

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

Б1.О.46 Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Специализация/профиль – Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Форма и срок обучения – очная форма 4 года

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической подготовки (ПП) –

8

(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 5 семестр

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/8	51/8
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	34/8	34/8
– лабораторные		
Самостоятельная работа	57	57
Итого	108/8	108/8

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 916.

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, доцент, Ю.В. Воронова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «3» мая 2023 г. № 8

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

О.Л. Маломыжев

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование у обучающихся комплекса знаний основ теории надежности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
1.2 Задачи дисциплины	
1	получение обучающимися 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
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.44 Вычислительная техника и сети в отрасли
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.20 Эксплуатационные материалы
2	Б1.О.36 Производственно-техническая структура предприятий
3	Б1.О.45 Применение прикладных программ для инженерного анализа состояния деталей подвижного состава
4	Б1.О.51 Работоспособность технических систем
5	Б2.О.03(П) Производственная - эксплуатационная практика
6	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
7	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
8	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и	Код и наименование	Планируемые результаты обучения

наименование компетенции	индикатора достижения компетенции	
ПК-2 Способен разрабатывать меры по повышению эффективности использования транспортно-технологических комплексов	ПК-2.2 Использует в практической деятельности данные оценки технического состояния, определяет рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Знать: основные положения теории надежности; физические процессы возникновения внезапных и постепенных отказов элементов подвижного состава; показатели надежности подвижного состава и методы их расчета; пути повышения надежности
		Уметь: применять основные положения теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава; определять показатели надежности подвижного состава; оценивать техническое состояние подвижного состава по статистическим данным диагностической аппаратуры и по косвенным признакам
		Владеть: методами оценки и повышения надежности подвижного состава

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
1.0	Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях.					
1.1	Основные понятия и определения	5	2		4	ПК-2.2
1.2	Оценка показателей точности и стабильности технологических операций	5		4	2	ПК-2.2
1.3	Качественные и количественные характеристики надежности	5	2		4	ПК-2.2
1.4	Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия	5		2	2	ПК-2.2
2.0	Раздел 2. Методы оценки показателей надежности сложной системы. Надежность систем с резервированием.					
2.1	Определение показателей надежности	5	4		4	ПК-2.2
2.2	Определение количественных характеристик надежности по статическим данным об отказах невосстанавливаемых изделий	5		2	2	ПК-2.2
2.3	Определение количественных показателей надежности восстанавливаемых изделий	5		2	2	ПК-2.2
2.4	Комплексные показатели надежности	5	2		2	ПК-2.2
2.5	Расчет показателей надежности элементов поглощающих аппаратов	5		4	3	ПК-2.2
2.6	Назначение показателей надежности сложных систем	5	2		4	ПК-2.2
2.7	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	5		4/2	2	ПК-2.2
2.8	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений	5		2/2	4	ПК-2.2
2.9	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан	5		2/2	4	ПК-2.2
2.10	Резервирование – как метод повышения надежности	5	2		4	ПК-2.2
2.11	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов	5		2/2	2	ПК-2.2
2.12	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем	5		2	2	ПК-2.2
3.0	Раздел 3. Проблемы обеспечения надежности вагонов. Испытания на надежность.					
3.1	Диагностика в обеспечении надежности	5	2		2	ПК-2.2
3.2	Статические методы распознавания технического состояния системы. Метод Байеса. Обобщенная	5		4	2	ПК-2.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
	формула Байеса. Диагностическая матрица					
3.3	Испытания на надежность	5	1		2	ПК-2.2
3.4	Определение основных показателей надежности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений	5		2	2	ПК-2.2
3.5	Определение возможной длины участка гарантийного следования поездов при сложившейся системе технического обслуживания вагонов	5		2	2	ПК-2.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	5				ПК-2.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/8		57

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Иванов, А. А. Методические основы разработки системы управления техническим состоянием вагонов : учебное пособие / А. А. Иванов. – Москва : , 2015. – 662 с. – ISBN 978-5-89035-832-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/80033	Онлайн
6.1.1.2	Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 316 с. – ISBN 978-5-8114-1268-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/87584	Онлайн
6.1.1.3	Устич, П.А. Надежность рельсового нетягового подвижного состава : учеб. для ВУЗов ж.-д. трансп. / П. А. Устич, В. А. Карпычев, М. Н. Овечников ; ред. П. А. Устич. М. : ИГ "Вариант", 1999. - 416с.	206

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Воробьев, А.А. Надежность подвижного состава : учебник / А. А. Воробьев, А. В. Горский, А. Д. Пузанков, А. В. Скребков, В. А. Четвергов, С. В. Швецов. – Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 301 с. – 978-5-89035-978-0. – Текст : электронный // УМЦ ЖДТ : электронная библиотека. – URL: https://umczdt.ru/books/1200/2447/	Онлайн

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Воронова, Ю.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.46 Основы теории надежности по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов / Ю.В. Воронова ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. –11 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_3366_1490_2023_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	
6.2.1	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/
6.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/
6.2.3	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/
6.2.4	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы	
6.3.1 Базовое программное обеспечение	
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	Не предусмотрено
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Е-202 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию 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</p>

	<p>вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Основы теории надежности» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

1. Общие положения

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

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенций:
ПК-2. Способен разрабатывать меры по повышению эффективности использования транспортно-технологических комплексов

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 семестр				
1.0	Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия и определения	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Оценка показателей точности и стабильности технологических операций	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.3	Текущий контроль	Качественные и количественные характеристики надежности	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.4	Текущий контроль	Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия	ПК-2.2	Проверочная работа (устно/письменно)
2.0	Раздел 2. Методы оценки показателей надежности сложной системы. Надежность систем с резервированием			
2.1	Текущий контроль	Определение показателей надежности	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Определение количественных характеристик надежности по статическим данным об отказах невосстанавливаемых изделий	ПК-2.2	Проверочная работа (устно/письменно)
2.3	Текущий контроль	Определение количественных показателей надёжности восстанавливаемых изделий	ПК-2.2	Проверочная работа (устно/письменно)
2.4	Текущий контроль	Комплексные показатели надежности	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Расчет показателей надежности элементов поглощающих аппаратов	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Назначение показателей надежности сложных систем	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	ПК-2.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.8	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты средних арифметических значений	ПК-2.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
2.9	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса с помощью контрольной карты медиан	ПК-2.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
2.10	Текущий контроль	Резервирование – как метод	ПК-2.2	Собеседование (устно)

		повышения надежности		
2.11	Текущий контроль	Статистическое регулирование уровня наладки технологического процесса методом размахов	ПК-2.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
2.12	Текущий контроль	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем	ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.0	Раздел 3. Проблемы обеспечения надежности вагонов. Испытания на надежность			
3.1	Текущий контроль	Диагностика в обеспечении надежности	ПК-2.2	Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Статические методы распознавания технического состояния системы. Метод Байеса. Обобщенная формула Байеса. Диагностическая матрица	ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.3	Текущий контроль	Испытания на надежность	ПК-2.2	Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Определение основных показателей надежности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений	ПК-2.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.5	Текущий контроль	Определение возможной длины участка гарантийного следования поездов при сложившейся системе технического обслуживания вагонов	ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Теория надежности и задачи обеспечения надежности подвижного состава в современных условиях. Раздел 2. Методы оценки показателей надежности сложной системы. Надежность систем с резервированием. Раздел 3. Проблемы обеспечения надежности вагонов. Испытания на надежность.	ПК-2.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

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

**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

Описание шкал оценивания

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

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

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

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	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 для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня
3	Проверочная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты заданий для выполнения проверочных работ по темам дисциплины

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«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
	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
	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
«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	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»
«хорошо»	
«удовлетворительно»	

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

Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач

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 зачтено»	Не было попытки выполнить задание

Разноуровневые задачи (задания)

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

Проверочная работа

Шкала оценивания	Критерий оценки
«зачтено»	Обучающийся правильно или с небольшими неточностями выполнил задания проверочной работы
«не зачтено»	Обучающийся неправильно или с существенными неточностями выполнил задания проверочной работы

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Основные понятия и определения»

1. Надежность как свойство технической системы
2. Задача обеспечения надежности
3. Техническое решение задачи
4. Техничко-экономическое решение задачи обеспечения надежности
5. Организационное решение задачи обеспечения надежности
6. Основной предмет изучения теории надежности
7. Математический аппарат теории надежности
8. Надежность вагона (системы или изделия)
9. Вагон как сложная система
10. Понятия системы, элемента, детали
11. Обобщающее понятие всех систем и элементов.
12. Техническое состояние вагона

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Качественные и количественные характеристики надежности»

1. Количественные показатели надежности
2. Комплексные свойства надежности
3. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность
4. Восстанавливаемость, сохраняемость
5. Количественные показатели надежности
6. Критерии надежности
7. Вероятность безотказной работы
8. Интенсивность отказов
9. Среднее время безотказной работы
10. Параметр потока отказов

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Комплексные показатели надежности»

1. Комплексные показатели надежности
2. Коэффициент технической готовности
3. Коэффициент технического использования
4. Коэффициент простоя
5. Коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность системы

3.2 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов»

1. На 5-ти вагонной секции имеется два основных дизеля 4VD21/15. Вероятность безотказной работы дизеля в пути следования $P=0,99$. Какова вероятность того, что не произойдет одновременного отказа обоих дизелей.

Решение.

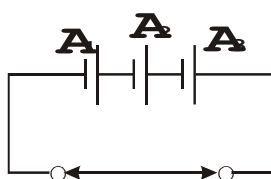
Обозначим: A_1 – безотказная работа 1-го дизеля, A_2 - безотказная работа 2-го дизеля. Тогда безотказная работа одного из дизелей или обоих вместе есть логическая сумма событий, следовательно вероятность отсутствия одновременного отказа дизелей определяется по формуле

$$P(A_1 \vee A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \wedge A_2) = 0,99 + 0,99 - 0,99^2 = 0,9999$$

Необходимо иметь в виду, что при решении задачи принято условие независимых отказов.

2. Определить надёжность системы при последовательном соединении элементов.

A_1, A_2, A_3 – работоспособное состояние 3-х аккумуляторов с напряжением 4 В.



Вероятность безотказной работы каждого 0,9. Отказ одного из аккумуляторов не влияет на работоспособное состояние других.

Решение.

Если принять работоспособное состояние элементов A_1, A_2, A_3 , то работоспособное состояние системы есть событие A , которое записывается следующим образом

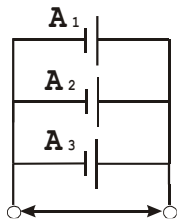
$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3.$$

Тогда вероятность безотказной работы всей системы при условии независимости событий определяется по формуле

$$P(A) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0.9^3 = 0.729$$

В данном случае надежность системы всегда ниже надежности самого ненадежного элемента.

3. Определить надежность системы при параллельном соединении элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента - 0,99.



В данной схеме предусмотрено резервирование.

Решение.

Работоспособным состояние системы будет в случае, если хотя бы один из элементов будет работоспособным. Другими словами событие A – работоспособное состояние системы есть логическая сумма событий

$$A = A_1 \vee A_2 \vee A_3.$$

Тогда вероятность безотказной работы всей системы определяется по формуле

$$P(A) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cdot A_2) - P(A_2 \cdot A_3) - P(A_1 \cdot A_3) + P(A_1 A_2 A_3) = 3 \cdot 0,99 - 3 \cdot 0,99^2 + 0,99^3 = 0,99999.$$

В данном случае надежность системы всегда выше надежности самого надежного элемента.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем»

На испытании находилось $N_0 = 1000$ образцов невосстанавливаемой аппаратуры, отказы фиксировались через каждые 200 часов работы.

Построить зависимости $P(t)$, $a(t)$ и $\lambda(t)$ в интервале времени 3000 часов, если число отказов за время $\Delta t = 200$ было распределено, как указано в таблице.

Определить среднее время безотказной работы, полагая, что эксперимент проводился до выхода из строя последнего зафиксированного образца.

Δt , час	Δn , шт	Δt , час	Δn , шт
0-200	90	1600-1800	26
200-400	60	1800-2000	26
400-600	35	2000-2200	25
600-800	30	2200-2400	25
800-1000	30	2400-2600	30
1000-1200	29	2600-2800	45
1200-1400	27	2800-3000	70

Решение.

1. Определение вероятности безотказной работы по формуле

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}.$$

$$P(200) = \frac{1000 - 90}{1000} = 0,91;$$

$$P(400) = \frac{1000 - 150}{1000} = 0,85;$$

$$P(600) = \frac{1000 - 185}{1000} = 0,81;$$

...

2. Определение частоты появления отказов по формуле

$$a(t) = \frac{n(t)}{N_0 \cdot \Delta t}.$$

$$a(100) = \frac{90}{1000 \cdot 200} = 0,45 \cdot 10^{-3};$$

$$a(300) = \frac{60}{1000 \cdot 200} = 0,30 \cdot 10^{-3};$$

$$a(500) = \frac{35}{1000 \cdot 200} = 0,17 \cdot 10^{-3};$$

...

3. Определение интенсивности отказов по формуле

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{cp} \cdot \Delta t}.$$

$$\lambda(100) = \frac{90}{\frac{1000 + 910}{2} \cdot 200} = 0,47 \cdot 10^{-3};$$

$$\lambda(300) = \frac{60}{\frac{910 + 850}{2} \cdot 200} = 0,34 \cdot 10^{-3};$$

$$\lambda(500) = \frac{35}{\frac{850 + 815}{2} \cdot 200} = 0,21 \cdot 10^{-3};$$

...

4. Определение среднего времени безотказной работы по формуле

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{t_k/\Delta t} n_i \cdot t_i}{N_0}$$

В данном случае: $N_0 = 575; t_k = 3000 \text{ ч.}; \Delta t = 200 \text{ ч.}; t_k/\Delta t = 15$.

$$T = \frac{90 \cdot 100 + 60 \cdot 300 + 35 \cdot 500 + \dots + 45 \cdot 2700 + 70 \cdot 2900}{575} = 1484 \text{ час.}$$

Результаты вычислений сводим в таблицу.

Δt , час	Δn , шт.	$P(t)$	$a(t) \cdot 10^{-3}$, 1/час	$\lambda(t) \cdot 10^{-3}$, 1/час
0-200	90	0,91	0,45	0,47
200-400	60	0,85	0,30	0,34
400-600	35	0,815	0,175	0,21
600-800	30	0,785	0,15	0,187
800-1000	30	0,755	0,15	0,19
1000-1200	29	0,726	0,145	0,19
1200-1400	27	0,699	0,135	0,189
1400-1600	27	0,672	0,135	0,196
1600-1800	26	0,646	0,13	0,197
1800-2000	26	0,620	0,13	0,2
2000-2200	25	0,595	0,125	0,2
2200-2400	25	0,570	0,125	0,214
2400-2600	30	0,540	0,15	0,27
2600-2800	45	0,495	0,225	0,43
2800-3000	70	0,425	0,35	0,76

По результатам вычислений построить графические зависимости.

Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Статические методы распознавания технического состояния системы. Метод Байеса.
Обобщенная формула Байеса. Диагностическая матрица»

Известно, что 90% шариковых подшипников изделия вырабатывают ресурс в исправном состоянии. Признак A - повышение температуры на 30° - встречается у исправных подшипников в 5% случаев.

Определить и оценить вероятность исправного состояния подшипника при обнаружении признака A .

Решение.

Обозначим исправное состояние подшипника - B_1 , неисправное - B_2 . Известно, что

$$P(B_1) = 0,9.$$

Тогда $P(B_2) = 1 - P(B_1) = 1 - 0,9 = 0,1$

Вероятность $P(A/B_1) = 0,05$,

следовательно $P(A/B_2) = 1 - 0,05 = 0,95$.

По формуле Байеса

$$P(B_1/A) = \frac{P(B_1) \cdot P(A/B_1)}{P(B_1) \cdot P(A/B_1) + P(B_2) \cdot P(A/B_2)}$$

находим

$$P(B_1/A) = \frac{0,9 \cdot 0,05}{0,9 \cdot 0,05 + 0,1 \cdot 0,95} = 0,32.$$

Вероятность исправного состояния подшипника при появлении признака повышения температуры снизилась с 0,9 до 0,32.

3.3 Типовые контрольные задания для выполнения проверочных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения проверочных работ.

Образец типового варианта проверочной работы
«Оценка показателей точности и стабильности технологических операций»

Порядок выполнения работы для оценки показателей точности и стабильности.

1) производится выборка, т.е. решается вопрос сколько деталей, в какой последовательности и с какого станка необходимо взять. Способы выборок определяются по ГОСТу:

- мгновенная выборка: включает от 5 до 20 деталей взятых последовательно с одного станка;
- общая выборка: включает 10 и более мгновенных, взятых последовательно с одного станка за один межнастроечный период;
- произвольная выборка из случайно отобранных деталей, изготовленных на одном станке объемом от 50 до 200 деталей;
- выборка из случайно отобранных деталей, изготовленных группой станков, выполняющих одну и ту же операцию при различных настройках (от 50 до 200 деталей).

Числа 5 и 50, 20 и 200 математически обоснованы.

2) Измеряют параметры деталей и результаты заносят в таблицу. Из всех измерений в таблицу заносят максимальные и минимальные отклонения.

3) Определяют численные значения показателей.

Пример расчёта

Определить показатели точности и стабильности механической обработки цилиндрических валиков, если начальный диаметр $x_H = x_0 = 13,00$ мм, объём мгновенной выборки $n=5$, число мгновенных выборок $m=4$, поле допуска $\delta = 0.27$. Порядок отбора выборок – непрерывный. Измерения записаны в отклонениях от начала отсчета в долях мм.

n \ m	1	2	3	4
1	0.25	0.18	0.19	0.13
2	0.28	0.22	0.20	0.13
3	0.26	0.14	0.22	0.29
4	0.10	0.20	0.28	0.21
5	0.14	0.15	0.25	0.20
$\overline{x_j}$	0.206	0.178	0.228	0.192

1) Уровень точности настройки в начальный период обработки

$$k_n = \frac{x_H - \overline{x_1}}{\delta},$$

$$\overline{x_1} = \frac{\sum x_i}{n} + x_0 = \frac{0.25 + 0.28 + 0.26 + 0.10 + 0.14}{5} + 13,00 = 13.206 \text{ мм}$$

$$k_n = \frac{13.00 - 13.206}{0.27} = 0.76 < 1 \text{ т.е. отклонение находится в допустимых пределах.}$$

2) Показатель смещения центра рассеяния

$$k_y = \left| \frac{\overline{x_4} - \overline{x_1}}{\delta} \right|$$

$$x_4 = 13.192$$

$$k_y = \frac{13.192 - 13.206}{0.27} = 0.05$$

3) Показатель межнастроечной стабильности

$$k_{MS} = \frac{S_j}{S_1},$$

$$\text{где } S = \sqrt{\frac{\sum(x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n}},$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{(0.25 - 0.206)^2 + (0.28 - 0.206)^2 + \dots + (0.14 - 0.206)^2}{5}} = 0.08$$

$$S_4 = 0.066$$

$$k_{MS} = \frac{0.066}{0.08} = 0.825 < 1, \text{ т.е. процесс стабилен.}$$

4) Степень соответствия поля рассеяния полю допуска.

$$k_p = \frac{\omega}{\delta} = \frac{l \cdot \omega}{\delta},$$

$l = 6$ - для нормального закона распределения,

$$S = \sqrt{\frac{\sum S_j^2}{m} + \frac{\sum(\bar{x}_j - \bar{x})^2}{m}},$$

где $\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_j}{m}$ - математическое ожидание.

$$k_p = \frac{0.05 \cdot 6}{0.27} = \frac{0.3}{0.27} = 1,11 > 1, \text{ т.е. поле рассеяния значений контролируемого}$$

параметра больше поля допуска, необходима дополнительная корректировка тех. процесса.

Исходные данные и варианты заданий

Оценить показатели точности и стабильности тех. процесса механической обработки цилиндрических валиков, если начальный диаметр $x_H = x_0 = 18,00$ мм, объём мгновенной выборки - n , число мгновенных выборок - m , поле допуска $\delta = 0.27$. Значения в таблице указаны в отклонениях от начала отсчета.

n\m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,14	0,15	0,25	0,20	0,25	0,20	0,13	0,19	0,24	0,19
2	0,10	0,20	0,28	0,21	0,28	0,15	0,29	0,15	0,23	0,21
3	0,26	0,14	0,22	0,29	0,26	0,19	0,21	0,20	0,22	0,20
4	0,28	0,22	0,20	0,16	0,18	0,20	0,20	0,14	0,21	0,18
5	0,20	0,18	0,19	0,19	0,14	0,22	0,25	0,22	0,25	0,16
6	0,21	0,18	0,23	0,20	0,18	0,28	0,28	0,18	0,26	0,22
7	0,27	0,19	0,27	0,26	0,22	0,20	0,22	0,14	0,20	0,21
8	0,24	0,21	0,26	0,27	0,14	0,16	0,20	0,18	0,22	0,22
9	0,20	0,26	0,24	0,22	0,25	0,18	0,25	0,22	0,21	0,20
10	0,19	0,20	0,27	0,24	0,22	0,19	0,23	0,25	0,20	0,18

Вариант	n	m
1	1-5	1-7
2	1-6	1-6
3	1-5	1-8
4	2-6	1-7
5	2-7	2-8
6	3-7	2-8
7	3-8	1-8
8	4-7	2-9
9	4-8	3-9
10	4-8	4-9

Образец типового варианта проверочной работы
«Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия»

Пользуясь статистическими данными испытаний надежности агрегатов и узлов ТС, представленными по образцу табл. 1, требуется:

- вычислить показатели безотказности и долговечности работы изделий;
- построить гистограмму числа m_j плотности $\bar{f}(t)$ отказов в зависимости от наработки t ,
- построить графики распределения вероятностей наступления отказов $F(t)$ и безотказности работы изделия $P(t)$;

Таблица 1

Распределение отказов (замены) двигателя ТС по интервалам наработки

Номер интервала	j	1	2	3	4	5	6	7	8
Границы интервала, тыс. км	Δt	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
Число отказов в интервале	m_j	2	5	12	20	14	9	6	2

Вычисления показателей безотказности и долговечности:

- накопленное число отказов по интервалам наработки Δt :

$$m(t_j) = \sum_{j=1}^k m_j,$$

где m_j – число изделий, отказавших в j -м интервале;

$n(t_j) = N - m(t_j)$ – число работоспособных изделий по интервалам наработки, где N — общее число отказов;

- относительная доля отказов по интервалам наработки (частость)

$$\bar{\omega}_j = \frac{m_j}{N}$$

- статистическая вероятность наступления отказов

$$\bar{F}(t_j) = \frac{m(t_j)}{N}$$

- статистическая вероятность безотказной работы изделия

$$\bar{P}(t_j) = \frac{n(t_j)}{N} = 1 - \bar{F}(t_j)$$

- статистическая оценка плотности распределения

$$\bar{f}(t_j) = \frac{m_j}{N\Delta t}$$

Построить гистограммы и графики согласно заданию.

3.4 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

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

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-2.2	Основные понятия и определения	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Качественные и количественные характеристики надежности	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-2.2	Определение показателей надежности	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Комплексные показатели надежности	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Назначение показателей надежности сложных систем	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Определение вероятности безотказной работы системы при последовательном и параллельном соединении элементов	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Резервирование – как метод повышения надежности	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Диагностика в обеспечении надежности	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Испытания на надежность	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	41 – ОТЗ 41 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей

программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Задача обеспечения надежности имеет следующие направления решения:

- а) оперативное
- б) техническое**
- в) технико-экономическое**
- г) организационное.**

2. Основным понятием в теории надежности является понятие – <отказ>

3. Установите соответствие между классификационными признаками и видами отказов:

Характер возникновения	2	1 Вследствие изнашивания Вследствие старения
Характер процесса, приводящего к отказам	1	2 Внезапный Постепенный
Связь с отказом других элементов	4	3 Полный Частичный
Причина возникновения	5	4 Зависимый Независимый
Степень нарушения работоспособности	3	5 Конструктивный Производственный Эксплуатационный

4. Укажите понятия, определяющие техническое состояние вагона (изделия):

- а) исправность**
- б) неисправность**
- в) работоспособность**
- г) отказ
- д) наработка

5. Состояние вагона, при котором он в данный момент времени по основным и второстепенным параметрам соответствует всем требованиям нормативно-технической документации называется <исправным>.

6. Установите последовательность операций при оценке показателей точности и стабильности технологических операций:

1– производится выборка, т.е. решается вопрос сколько деталей, в какой последовательности и с какого станка необходимо взять;

2 – принимают решение о корректировке технологического процесса;

3 – измеряют параметры деталей и результаты заносят в таблицу;

4 – по результатам измерений определяют численные значения показателей.

Ответ: **1 – 3 – 4 – 2**

7. Признак, по которому оценивают надежность системы или элемента называется <критерий>.

8. Для определения вероятности безотказной работы изделия по статистическим данным используется формула:

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

9. Для периода нормальной эксплуатации, когда приработка деталей закончена, а процесс старения еще не наступил, типичным законом распределения является **<экспоненциальный>**.

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

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

11. Календарная продолжительность эксплуатации вагона и его элементов до разрушения, предельного состояния или списания называется **<срок службы>**.

12. Резервирование по виду используемых средств может быть:

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

13. Отношение числа резервных элементов к числу резервируемых (основных) называется **<кратностью>** резервирования.

14. Назовите наиболее распространенные планы испытаний:

- а) NUR г) **NUN** ж) NTR
 б) **NUT** д) **NUr** з) NrT.
 в) **NRT** е) **NRr**

15. Случайные события, следующие одно за другим в некоторой последовательности образуют **<поток событий>**.

16. Установите соответствие между свойствами потоков событий:

ординарный поток	3	1 – будущее появление событий не зависит от того, как процесс протекал в прошлом
стационарный поток	2	2 – однородный по времени поток, число событий в единицу времени остается постоянным
поток без последствий	1	3 – невозможно появление в один и тот же момент времени более одного события

17. Статический метод распознавания технического состояния системы, отличающийся возможностью одновременного учета признаков различной физической природы, называется методом **<Байесса>** и основан на использовании одноименной обобщенной формулы.

18. Установите соответствие между планами испытаний и методикой их проведения:

NUN	2	1 – на испытание ставятся N изделий, отказавшие изделия восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени T
NUT	4	2 – на испытании находится N изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются - U, испытания продолжаются до отказа всех N изделий;
NUr	3	3 – на испытание ставятся N изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного числа отказов
NRT	1	4 – на испытание ставятся N изделий, отказавшие изделия не восстанавливаются, испытания продолжаются до заданного времени T

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

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

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

10. Отказы функционирования и параметрические. Причины возникновения отказов

11. Безотказность и долговечность. Предельное состояние вагона, его причины. Требуемая, достигнутая и фактическая долговечность

12. Свойства ремонтпригодности, восстанавливаемости и сохраняемости вагона

13. Понятия, определяющие техническое состояние вагона: исправность, неисправность, работоспособность, отказ, повреждения и дефекты

14. Критерии и количественные характеристики надежности. Оценка надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий

Раздел 2 «Методы оценки показателей надежности сложной системы. Надежность систем с резервированием»

15. Вероятность безотказной работы вагона. Понятие, обозначение, вероятностное и статическое определение, зависимость от времени эксплуатации или пробега, свойства, точность статической оценки

16. Вероятность появления отказа в течение времени. Исправная работа и отказ как несовместные и противоположные события. Статистическое определение вероятности отказа. Интегральная функция и плотность распределения времени безотказной работы

17. Вероятность безотказной работы вагона, как сложной системы. Последовательное и параллельное соединение элементов

18. Интенсивность отказов. Статическое и вероятностное определение интенсивности. Свойство интенсивности отказов при экспоненциальном законе надежности. Приближенное определение вероятности безотказной работы

19. Зависимость интенсивности отказов от времени работы или пробега вагона. Основные периоды работы и эксплуатации вагона. Характер возникающих неисправностей и способы их устранения

20. 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.

21. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ

22. Количественные показатели долговечности, их связь с календарным временем эксплуатации и наработкой. Срок службы и технический ресурс вагонов

23. Понятие технического ресурса: полный, использованный, остаточный, межремонтный и средний. Гарантийный срок службы

24. Понятия, связанные с надежностью и долговечностью вагонов: износ, предельный износ, старение, моральное старение, приработка, восстановление, ремонтный цикл, межремонтный период, резервирование
25. Эксплуатационная надежность вагона
26. Комплексная оценка надежности вагонов. Основные технико-экономические показатели надежности. Методика определения
27. Коэффициент технической готовности вагона, математическое определение, связь с наработкой на отказ и параметром потока отказов
28. Коэффициент вынужденного простоя, определение, характеристика, связь с другими количественными характеристиками надежности
29. Коэффициент технического использования. Коэффициент и частота профилактики
30. Коэффициенты, характеризующие влияние составных элементов на надежность системы
31. Количественная оценка ремонтпригодности. График распределения времени восстановления вагона после появления отказа
32. Надежность систем с резервированием. Методы повышения надежности систем в эксплуатации и уменьшения количества отказов
33. Классификация резервирования по виду используемых средств
34. Общее, раздельное и постоянное резервирование
35. Резервирование замещением
36. Скользящее резервирование. Возможные отличия при решении задач надежности расчетных и конструктивных схем
37. Кратность резервирования. Резервирование с целой и дробной кратностью
38. Случайные величины и их характеристики. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные величины, их примеры. Случайное событие, вероятность случайного события. Логические операции
39. Интегральные и дифференциальные законы распределения случайной величины
40. Параметры законов распределения
41. Основные показатели надежности. Понятие доверительного интервала значений случайной величины
42. Поток случайных событий, определение, характеристики, примеры, свойства потоков
43. Стационарный пуассоновский поток событий. Свойство ординарности, стационарности и отсутствия последствий
44. Простейший поток отказов, его свойства. Закон Пуассона, закон распределения времени между соседними отказами
45. Потоки Эрланга. Разрежение потока, порядок потока Эрланга, его свойства
46. Законы распределения времени между отказами. Условия вероятностного определения времени безотказной работы. Характеристика дифференциального закона распределения времени между отказами
47. Экспоненциальный закон распределения, его характеристики, свойства, характерный признак зависимости экспоненциального закона
48. Нормальный закон распределения, его параметры, характерный признак. Зависимости нормального закона

Раздел 3 «Проблемы теории и практики обеспечения надежности вагонов.

Испытания на надежность»

49. Нормирование и управление надежностью вагонов
50. Испытания на надежность. Значение испытаний, методики их проведения, характеристика
51. Виды испытаний на надежность
52. Планы определительных испытаний. Основные виды испытаний вагонов. Методика их проведения

53. Задачи, возникающие при испытаниях на надежность
54. Определение основных показателей надежности деталей вагона в зависимости от плана наблюдений
55. Эксплуатационная надежность и профилактическое обслуживание
56. Диагностика в обеспечении надежности. Задачи технической диагностики
57. Исследование технического состояния. Системы контроля
58. Статические методы распознавания технического состояния системы. Метод Байеса
59. Обобщенная формула Байеса. Диагностическая матрица.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету (для оценки умений)

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 $f^*(t)$, $*^*(t)$ при $t=4000$ час.

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

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

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.

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; $f^*(t)$, $*^*(t)$ при $t=1300$ час.

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; $f^*(t)$, $*^*(t)$ при $t=60$ час.

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.

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.

9 На испытание поставлено 1000 изделий. За время $t=11000$ час. вышло из строя 410 изделий. Зв 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 $f^*(t)$, $*^*(t)$ при $t=11000$ час.

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

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.

12 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 $P(t)$, $f(t)$, (t) для $t=150$ час. и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Определить показатели точности и стабильности механической обработки цилиндрических валиков, если начальный диаметр $x_H = x_0 = 13,00$ мм, объём мгновенной выборки $n=5$, число мгновенных выборок $m=4$, поле допуска $\delta = 0.27$. Порядок отбора выборок – непрерывный. Измерения записаны в отклонениях от начала отсчета в долях мм.

n \ m	1	2	3	4
1	0.25	0.18	0.19	0.13
2	0.28	0.22	0.20	0.13
3	0.26	0.14	0.22	0.29
4	0.10	0.20	0.28	0.21
5	0.14	0.15	0.25	0.20
\bar{x}_j	0.206	0.178	0.228	0.192

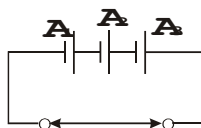
2. Провести статистическое регулирование методом средних арифметических значений термической обработки ТВЧ шкворня, у которого твёрдость по Роквеллу HRC 60^{+5} . Исходные данные: объём выборки $n=5$, число мгновенных выборок $m=12$.

n \ m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	60	62	62	60	64	60	63	61	60	60	65	63
2	63	64	62	61	65	60	62	64	63	63	64	64
3	61	61	61	65	63	59	64	63	61	61	60	64
4	63	62	63	66	64	61	63	63	63	63	65	65
5	62	63	61	66	61	62	64	62	62	62	63	63
\tilde{x}_j												

3 Составить контрольную карту размахов технологического процесса фрезерования плитки, у которой высота $H=2,51 \pm 0,02$ мм.

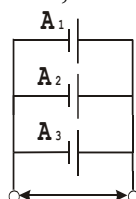
n/ m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$R_{\text{конт}}$
1	2.50	2.50	2.50	2.50	2.51	2.52	2.52	2.49	2.49	
2	2.51	2.50	2.49	2.48	2.49	2.48	2.49	2.49	2.51	
3	2.52	2.51	2.51	2.51	2.50	2.50	2.51	2.50	2.50	
4	2.53	2.52	2.52	2.50	2.51	2.51	2.50	2.50	2.50	
R_j										

4 Определить надёжность системы при последовательном соединении элементов.



A_1, A_2, A_3 – работоспособное состояние 3-х аккумуляторов с напряжением 4 В. Вероятность безотказной работы каждого 0,9. Отказ одного из аккумуляторов не влияет на работоспособное состояние других.

5 Определить надёжность системы при параллельном соединении элементов. Вероятность безотказной работы каждого элемента - 0,99. В данной схеме предусмотрено резервирование



4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

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, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Разноуровневая задача (задание)	Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий
Проверочная работа	Проверочные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов проверочной работы по теме не менее двух. Во время выполнения проверочной работы разрешено пользоваться тетрадями для практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения проверочной работы, доводит до обучающихся тему проверочной работы, количество заданий в проверочной работе, время ее выполнения. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения проверочной работы; проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся

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

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду 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. 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	Шкала оценивания
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 проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

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