

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.09 Основы теории надежности

### 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. – 3

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

Часов по учебному плану – 108

зачет – 5

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

Семестр	5	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>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</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 основ теории надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава), количественная оценка уровня надежности технических систем в конкретных условиях эксплуатации.
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)</b>	
1	получение студентами общих сведений о принципах расчета и определения параметров надежности подвижного состава;
2	оптимизация системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава с учетом показателей надежности;
3	освоение методов повышения надежности и диагностирования технического состояния транспортно-технологических машин и оборудования.
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологи профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли.	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Учебная дисциплина Б1.В.09 «Основы теории надежности» относится к вариативной части Блока 1. Изучение дисциплины «Основы теории надежности» основывается на знаниях студентов, полученных при изучении дисциплины Б1.Б.09 Математика, Б1.В.ДВ.03.01 Нетяговый подвижной состав, Б1.В.13 Проектирование, конструирование и испытания нетягового подвижного состава
<b>2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
1	Учебная дисциплина «Основы теории надежности», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин Б1.Б.32 Типаж и эксплуатация технологического оборудования, Б1.В.19 Основы работоспособности технических, Б1.В.20 Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТМО, 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-39: способностью использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные положения теории надежности и показатели надежности
Уметь	определять показатели надежности 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	процессы и причины возникновения отказов элементов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
Уметь	разрабатывать предложения по повышению надежности
Владеть	знаниями условий эксплуатации транспортного и технологического оборудования.

<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	пути повышения надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
Уметь	оценивать техническое состояние подвижного состава по статистическим данным диагностической аппаратуры и по косвенным признакам
Владеть	методами оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

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

<b>Знать</b>	
1	основные положения теории надежности;
2	физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов подвижного состава;
3	показатели надежности подвижного состава и методы их расчета;
4	пути повышения надежности.
<b>Уметь</b>	
1	применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава;
2	определять показатели надежности подвижного состава;
3	оценивать техническое состояние подвижного состава по статистическим данным диагностической аппаратуры и по косвенным признакам;
4	разрабатывать предложения по повышению надежности.
<b>Владеть</b>	
1	методами оценки и повышения надежности 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 Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях</b>				
1.1	<b>Основные понятия и определения.</b> Задачи обеспечения надежности. Математический аппарат теории надежности. Жизненный цикл объекта. Изменение состояния изделия. Поддержание надежности при эксплуатации. Отказ - как основное понятие надежности объекта. Классификация отказов. /Лек/	5	2	ПК-39	
1.2	<b>Качественные и количественные характеристики надежности.</b> Основные термины и определения. Базовые сведения из теории вероятности и математической статистики. Количественные показатели надежности/Лек/	5	2	ПК-39	
1.3	Оценка показателей точности и стабильности технологических операций /Пр/	5	2	ПК-39	
1.4	Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия. /Пр/	5	2	ПК-39	
1.5	Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия./Пр/	5	2	ПК-39	
1.6	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	12	ПК-39	

	<b>Раздел 2 Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Техно-экономические показатели надежности.</b>				
2.1	<b>Определение показателей надежности.</b> Показатели надежности, долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности. /Лек/	5	2	ПК-39	
2.2	<b>Комплексные показатели надежности.</b> Техно-экономические показатели надежности. Коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность системы /Лек/	5	2	ПК-39	
2.3	<b>Стратегии и системы обеспечения надежности.</b> Общие положения. Метод структурных схем.. Метод логических схем. Схемно-функциональный метод. /Лек/	5	2	ПК-39	
2.4	Определение количественных характеристик надежности по статическим данным об отказах невосстанавливаемых изделий /Пр/	5	2	ПК-39	
2.5	Определение количественных показателей надёжности восстанавливаемых изделий /Пр/	5	2	ПК-39	
2.6	Расчет показателей надежности элементов поглощающих аппаратов /Пр/	5	4	ПК-39	
2.7	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов /Пр/	5	4	ПК-39	
2.8	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	16	ПК-39	
	<b>Раздел 3. Надежность систем с резервированием.</b>				
3.1	<b>Назначение показателей надежности сложных систем.</b> Повышение надежности. Расчет показателей надежности с помощью методов теории вероятности. Статистическая теория надежности. Определение неизвестных параметров распределения /Лек/	5	2	ПК-39	
3.2	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений /Пр/	5	2	ПК-39	
3.3	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан /Пр/	5	2	ПК-39	
3.4	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов /Пр/	5	2	ПК-39	
3.5	<b>Резервирование – как метод повышения надежности.</b> Резервирование – как метод повышения надежности. Структурное, информационное и временное резервирование. Кратность и виды резервирования /Лек/	5	2	ПК-39	
3.6	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем /Пр/	5	2	ПК-39	
3.7	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	16	ПК-39	

	<b>Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.</b>			ПК-39	
4.1	<b>Техническая диагностика.</b> Диагностика в обеспечении надежности. Исследование технического состояния. Основные понятия и определения. Задачи технической диагностики. Системы контроля. /Лек/	5	2	ПК-39	
4.2	Статические методы распознавания технического состояния системы Метод Байеса. Обобщенная формула Байеса. Диагностическая матрица /Пр/	5	4	ПК-39	
4.3	<b>Испытания на надежность.</b> Испытания изделий на надежность. Методики проведения испытаний. Распространение выводов по результатам испытаний на период эксплуатации. Целевая направленность испытаний. Техническая диагностика на основе применения формулы Байеса. /Лек/	5	2	ПК-39	
4.4	Определение основных показателей надежности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений /Пр/	5	2	ПК-39	
4.5	Определение возможной длины участка гарантийного следования поездов при сложившейся системе технического обслуживания вагонов /Пр/	5	2	ПК-39	
4.6	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	12	ПК-39	

<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 нетягового 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
<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
Л4.2	Пахомов С.В., Сафарбаков А.М., Мухачев Ю.С.	Программы поиска места отказа в объектах и системах железнодорожного транспорта: учеб.-метод. пособие по дисциплине «Основы технической диагностики»	Иркутск: ИрГУПС, 2013	53
<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),

	<p>служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий 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>

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ

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; пометать 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 рекомендациями преподавателя.</p>

<p>Самостоятельная работа</p>	<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 «Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава.1».</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.09«Основы теории надежности»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.09«Основы теории надежности»**

## **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 теории надежности» участвует в формировании компетенций:

<b>ПК-39:</b>	способностью использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенции ПК-39 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-39	способностью использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам	Б1.В.09 Основы теории надежности	5	1
		Б1.Б.20 Техническая диагностика	5	1
		Б1.Б.20 Техническая диагностика	6	2

**Таблица соответствия уровней освоения компетенции ПК-39 планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-39	способностью использовать в практической деятельности	Раздел 1 Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях Раздел 2 Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как	Минимальный уровень освоения	знать основные положения теории надежности и показатели надежности
				уметь определять показатели надежности подвижного состава
				владеть методами определения показателей надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, в частности подвижного состава
			Базовый уровень освоения	знать процессы и причины возникновения отказов элементов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

	данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам	сложной системы. Техно-экономические показатели надежности  Раздел 3. Надежность систем с резервированием  Раздел 4 Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.	Высокий уровень освоения	уметь разрабатывать предложения по повышению надежности
				владеть знаниями условий эксплуатации транспортного и технологического оборудования.
				знать пути повышения надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
				уметь оценивать техническое состояние подвижного состава по статистическим данным диагностической аппаратуры и по косвенным признакам
				владеть методами оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

**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>5 семестр</b>				
1	2	Текущий контроль	Тема: Качественные и количественные характеристики надежности. Оценка показателей точности и стабильности технологических операций	ПК-39  Собеседование, опрос (устно)
2	2	Текущий контроль	Тема: Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия.	ПК-39  Собеседование, опрос (устно)
3	3	Текущий контроль	Тема: Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия	ПК-39  Собеседование, опрос (устно)
4	4	Текущий контроль	Раздел 1 Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях	ПК-39  Тестирование
5	5	Текущий контроль	Тема: Определение показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Определение количественных характеристик надежности по статическим данным об отказах невосстанавливаемых изделий	ПК-39  Собеседование, опрос (устно)
6	6	Текущий контроль	Тема: Определение количественных показателей	ПК-39  Собеседование, опрос (устно)

			надёжности восстанавливаемых изделий		
7	8	Текущий контроль	Тема: Расчет показателей надёжности элементов поглощающих аппаратов	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
8	10	Текущий контроль	Тема: Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
9	10	Текущий контроль	Раздел 2 Методы оценки показателей надёжности. Оценка надёжности конструкции как сложной системы. Техничко-экономические показатели надёжности	ПК-39	Тестирование
10	11	Текущий контроль	Тема: Показатели надёжности сложных систем. Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
11	12	Текущий контроль	Тема: Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
12	13	Текущий контроль	Тема: Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
13	14	Текущий контроль	Тема: Резервирование – как метод повышения надёжности. Расчет показателей надёжности невосстанавливаемых резервированных систем	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
14	15	Текущий контроль	Раздел 3. Надёжность систем с резервированием.	ПК-39	Тестирование
15	16	Текущий контроль	Тема: Диагностика в обеспечении надёжности Статические методы распознавания технического состояния системы. Метод Байеса. Обобщенная формула Байеса. Диагностическая матрица	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
16	17	Текущий контроль	Тема: Испытания изделий на надёжность. Определение основных показателей надёжности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)
17	18	Текущий контроль	Тема: Определение возможной длины участка гарантийного следования поездов при сложившейся	ПК-39	Собеседование, опрос (устно)

			системе технического обслуживания вагонов		
18	18	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях 2. Методы оценки показателей надежности. Оценка надежности конструкции как сложной системы. Техно-экономические показатели надежности 3. Надежность систем с резервированием. 4. Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов. Нормирование и управление надежностью вагонов. Испытания на надежность.	ПК-39	Собеседование, опрос (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	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	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, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий 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 материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач	Базовый

		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

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

### **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. Основные направления решения задачи обеспечения надежности вагонов (техническое, технико-экономическое и организационное).
2. Теория надежности. Формулировка применительно к вагоностроению. Математический аппарат теории надежности.
3. Основные вопросы изучения теории надежности.
4. Надежность вагонов как сложной системы. Понятие системы, элемента, детали, изделия. Структурная схема вагона.
5. Виды соединений элементов в системе. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы вагона.
6. Факторы, влияющие на надежность вагона. Связь надежности со всеми стадиями существования вагона.
7. Определение отказа. Отказ – как основное понятие теории надежности.
8. Классификация отказов вагонов и их частей. Виды отказов. Признаки классификации.
9. Конструкционные, технологические, эксплуатационные отказы. Отказы функционирования и параметрические. Причины возникновения отказов.
10. Безотказность и долговечность. Предельное состояние вагона, его причины. Требуемая, достигнутая и фактическая долговечность.
11. Свойства ремонтпригодности, восстанавливаемости и сохраняемости вагона.
12. Понятия, определяющие техническое состояние вагона: исправность, неисправность, работоспособность, отказ, повреждения и дефекты.
13. Критерии и количественные характеристики надежности. Оценка надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий.
14. Вероятность безотказной работы вагона. Понятие, обозначение, вероятностное и статическое определение, зависимость от времени эксплуатации или пробега, свойства, точность статической оценки.
15. Вероятность появления отказа в течение времени. Исправная работа и отказ как несовместные и противоположные события. Статическое определение вероятности отказа. Интегральная функция и плотность распределения времени безотказной работы.
16. Вероятность безотказной работы вагона, как сложной системы. Последовательное и параллельное соединение элементов.

17. Интенсивность отказов. Статическое и вероятностное определение интенсивности. Свойство интенсивности отказов при экспоненциальном законе надежности. Приближенное определение вероятности безотказной работы.
18. Зависимость интенсивности отказов от времени работы или пробега вагона. Основные периоды работы и эксплуатации вагона. Характер возникающих неисправностей и способы их устранения.
19. Параметр потока отказов. Зависимость от общего времени работы вагона. Закон распределения времени работы между отказами в период нормальной эксплуатации вагона. Параметр суммарного потока отказов, возможные единицы измерения.
20. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.
21. Количественные показатели долговечности, их связь с календарным временем эксплуатации и наработкой. Срок службы и технический ресурс вагонов.
22. Понятие технического ресурса: полный, использованный, остаточный, межремонтный и средний. Гарантийный срок службы.
23. Понятия, связанные с надежностью и долговечностью вагонов: износ, предельный износ, старение, моральное старение, приработка, восстановление, ремонтный цикл, межремонтный период, резервирование.
24. Эксплуатационная надежность вагона.
25. Комплексная оценка надежности вагонов. Основные технико-экономические показатели надежности. Методика определения.
26. Коэффициент технической готовности вагона, математическое определение, связь с наработкой на отказ и параметром потока отказов.
27. Коэффициент вынужденного простоя, определение, характеристика, связь с другими количественными характеристиками надежности.
28. Коэффициент технического использования. Коэффициент и частота профилактики.
29. Коэффициенты, характеризующие влияние составных элементов на надежность системы.
30. Количественная оценка ремонтпригодности. График распределения времени восстановления вагона после появления отказа.
31. Коэффициенты осмотра и обнаружения, ремонта и устранения неисправностей.
32. Коэффициенты наладки и регулировки, обеспечения технического контроля вагона и его частей.
33. Коэффициент сохранения конструктивной структуры вагона. Коэффициент технических затрат.
34. Коэффициент ремонтной металлоемкости и коэффициент стоимости эксплуатации.
35. Надежность систем с резервированием. Методы повышения надежности систем в эксплуатации и уменьшения количества отказов.
36. Классификация резервирования по виду используемых средств.
37. Общее, раздельное и постоянное резервирование.
38. Резервирование замещением.
39. Скользящее резервирование. Возможные отличия при решении задач надежности расчетных и конструктивных схем.
40. Кратность резервирования. Резервирование с целой и дробной кратностью.

41. Случайные величины и их характеристики. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные величины, их примеры. Случайное событие, вероятность случайного события. Логические операции.
42. Интегральные и дифференциальные законы распределения случайной величины.
43. Параметры законов распределения.
44. Основные показатели надежности. Понятие доверительного интервала значений случайной величины.
45. Поток случайных событий, определение, характеристики, примеры, свойства потоков.
46. Стационарный пуассоновский поток событий. Свойство ординарности, стационарности и отсутствия последствий.
47. Простейший поток отказов, его свойства. Закон Пуассона, закон распределения времени между соседними отказами.
48. Потоки Эрланга. Разрежение потока, порядок потока Эрланга, его свойства.
49. Законы распределения времени между отказами. Условия вероятностного определения времени безотказной работы. Характеристика дифференциального закона распределения времени между отказами.
50. Биноминальный закон распределения, его связь с нормальным законом.
51. Закон Пуассона, его свойства и характерный признак.
52. Экспоненциальный закон распределения, его характеристики, свойства, характерный признак зависимости экспоненциального закона.
53. Нормальный закон распределения, его параметры, характерный признак. Функция Лапласа, понятие квантиля нормального распределения. Зависимости нормального закона.
54. Гамма-распределение случайной величины, его связь с нормальным и экспоненциальными законами распределения.
55. Распределение Вейбулла, параметры распределения, характеристика возможных отказов. Связь распределения Вейбулла с нормальным и экспоненциальными законами распределения.
56. Испытания на надежность. Значение испытаний, методики их проведения, характеристика.
57. Виды испытаний на надежность.
58. Планы определительных испытаний. Основные виды испытаний вагонов. Методика их проведения.
59. Задачи, возникающие при испытаниях на надежность.
60. Эксплуатационная надежность и профилактическое обслуживание.

### **3.2 Перечень типовых простых практических заданий к зачету**

1. Задача обеспечения надежности имеет следующие направления решения:
  - а) оперативное;
  - б) эксплуатационное;
  - в) технико-экономическое;
  - г) организационное;
  - д) техническое.

2. Факторы, влияющие на надежность вагона, делятся на следующие группы:
  - а) физико-химические;
  - б) технические;
  - в) экономические;
  - г) конструкционные;
  - д) организационные.
  
3. С позиций теории надежности вагон представляет собой:
  - а) сложную систему, включающую несколько подсистем, имеющих самостоятельное функциональное значение;
  - б) сложную систему, состоящую из отдельных элементов, предназначенных для выполнения некоторых функций;
  - в) совокупность совместно действующих узлов и деталей.
  
4. Какое из понятий является в теории надежности обобщающим названием систем, элементов, узлов, агрегатов и деталей:
  - а) изделие;
  - б) образец;
  - в) экземпляр;
  - г) предмет;
  - д) вариант;
  - е) модель.
  
5. В зависимости от влияния одного элемента на другие и на надежность всей системы различают следующие виды соединений элементов:
  - а) последовательное и параллельное;
  - б) зависимое и независимое;
  - в) резервное;
  - г) смешанное;
  - д) индивидуальное и комплексное.
  
6. Рассматриваемые в теории надежности системы и элементы делятся на следующие основные классы:
  - а) восстанавливаемые;
  - б) индивидуальные;
  - в) универсальные;
  - г) частично восстанавливаемые;
  - д) взаимозаменяемые.
  - е) невосстанавливаемые.
  
7. Какое из приведенных понятий является основным в теории надежности:
  - а) показатели надежности;
  - б) время исправной работы;
  - в) восстановление работоспособности;
  - г) наработка на отказ;
  - д) отказ;
  - е) безотказность работы.
  
8. Необходимость анализа, систематизации, классификации и установления характерных признаков отказов возникает в связи с тем, что:
  - а) возникающие при работе вагона отказы многочисленны и разнообразны;
  - б) при обнаружении отказов важен не только факт его появления, но и поиск его причины, длительность и трудоемкость устранения;
  - в) отказ является сигналом о необходимости совершенствования и рациональной организации ТО и ремонта;
  - г) при возникновении отказа система частично или полностью утрачивает работоспособность.
  
9. Причины возникновения отказов делятся на:
  - а) случайные;

- б) параметрические;
- в) функциональные;
- г) систематические.

10. Безотказность вагона или его частей - это свойство:
- а) длительно сохранять работоспособность с необходимыми перерывами на ремонт до наступления предельного состояния ;
  - б) непрерывно сохранять работоспособность в определенных режимах и условиях эксплуатации в течение некоторого времени или некоторой наработки;
  - в) заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению отказов и неисправностей.
11. Какое состояние вагона соответствует тому, что в данный момент времени основные и второстепенные параметры вагона соответствуют всем требованиям нормативно-технической документации:
- а) работоспособное;
  - б) исправное;
  - в) неисправное работоспособное.
12. Нарушение исправного состояния при сохранении работоспособности определяется как:
- а) отказ;
  - б) повреждение или дефект ;
  - в) неисправность;
  - г) неполадки или помехи.
13. Как называется признак, по которому оценивают надежность системы или элемента:
- а) степень;
  - б) уровень;
  - в) показатель;
  - г) критерий.
14. С помощью каких количественных характеристик принято оценивать надежность невозстанавливаемых изделий:
- а) параметр потока отказов;
  - б) среднее время безотказной работы;
  - в) вероятность безотказной работы;
  - г) наработка на отказ;
  - д) вероятность отказа;
  - е) интенсивность отказов.
15. С помощью каких количественных характеристик принято оценивать надежность восстанавливаемых изделий:
- а) вероятность безотказной работы;
  - б) параметр потока отказов;
  - в) среднее время безотказной работы;
  - г) наработка на отказ;
  - д) среднее время восстановления;
  - е) интенсивность отказов.
16. Для определения вероятности безотказной работы по статистическим данным используется формула:

$$\text{а) } P(t) = \frac{N_0}{N_0 - n(t)}; \quad \text{б) } P(t) = \frac{n(t)}{N_0}; \quad \text{в) } P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}.$$

17. Какая их характеристик является интегральной функцией распределения времени работы до отказа:

- а) вероятность отказа;
- б) вероятность безотказной работы;
- в) вероятность появления числа отказов за заданное время

18. Вероятность безотказной работы сложной системы, состоящей из нескольких параллельно соединенных элементов определяется по формуле:

$$\text{а) } P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t); \quad \text{б) } P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i(t)); \quad \text{в) } P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i(t).$$

19. Вероятность безотказной работы сложной системы, состоящей из нескольких последовательно соединенных элементов определяется по формуле:

$$\text{а) } P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t); \quad \text{б) } P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i(t); \quad \text{в) } P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t).$$

20. Интенсивность отказов определяется по формуле:

$$\text{а) } \lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_{cp} \Delta t}; \quad \text{б) } \lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{N_0 \Delta t}; \quad \text{в) } \lambda(t) = \frac{N_{cp} - n(t)}{N_{cp} \Delta t}.$$

21. Интенсивностью отказов называется:

- а) среднее число отказов изделия в единицу времени, отнесенное к общему числу изделий;
- б) отношение числа отказавших изделий в единицу времени к среднему числу исправно работающих изделий.

22. На графике зависимости интенсивности отказов от времени работы выражены следующие периоды появления отказов:

- а) период морального старения;
- б) основной период (нормальной эксплуатации);
- в) средний период (эксплуатации);
- г) период износа и старения деталей;
- д) конечный период (предельный);
- е) начальный период работы (приработки).

23. Для периода нормальной эксплуатации, когда приработка деталей закончена, а процесс старения не наступил, типичным является:

- а) нормальный закон распределения;
- б) показательный закон распределения отказов.

24. Интенсивность отказов сложной системы определяется

- а) суммой интенсивностей отказов ее составных частей;
- б) произведением интенсивностей отказов ее составных частей.

25. Параметром потока отказов восстанавливаемого изделия называется:

- а) среднее количество отказов в единицу времени, отнесенное к числу исправных деталей;
- б) среднее количество отказов изделия в единицу времени, отнесенное к общему числу наблюдаемых элементов.

26. Параметр потока отказов определяется по формуле:

$$\text{а) } \omega(t) = \frac{n(t)}{N_0 \Delta t}; \quad \text{б) } \omega(t) = \frac{n(t)}{N_{cp} \Delta t}; \quad \text{в) } \omega(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0 \Delta t}.$$

27. Для оценки долговечности изделий используют:

- а) гарантийный срок службы;
- б) срок службы;
- в) технический ресурс;
- г) среднее время безотказной работы.

28. Технический ресурс – это:

- а) суммарная наработка, т.е. сумма интервалов времени исправной работы вагона и его частей в данных условиях эксплуатации до ремонта;
- б) календарная продолжительность эксплуатации вагона и его элементов до предельного состояния или списания.

29. Техничко-экономические показатели надежности, в отличие от количественных учитывают:

- а) условия эксплуатации;
- б) конструкционную прочность;
- в) удобство тех. осмотра и ремонта;
- г) трудоемкость и удобство устранения отказов
- д) периодичность ТО и ремонта;
- е) приспособленность конструкции для контроля.

30. Основными технико-экономическими показателями при комплексной оценке надежности являются:

- а) коэффициент восстановления работоспособности;
- б) коэффициент вынужденного простоя;
- в) коэффициент технической готовности;
- г) коэффициент эксплуатационной надежности;
- д) коэффициент технического использования.

31. Коэффициент технической готовности представляет собой отношение:

- а) времени исправной работы за определенный период ко времени вынужденного простоя за тот же период;
- б) времени исправной работы за определенный период к общему времени исправной работы и вынужденного простоя за тот же период;
- в) времени вынужденного простоя за определенный период к общему времени исправной работы и вынужденного простоя.

32. Влияние элементов на надежность системы характеризуют следующие коэффициенты:

- а) коэффициент восстановления элементов;
- б) коэффициент оптимального запаса элементов;
- в) коэффициент отказа элементов;



- г) коэффициент расхода элементов;
- д) структурный коэффициент металлоемкости;
- е) относительный коэффициент отказа элементов.

33. Для количественной оценки ремонтпригодности используют систему коэффициентов, учитывающих время:

- а) устранения неисправностей;
- б) исправной работы;
- в) технического контроля;
- г) регулировки;
- д) обнаружения неисправностей;
- е) получения материалов и запчастей.

34. Резервирование по виду используемых средств может быть:

- а) технологическим;      г) информационным;
- б) функциональным;      д) структурным
- в) конструкционным;      е) временным

35. Если система включает несколько последовательных элементов, причем  $n$  из них не дублированы, а  $m$  – дублированы, тогда справедливы выражения:

$$\text{а) } P_c(t) = P_n(t)P_m(t); \quad \text{б) } P_m(t) = \prod_{i=1}^m P_i(t); \quad \text{в) } P_n(t) = \prod_{j=1}^n [1 - Q_j^2(t)];$$

$$\text{г) } P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t); \quad \text{д) } P_m(t) = \prod_{j=1}^m [1 - Q_j^2(t)]; \quad \text{е) } P_c(t) = P_n(t) + P_m(t).$$

36. Кратностью резервирования называется:

- а) отношение числа резервных элементов к числу резервируемых (основных);
- б) отношение числа резервируемых элементов к числу резервных;
- в) отношение числа резервных элементов к общему числу элементов в системе.

37. Дробная кратность резервирования  $\frac{4}{2}$  означает, что:

- а) для нормальной работы системы необходимо не менее двух элементов, число резервных – четыре;
- б) в системе четыре основных элемента, два из которых – резервные;
- в) в системе шесть элементов, два из которых – резервные, а для нормальной работы системы необходимы четыре элемента.

38. Резервирование с целой кратностью, равной 2, означает, что:

- а) в системе три элемента, два из которых резервные;
- б) в системе три элемента, два из которых резервируемые, один – резервный;
- в) в системе два элемента, один из которых резервный.

39. Мажоритарное резервирование по принципу «два из трех» означает, что:

- а) для системы из трех одновременно работающих элементов работоспособное состояние обеспечено при работе двух из них;
- б) в системе, состоящей из трех элементов, два элемента резервные, а один резервируемый.



40. Случайные события, следующие одно за другим в некоторой последовательности образуют:

- а) чередование событий;
- б) цепь событий;
- в) поток событий;
- г) зависимость событий;
- д) распределение событий.

41. Потоки событий обладают следующими свойствами:

- а) ординарность;
- б) стационарность;
- в) интенсивность;
- г) равномерность;
- д) отсутствие последствий.

42. Поток событий, обладающий свойствами ординарности, стационарности и отсутствия последствий, называется:

- а) простейшим потоком;
- б) потоком Эрланга;
- в) стационарным пуассоновским потоком;
- г) оптимальным потоком.

43. Нестационарный пуассоновский поток событий – это поток:

- а) обладающий свойствами ординарности и отсутствия последствий, но не обладающий свойством стационарности;
- б) обладающий свойством ординарности, но не обладающий свойствами стационарности и отсутствия последствий;
- в) обладающий свойством отсутствия последствий, но не обладающий свойствами ординарности и стационарности.

44. При разряжении (отбрасывании некоторых событий) простейший поток преобразуется в:

- а) поток Гаусса;
- б) пуассоновский поток;
- в) нестационарный поток;
- г) поток Эрланга.

45. Случайные величины в зависимости от их физического смысла, помимо нормального и экспоненциального, могут иметь следующие законы распределения:

- а) Лапласа;
- б) биномиальный;
- в) Вебера;
- г) Вейбулла;
- д) Пуассона;
- е) гамма-распределение.

46. Среднее время работы деталей определяется по формуле  $T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i + (N-d)t_m}{d}$  при

- следующих планах испытаний:
- а) NUN;
  - б) NRT;
  - в) NUT;
  - г) NUr.

47. Назовите наиболее распространенные планы испытаний:
- |         |          |         |
|---------|----------|---------|
| а) NUR; | г) NUN;  | ж) NTR; |
| б) NUT; | д) NUr;  | з) NrT. |
| в) NRT; | е) NRr ; |         |
48. План испытаний NUN означает, что:
- на испытании находится  $N$  изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются - U, испытания продолжаются до отказа всех  $N$  изделий;
  - на испытании находится  $N$  изделий, отказавшие изделия восстанавливаются - U, испытания продолжаются до первого отказа;
  - на испытании находится  $N$  изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются, испытания продолжаются до получения заданного числа отказов.
49. План испытаний NUT означает, что:
- на испытание ставятся  $N$  изделий, отказавшие изделия вновь восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени  $T$ ;
  - на испытание ставятся  $N$  изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени  $T$ .
50. План испытаний NRr означает, что:
- на испытание ставятся  $N$  изделий, отказавшие изделия в процессе испытаний заменяются, испытания продолжаются до получения заданного числа отказов;
  - на испытание ставятся  $N$  изделий, отказавшие изделия в процессе испытаний восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени;
  - на испытание ставятся  $N$  изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени.

### 3.3 Перечень типовых практических заданий к зачету

Задача 1. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить  $f^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Задача 2. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. Требуется определить  $p^*(t)$  и  $q^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Задача 3. В течение 1000 час из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 час. отказал еще один гироскоп. Требуется определить  $f^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t=1000$  час.

Задача 4. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить  $p^*(t)$  и  $q^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Задача 5. На испытание поставлено 1000 изделий. За время  $t=1300$  час. вышло из строя 288 штук изделий. За последующий интервал времени 1300-1400 час. вышло из строя еще 13 изделий. Необходимо вычислить  $p^*(t)$  при  $t=1300$  час. и  $t=1400$  час.;  $f^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t=1300$  час.

Задача 6. На испытание поставлено 45 изделий. За время  $t=60$  час. вышло из строя 35 штук изделий. За последующий интервал времени 60-65 час. вышло из строя еще 3 изделия. Необходимо вычислить  $p^*(t)$  при  $t=60$  час. и  $t=65$  час.;  $f^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t=60$  час.

Задача 7. На испытание поставлено 8 однотипных изделий. Получены следующие значения  $t_i$  ( $t_i$  - время безотказной работы  $i$ -го изделия):  
 $t_1 = 560$  час.;  $t_2 = 700$  час.;  $t_3 = 800$  час.;  $t_4 = 650$  час.;  $t_5 = 580$  час.;  $t_6 = 760$  час.;  $t_7 = 920$  час.;  
 $t_8 = 850$  час. Определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.

Задача 8. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зарегистрировано 6 отказов. Время восстановления составило:  $t_1 = 15$  мин.;  $t_2 = 20$  мин.;  $t_3 = 10$  мин.;  $t_4 = 28$  мин.;  
 $t_5 = 22$  мин.;  $t_6 = 30$  мин.

Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры  $\bar{t}_{\text{в}}^*$ .

Задача 9. На испытание поставлено 1000 изделий. За время  $t = 11000$  час. вышло из строя 410 изделий. В последующий интервал времени 11000-12000 час. вышло из строя еще 40 изделий. Необходимо вычислить  $p^*(t)$  при  $t = 11000$  час. и  $t = 12000$  час., а также  $f^*(t)$ ,  $\lambda^*(t)$  при  $t = 11000$  час.

Задача 10. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени  $t = 120$  час., а также среднее время безотказной работы.

Задача 11. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час., частоту отказов для момента времени  $t = 120$  час и интенсивность отказов.

Задача 12. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами  $m_t = 8000$  час.,  $\sigma_t = 1000$  час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $m_t$  для  $t = 8000$  час.

Задача 13. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром  $t_1 = 1860$  час. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  для  $t = 1000$  час и среднее время безотказной работы прибора.

Задача 14. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k = 2,6$ ;  $a = 1,65 \cdot 10^{-7}$  1/час.

Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  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  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $m_t$ .

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

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  $P(t)$ ,  $(t)$ ,  $m_t$ .

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  $\sigma_t= 100$  час.

Задача 20. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp}= 0,33 \cdot 10^{-5}$  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  $\lambda=0,2 \cdot 10^{-6}$  1/час . Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течении  $t = 24$  часа и среднее время безотказной работы электронной машины.

Задача 22. Система управления состоит из 6000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp} = 0,16 \cdot 10^{-6}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течении  $t = 50$  час и среднее время безотказной работы.

Задача 23. Прибор состоит из  $n = 5$  узлов. Надежность узлов характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени  $t$ , которая равна:  $P_1(t)=0,98$ ;  $P_2(t)=0,99$ ;  $P_3(t)=0,998$ ;  $P_4(t)=0,975$ ;  $P_5(t)=0,985$ . Необходимо определить вероятность безотказной работы прибора.

Задача 24. Система состоит из пяти приборов, среднее время безотказной работы которых равно:  $m_{t1}=83$  час;  $m_{t2}=220$  час;  $m_{t3}=280$  час;  $m_{t4}=400$  час;  $m_{t5}=700$  час . Для приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы системы.

Задача 25. Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени  $t = 50$  час равна:  $P_1(50)=0,98$ ;  $P_2(50)=0,99$ ;  $P_3(50)=0,998$ ;  $P_4(50)=0,975$ ;  $P_5(50)=0,985$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора.

Задача 26. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп, за 3000 час. отказало 80 ламп. Требуется определить  $P^*(t)$ ,  $q^*(t)$  при  $t = 3000$  час.

Задача 27. 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 28. На испытание поставлено  $N = 400$  изделий. За время  $t = 3000$  час отказало 200 изделий, т.е.  $n(t) = 400-200=200$ . За интервал времени  $(t, t+\Delta t)$ , где  $\Delta t= 100$  час, отказало 100 изделий, т.е.  $\Delta n(t)= 100$ . Требуется определить  $P^*(3000)$ ,  $P^*(3100)$ ,  $f^*(3000)$ ,  $\lambda^*(3000)$ .

Задача 29. 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  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $f(t)$ ,  $T$  для  $t=1000$  час.

Задача 30. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна  $\lambda_1=0,16 \cdot 10^{-3}$  1/час = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами  $\lambda_2=0,23 \cdot 10^{-4}$  1/час,  $\lambda_3=0,06 \cdot 10^{-6} t^{2,6}$  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  $mt = 1000$  час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $m_{tc}$ , а также частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  час в следующих случаях:

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

#### 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

##### 1. знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

##### характеризующих

##### 2. этапы формирования компетенций

##### 3.

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-39

Раздел 1 «Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях»

Тема: Оценка показателей точности и стабильности технологических операций

1. Методы контроля технологических операций.
2. Назовите основные показатели точности и стабильности технологических операций.
3. Уровень точности настройки оборудования в начальный после настройки период обработки деталей, определение, формула, характеристика.
4. Показатель смещения центра рассеяния, определение, характеристика, формула.
5. Показатель межнастроечной стабильности, зависимость, характеристика.
6. Степень соответствия поля рассеяния полю допуска технических величин.
7. Точность механической обработки и погрешность, определения, основные причины возникновения погрешностей.



8. Нормальный закон распределения случайных величин (погрешностей).
9. Понятие выборки, способы и виды выборок. Математическое обоснование объема выборок.
10. Порядок выполнения работы при оценке показателей точности и стабильности тех. операций, возможные выводы по работе.

#### 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.