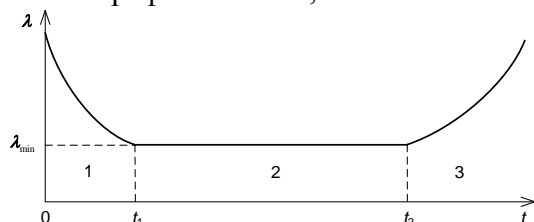
27. Интенсивность отказов  $\lambda(t)$  определяется как...

а) отношение плотности распределения  $f(t)$  к вероятности безотказной работы объекта  $P(t)$  или как отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу образцов, исправно работавших в промежутке времени  $\Delta t$ .

б) отношение вероятности безотказной работы объекта  $P(t)$  к плотности распределения  $f(t)$  или как отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу образцов, исправно работавших в промежутке времени  $\Delta t$ .

в) отношение плотности распределения  $f(t)$  к вероятности безотказной работы объекта  $P(t)$  или как отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу образцов, исправно работавших в промежутке времени  $\Delta t$ .

28. На графике зоны 1, 2 и 3 это...



а) 1 – гарантийный период; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период повышенного износа.

б) 1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период старения.

в) 1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период морального старения.

29. Гамма-процентная наработка до отказа – это...

а) наработка, после которой отказ объекта возникнет с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

б) наработка, в течение которой возникнет отказ объекта с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

в) наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

30. Коэффициент готовности  $K_T$  ...

а) характеризует вероятность того, что объект окажется неработоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта не предусматривается.

б) характеризует вероятность того, что объект окажется работоспособным в периоды, в течение которых использование объекта не предусматривается.



в) характеризует вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта не предусматривается.

31. Основными методами сбора информации о надежности машин в эксплуатации являются...

- а) инструментальный метод; хронометраж; метод периодических наблюдений; метод на основе анализа данных эксплуатационной и ремонтной документации.
- б) инструментальный метод; органолептический метод; хронометраж; метод на основе анализа данных эксплуатационной и ремонтной документации.
- в) инструментальный метод; хронометраж; метод периодических наблюдений; метод на основе анализа данных ремонтной документации.

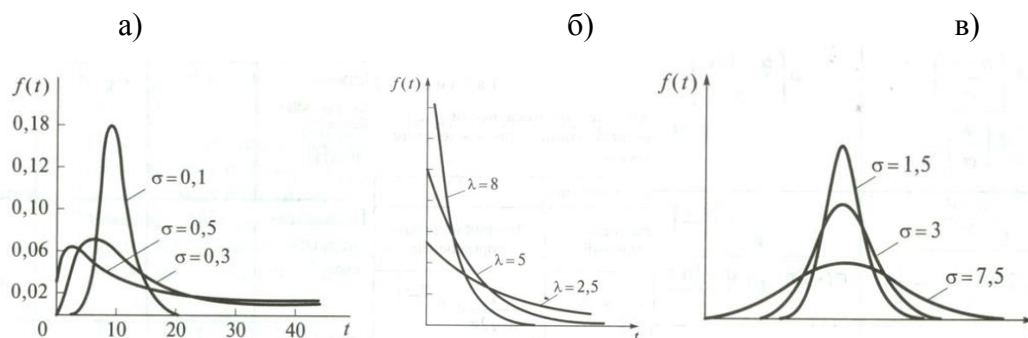
32. Основные этапы построения эмпирического распределения...

- а) Предварительная обработка информации, построение гистограммы, подбор теоретической функции распределения случайной величины, проверка правильности выбора функции распределения, разбивка интервалов, проведение статистической оценки параметров распределения.
- б) Предварительная обработка информации, разбивка интервалов, построение гистограммы, подбор теоретической функции распределения случайной величины, проверка правильности выбора функции распределения, проведение статистической оценки параметров распределения.
- в) Предварительная обработка информации, проведение статистической оценки параметров распределения, разбивка интервалов, построение гистограммы, подбор теоретической функции распределения случайной величины, проверка правильности выбора функции распределения.

33. В теории технической эксплуатации ТСей применяются следующие законы распределения вероятностей непрерывных случайных величин...

- а) экспоненциально-логарифмический; нормальный; логарифмически-нормальный; закон Вейбулла-Гнеденко.
- б) экспоненциальный; нормальный; логарифмически-нормальный; закон Вейбулла.
- в) экспоненциальный; нормальный (распределение Гаусса); логарифмический; закон Вейбулла.

34. Укажите график плотности нормального распределения (кривая Гаусса)...



35. Установлены следующие закономерности возникновения отказов...

- а) внезапные отказы подчиняются нормальному закону распределения; постепенные отказы – экспоненциальному закону; отказы из-за старения материалов – закону Вейбулла.
- б) внезапные отказы – экспоненциальному закону; постепенные отказы – подчиняются нормальному закону распределения; отказы из-за старения материалов – закону Вейбулла.

в) внезапные отказы – закону Вейбулла; постепенные отказы – подчиняются нормальному закону распределения; отказы из-за старения материалов – экспоненциальному закону.

36. Сложная система – это...

а) объект, который может быть расчленен на составляющие его элементы, каждый из которых выполняет определенные функции и находится во взаимодействии с другими элементами системы.

б) объект, который может быть расчленен на составляющие его элементы, каждый из которых находится во взаимодействии с другими элементами системы.

в) объект, который может быть расчленен на составляющие его элементы, каждый из которых выполняет определенные функции.

37. Основным фактором, отрицательно влияющим на надежность сложной системы, является...

а) большое число связей между входящими в систему элементами, отказ каждой из которых может привести к отказу всей системы.

б) низкая экономическая эффективность системы ввиду большого числа входящих в систему элементов.

в) большое число входящих в систему элементов, отказ каждого из которых может привести к отказу всей системы.

38. Основным положительным свойством сложной системы является...

а) возможность восстановления работоспособности системы по частям без полного прекращения ее функционирования.

б) возможность обеспечения работоспособности системы без участия отказавших элементов.

в) обеспечение частичной работоспособности элементов с низкой надежностью за счет других элементов системы, обладающих завышенной надежностью.

39. Случай, когда отказ одного элемента выводит из строя всю систему имеет место при...

а) параллельном соединении элементов.

б) последовательном соединении элементов.

40. Надежность системы с последовательно соединенными элементами...

а) ниже надежности ее самого слабого звена.

б) равна надежности ее самого слабого звена.

в) выше надежности ее самого слабого звена.

41. Вероятность безотказной работы системы с параллельным соединением элементов...

а) ниже вероятностей безотказной работы ее элементов.

б) равна вероятностям безотказной работы ее элементов.

в) выше вероятностей безотказной работы ее элементов.

42. Системы со смешанным соединением элементов рассматриваются как ...

а) совокупность отдельных подсистем с последовательным или параллельным соединениями.

б) смешанная система элементов.

в) сумма всех подсистем с последовательными соединениями и всех подсистем с параллельными соединениями.

43. Укажите верное выражение:

а) надежность изделия закладывается на этапе его изготовления и поддерживается при эксплуатации.

- б) надежность изделия закладывается на этапе его проектирования, реализуется в процессе изготовления и поддерживается при эксплуатации.
- в) надежность изделия реализуется в процессе его эксплуатации.

44. Основными методами повышения надежности систем являются:

- а) проектные; технологические (на этапах проектирования и изготовления); эксплуатационные.
- б) технологические (на этапах проектирования и изготовления) и эксплуатационные.
- в) конструктивные; технологические (на этапах проектирования и изготовления); эксплуатационные.

45. Снижение количества элементов системы относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

46. Применение в системе элементов с высокой и приблизительно равновеликой надежностью относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

47. К технологическим мероприятиям повышения надежности в процессе производства относятся

- а) унификация и стандартизации применяемых элементов.
- б) подбор и текущий контроль качества материалов деталей.
- в) повышение квалификации персонала.

48. Эксплуатационные мероприятия повышения надежности включают в себя...

- а) соблюдение правил технической эксплуатации, обслуживания, ремонта и хранения ТСя.
- б) нанесение специальных покрытий для повышения износо- и коррозионной стойкости деталей.
- в) защита от ошибочных действий оператора (водителя).

49. Упрочнение рабочих поверхностей деталей химико-термической обработкой или поверхностным пластическим деформированием относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

50. Нанесение специальных покрытий для повышения износо- и коррозионной стойкости деталей относится к методам

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

51. Выбор долговечных и прочных материалов, повышение запаса прочности элементов относится к методам

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

52. Унификация и стандартизации применяемых элементов относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

53. Обеспечение оптимального теплового и смазочного режимов работы изделия относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

54. Повышение квалификации персонала относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

55. Соблюдение требований нормативной эксплуатационной документации относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

56. Применение эффективных устройств для очистки воздуха, топлива, масла и иных рабочих жидкостей относится к методам

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

57. применение резервирования элементов системы относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

58. Применение современных автоматизированных технологий, соблюдение технологий производства относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

59. Оптимизация объема и периодичности диагностирования, ТО и ремонта относится к методам

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

60. Защита от ошибочных действий оператора относится к методам...

- а) эксплуатационным.
- б) технологическим.
- в) конструктивным.

61. Создание дополнительных средств и возможностей для сохранения работоспособности системы при отказе одного или нескольких ее элементов называется ...

- а) взаимозаменяемость.
- б) дублирование.
- в) резервирование.

62. Различают следующие методы резервирования:

- а) прочностное и структурное.
- б) основное и дополнительное.
- в) системное и внесистемное.

63. Структурное резервирование заключается в...

- а) использовании принципа избыточности, при котором умышленно завышается средний ресурс изделия.
- б) введении в систему дублирующих элементов.

64. Использование принципа избыточности, при котором конструктивными методами на этапе проектирования умышленно завышается средний ресурс изделия над установленным технической документацией нормативным сроком его эксплуатации называется ...

- а) структурное резервирование.
- б) прочностное резервирование.

65. При резервировании с нагруженным резервом...

- а) основной и резервный элементы работают одновременно в одинаковом режиме. При отказе одного из них вся нагрузка переходит на второй элемент.
- б) резервные элементы в основном режиме эксплуатации находятся в отключенном состоянии и включаются только в случае отказа основного элемента.
- в) Отказавший элемент восстанавливается и ставится в резерв.

66. Скользящий резерв предусматривает...

- а) возможность нескольких вариантов замещения.
- б) работу в условиях интенсивной смазки.
- в) выполнение функций обоих элементов в случае отказа одного из двух элементов.

67. Основной причиной эксплуатационных отказов ТСей является...

- а) неправильные действия оператора (водителя).
- б) действие нагрузок.
- в) нарушение правил эксплуатации.

68. Процесс постепенного и непрерывного изменения физико-химических свойств материала во времени называется...

- а) усадкой.
- б) старением материалов.
- в) деформацией.

69. Свойство материала сопротивляться разрушению и изменять форму под воздействием внешних и внутренних нагрузок называется...

- а) стойкость.
- б) сопротивляемость.
- в) прочность.

70. Изменение формы или размеров изделия под воздействием внешних сил, при изменении температуры, влажности и иных параметрах внешней среды называется...

- а) усадкой.

- б) старением материалов.
- в) деформацией.

71. Деформация, остающаяся после снятия нагрузки, называется...

- а) остаточной деформацией.
- б) упругой деформацией.
- в) пластической деформацией.

72. Деформация, исчезающая после устранения внешнего воздействия на изделие, называется...

- а) остаточной деформацией.
- б) упругой деформацией.
- в) пластической деформацией.

73. Практически мгновенно возникающий излом - это...

- а) пластический излом.
- б) хрупкий излом.

74. Явление непрерывной деформации материала при высоких температурах под воздействием постоянных напряжений, называется...

- а) ползучесть.
- б) пластический излом.
- в) термический излом.

75. Наука, изучающая процессы изнашивания с учетом свойств материалов и смазки - это

- а) трибология.
- б) аутометрия.
- в) износометология.

76. Процесс отделения материала с поверхности твердого тела под действием силы трения называется...

- а) изнашивание.
- б) износ.
- в) истирание.

77. Результат процесса изнашивания, выраженный в установленных единицах измерения -

- а) изнашивание.
- б) износ.
- в) истирание.

78. Отношение величины износа к интервалу времени, в течение которого он возник, называется

- а) интенсивность изнашивания.
- б) скорость изнашивания.
- в) скорость истирания.

79. Изнашивание вследствие попадания между трущимися поверхностями частиц более высокой твердости, чем поверхности сопрягаемых деталей, называется ...

- а) интенсивным изнашиванием.
- б) изнашиванием при хрупком разрушении.
- в) абразивным изнашиванием.

80. При каком виде изнашивания смазка способствует процессу выкрашивания, действуя по механизму расклинивания?

- а) Изнашивание при пластическом деформировании.
- б) Абразивное изнашивание.
- в) Усталостное изнашивание (питтинг).

81. К какому виду изнашивания относятся схватывание и адгезия?

- а) Механическое изнашивание.
- б) Коррозионно-механическое изнашивание.
- в) Молекулярно-механическое изнашивание.

82. Под воздействием агрессивных сред происходит...

- а) окислительное изнашивание.
- б) кислотное изнашивание.
- в) эрозийное изнашивание.

83. Вырывание частиц с поверхностей деталей, обдуваемых газами с высокой температурой и скоростью (камеры сгорания, выпускные клапаны) - это...

- а) окислительное изнашивание.
- б) кислотное изнашивание.
- в) эрозийное изнашивание.

84. При омывании твердого тела жидкостью за счет локального изменения давлений и температур (лопасти водяного насоса) имеет место...

- а) окислительное изнашивание.
- б) кавитационное изнашивание.
- в) эрозийное изнашивание.

85. Разрушение металлов вследствие их электро-химического взаимодействия с коррозионной средой - это...

- а) коррозия.
- б) кавитация.
- в) эрозия.

86. Свойство изделия сохранять значения параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в условиях взаимодействия с коррозионной средой называется...

- а) коррозионной стойкостью.
- б) коррозионной надежностью.
- в) антикоррозионностью.

87. Коррозионная стойкость оценивается:

- а) изменением в результате коррозии массы металла, отнесенной к единице поверхности и единице времени;  
объемом выделяющегося в процессе коррозии водорода (или поглощения кислорода), отнесенным к единице поверхности и единице времени.
- б) уменьшением толщины металла, выраженной в линейных единицах и отнесенным к единице времени;  
изменением какого-либо показателя механических свойств за определенное время, выраженным в процентах, или временем до разрушения образца заданных размеров;  
временем до появления первого коррозионного очага.
- в) всеми вышеперечисленными параметрами.

88. Процесс изнашивания поверхностей деталей подразделяется на периоды:

- а) период приработки; период стабильного (нормального) изнашивания; период предельного изнашивания.
- б) период стабильного (нормального) изнашивания и период интенсивного изнашивания.
- в) период приработки и период интенсивного изнашивания.

### 3.3 Перечень типовых практических заданий к зачету

Задача 1. Требуется вычислить вероятность безотказной работы в течение 200 ч для системы с одинаковыми элементами, соединенными по мостиковой схеме, если  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$  и  $\alpha = 0,3$ .

Задача 2. Требуется определить вероятность безотказной работы системы с двумя исправными элементами из трех, если  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$ ;  $A = 0,3$ ;  $t = 200 \text{ ч}$ .

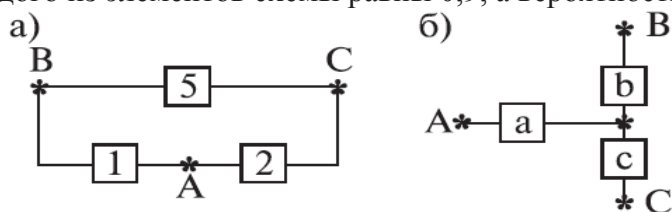
Задача 3. Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух одинаковых параллельно соединенных элементов, если  $\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}$ ;  $\alpha = 0,071$ ;  $t = 200 \text{ ч}$ .

Задача 4. Система состоит из двух идентичных устройств, одно из которых функционирует, а другое находится в режиме ненагруженного резерва. Интенсивности отказов обоих устройств постоянны. Кроме того, предполагается, что в начале работы резервное устройство имеет такие же характеристики, как и новое. Требуется вычислить вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч при условии, что интенсивности отказов устройств  $\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}$ .

Задача 5. Требуется определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку на отказ системы, состоящей из пяти независимых и одинаковых элементов, соединенных по мостиковой схеме (рис. 4.5.3, б); считается, что  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$ ,  $t = 100 \text{ ч}$  и все элементы начинают работать в момент времени  $t = 0$ .

Задача 6. Определить вероятность безотказной работы устройства, структурная схема которого изображена на рис. 4.5.3, б, если известно, что вероятности безотказной работы каждого из элементов схемы равны 0,9.

Задача 7. Определить вероятность безотказной работы устройства, структурная схема которого изображена на рис. 4.5.8, б, если известно, что вероятности безотказной работы каждого из элементов схемы равны 0,9, а вероятности отказов равны 0,1.



Задача 8. Предположим, что два одинаковых вентилятора в системе очистки отходящих газов работают параллельно, причем если один из них выходит из строя, то другой способен работать при полной системной нагрузке без изменения своих надежностных характеристик.

Требуется найти безотказность системы в течение 400 ч (продолжительность выполнения задания) при условии, что интенсивности отказов двигателей вентиляторов постоянны и равны  $\lambda = 0,0005 \text{ ч}^{-1}$ , отказы двигателей статистически независимы и оба вентилятора начинают работать в момент времени  $t = 0$ .

Задача 9. Предохранительное устройство, обеспечивающее безопасность работы системы под давлением, состоит из трех дублирующих друг друга клапанов. Надежность каждого из них  $p = 0,9$ . Клапаны независимы в смысле надежности. Найти надежность устройства.



Задача 10. Предположим, что для работы системы с последовательным соединением элементов при полной нагрузке необходимы два разнотипных насоса, причем насосы имеют постоянные интенсивности отказов, равные соответственно  $\lambda_1 = 0,0001 \text{ ч}^{-1}$  и  $\lambda_2 = 0,0002 \text{ ч}^{-1}$ . Требуется вычислить среднее время безотказной работы данной системы и вероятность ее безотказной работы в течение 100 ч. Предполагается, что оба насоса начинают работать в момент времени  $t = 0$ .

Задача 11. Простая система состоит из 1000 одинаково надежных, независимых элементов. Какой надежностью должен обладать каждый из них для того,

Задача 12. Система состоит из 10 независимых элементов, надежность каждого из которых равна  $P = 0,95$ . Определить надежность системы, чтобы надежность системы была не меньше 0,9?

Задача 13. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром  $\tau = 1860$  час. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $m_t(t)$  для  $t = 1000$  час и среднее время безотказной работы прибора.

Задача 14. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k=2,6$ ;  $a = 1,65 \cdot 10^{-7} \text{ 1/час}$ . Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $m_t(t)$  для  $t=150$  час. и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

Задача 15. Вероятность безотказной работы изделия в течение  $t=1000$  час.  $P(1000)=0,95$ . Время исправной работы подчинено закону Релея. Требуется определить количественные характеристики надежности  $f(t)$ ,  $m_t(t)$ .

Задача 16. Среднее время исправной работы изделия равно 1260 час. Время исправной работы подчинено закону Релея. Необходимо найти его количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $m_t(t)$  для  $t=1000$  час.

Задача 17. В результате анализа данных об отказах изделия установлено, что частота отказов имеет вид  $f(t)=2e^{-t}(1-e^{-t})$ . Необходимо найти количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $m_t(t)$ .

Задача 18. В результате анализа данных об отказах изделий установлено, что вероятность безотказной работы выражается формулой  $P(t)=3e^{-t}-3e^{-2t}+e^{-3t}$ . Требуется найти количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $m_t(t)$ .

Задача 19. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при  $t = 1300$  часов работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы  $m_t=1500$  час. и среднее квадратическое отклонение  $\tau = 100$  час.

Задача 20. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{\text{ср}} = 0,33 \cdot 10^{-5} \text{ 1/час}$ . Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течении  $t = 200$  час и среднее время безотказной работы аппаратуры.

Задача 21. Невосстанавливаемая в процессе работы электронная машина состоит из 200000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/час}$ . Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течении  $t = 24$  часа и среднее время безотказной работы электронной машины.

Задача 30. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна  $\lambda_1 = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{ 1/час} = \text{const}$ . Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами  $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4} \text{ 1/час}$ ,  $\lambda_3 = 0,06 \cdot 10^{-6} t^{2,6} \text{ 1/час}$ .

Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 час.

Задача 31. Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $m_t = 1000$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $m_{\text{тс}}$ , а также частоту отказов  $f_{\text{с}}(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_{\text{с}}(t)$  в момент времени  $t = 50$  час в следующих случаях:

- а) нерезервированной системы,  
 б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.

Задача 32. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов электронных ламп в промежутке времени 3000 - 4000 час.

Задача 33. На испытание поставлено  $N = 400$  изделий. За время  $t = 3000$  час отказало 200 изделий, т.е.  $n(t) = 400 - 200 = 200$ . За интервал времени  $(t, t+t)$ , где  $t = 100$  час, отказало 100 изделий, т.е.  $n(t) = 100$ . Требуется определить  $P^*(3000)$ ,  $P^*(3100)$ ,  $f^*(3000)$ ,  $f^*(3100)$ .

Задача 34. На испытание поставлено 6 однотипных изделий. Получены следующие значения  $t_i$  ( $t_i$  - время безотказной работы  $i$ -го изделия):  $t_1 = 280$  час;  $t_2 = 350$  час;  $t_3 = 400$  час;  $t_4 = 320$  час;  $t_5 = 380$  час;  $t_6 = 330$  час. Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия

Задача 35. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром  $\lambda = 2.5 \cdot 10^{-5}$  1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента  $p(t), q(t), f(t), m_t$  для  $t = 1000$  час.

Задача 36. Нерезервированная система управления состоит из  $n = 5000$  элементов. Для повышения надежности системы предполагается провести общее дублирование элементов. Чтобы приблизительно оценить возможность достижения заданной вероятности безотказной работы системы  $P_c(t) = 0,9$  при  $t = 10$  час., необходимо рассчитать среднюю интенсивность отказов одного элемента при предположении отсутствия последствия отказов.

Задача 37. Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в переменный в течении времени  $t = 1000$  час. равна 0,95, т. е.  $P(1000) = 0,95$ . Для повышения надежности системы электроснабжения на объекте имеется такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого (режим ненагруженного резерва). Требуется рассчитать вероятность безотказной работы и среднее время безотказной работы системы, состоящей из двух преобразователей, а также определить частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  системы.

#### **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	Собеседование или устный опрос проводятся во время практических занятий. Вопросы собеседования или опроса не должны выходить за рамки темы данного занятия. Устные опросы и собеседования необходимо строить так, чтобы вовлечь в тему обсуждения максимальное количество обучающихся.
Тест	Тестирование проводится в семестре для оценки уровня усвоенного материала по разделам. Проведение промежуточной аттестации в форме тестирования позволяет оценить уровень сформированности компетенций.

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

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

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

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

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### **Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

Форма оформления вопросов для собеседования (опроса)  
Вопросы для собеседования (опроса)

Перечень компетенций (части компетенции, элементов компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-15, ПК-40

Тема: «Определение показателей надежности элементов по опытным данным»

1. Основные показатели надежности технических систем (ТС)
2. Понятие отказа, как основное понятие теории надежности.
3. Невосстанавливаемые и восстанавливаемые изделия, отличительная особенность характеристик надежности этих изделий.
4. Практические примеры использования восстанавливаемых изделий.
5. Основные количественные характеристики восстанавливаемых изделий. Критерии надежности.
6. Вероятность безотказной работы, статистическое определение вероятности пределы изменения величины.
7. Понятие статистической оценки.
8. Частота отказов, понятие, определение, вычисление.
9. Интенсивность отказов, определение, вычисление.
10. Основное отличие в определении интенсивности отказов и средней частоты отказов.
11. реднее время безотказной работы, определение количества принимаемых к расчету интервалов времени.
12. Методика проведения испытаний при определении количественных характеристик надежности восстанавливаемых изделий.

Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если 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;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если 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;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если 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;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если 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.