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.51 Работоспособность технических систем

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:
экзамен 6 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6	**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	21	**21**
Экзамен	36	**36**
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.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – 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 в области теории, анализа и оценки работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)
1.2 Задачи дисциплины	
1	получение обучающимися сведений о принципах расчета и определения параметров работоспособности подвижного состава, причинах и последствиях прекращения работоспособности
2	изучение методов оценки работоспособности и надежности изделий и сложных технических систем
3	освоение методов повышения, восстановления и поддержания надежности и работоспособности транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава)

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	Б1.О.46 Основы теории надежности
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	Б2.О.03(П) Производственная - эксплуатационная практика
5	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
6	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
7	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ 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 показатели надежности, закономерности изменения работоспособности элементов технических систем, вероятностные характеристики отказов и их последствий; технические условия и правила рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причины и последствия прекращения их работоспособности
		Уметь: выполнять прогнозирование, диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (подвижного состава); определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности
		Владеть: методами оценки и повышения надежности узлов 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	СР	
1.0	**Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности.**						
1.1	Понятие о законах развития технических систем	6	2			1	ПК-2.2
1.2	Структурный анализ надежности систем	6		4		1	ПК-2.2
1.3	Факторы снижения работоспособности технических систем	6	2			1	ПК-2.2
1.4	Определение показателей надежности элементов по опытным данным	6		4/2		1	ПК-2.2
1.5	Методы оценки работоспособности технических систем	6	2			1	ПК-2.2
1.6	Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации	6		4/4		2	ПК-2.2
1.7	Надежность технических систем	6	2			1	ПК-2.2
1.8	Последовательное соединение элементов в систему	6		4/2		2	ПК-2.2
2.0	**Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем в эксплуатации.**						
2.1	Расчет показателей надежности при проектировании	6	2			1	ПК-2.2
2.2	Расчет надежности системы с постоянным резервированием	6		2		1	ПК-2.2
2.3	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	6		2		1	ПК-2.2
2.4	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	6	4			2	ПК-2.2
2.5	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	6		4		1	ПК-2.2
2.6	Основные направления обеспечения надежности вагонов	6	3			2	ПК-2.2
2.7	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	6		4		1	ПК-2.2
2.8	Решение практических задач с учетом структуры технической системы	6		6		2	ПК-2.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	6	36				ПК-2.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/8		21	

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. Оценка сроков службы машин по физическому и моральному износам на примере подвижного состава : учебно-методическое пособие для студентов специальности «подвижной состав железных дорог» специализаций: «вагоны», «грузовые вагоны», «пассажирские вагоны» / А. А. Иванов, П. А. Устич, С. С. Андриянов. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 32 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/175712 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Устич, П. А. Надежность рельсового нетягового подвижного состава : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / П. А. Устич, В. А. Карпычев, М. Н. Овечников. — Москва : УМЦ МПС России, 2004. — 416 с. — Текст : непосредственный.	4
6.1.1.3	Евсеев, А. С. Основы работоспособности технических систем. Исследование процессов потери работоспособности элементов технических систем: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов : учебно-методическое пособие / А. С. Евсеев, А. В. Антипов ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2021. — 54 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=690509 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Воробьев, А. А. Надежность и диагностика технических систем : лабораторный практикум / А. А. Воробьев, Г. П. Карлов, И. Н. Спицын, Н. В. Кравченко, Л. А. Очирова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 120 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/147607 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Воробьев, А.А. Надежность подвижного состава : учебник / рец. Б. М. Куанышев. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 301 с. — URL: https://umczdt.ru/books/1200/2447/ (дата обращения: 26.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.3	Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2020. — 289 с. — URL: https://urait.ru/bcode/454286 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	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.51 Работоспособность технических систем 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_3367_1490_2023_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/
6.2.2	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 Д-213 для проведения 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	Лекция (от латинского «lection» – 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. 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 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 удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на

	практическом занятии
Практическое занятие	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. 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
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Работоспособность технических систем» 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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. 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»
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	

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 «Работоспособность технических систем» 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*)
6 семестр				
1.0	**Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности технических систем и их работоспособности**			
1.1	Текущий контроль	Понятие о законах развития технических систем	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Структурный анализ надежности систем	ПК-2.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.3	Текущий контроль	Факторы снижения работоспособности технических систем	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.4	Текущий контроль	Определение показателей надежности элементов по опытным данным	ПК-2.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.5	Текущий контроль	Методы оценки работоспособности технических систем	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации	ПК-2.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
1.7	Текущий контроль	Надежность технических систем	ПК-2.2	Собеседование (устно)
1.8	Текущий контроль	Последовательное соединение элементов в систему	ПК-2.2	В рамках ПП**: Проверочная работа (устно/письменно)
2.0	**Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем в эксплуатации**			
2.1	Текущий контроль	. Расчет показателей надежности при проектировании	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Расчет надежности системы с постоянным резервированием	ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.3	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика статистической обработки информации	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Основные направления обеспечения надежности вагонов	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Расчет показателей надежности подвижного состава. Методика расчета показателей и их анализ	ПК-2.2	Собеседование (устно)
2.8	Текущий контроль	Решение практических задач с учетом структуры технической системы	ПК-2.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основные понятия, показатели надёжности	ПК-2.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование

		технических систем и их работоспособности. Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем в эксплуатации.		(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;	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
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	Экзамен	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 (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	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 экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

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

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

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

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	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 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
«Понятие о законах развития технических систем»

1. Что представляют собой технические системы (ТС) вагонов
2. Законы развития технических систем
3. Генеральная цель развития технических систем
4. Стадии жизненного цикла технической системы
5. Основные виды воздействия технических систем на окружающую среду.
6. Мероприятия, позволяющие снизить уровень воздействия технических систем (вагонов) на окружающую среду
7. Причины изменения технического состояния ТС, приводящие к разрушению агрегатов и частей
8. Охарактеризуйте статическое и усталостное разрушения ТС. Приведите конкретные примеры отказов вагонов.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Факторы снижения работоспособности технических систем»

1. Перечислите виды и факторы, приводящие к коррозионному разрушению деталей и агрегатов вагонов
2. Дайте подробное описание механического разрушения с конкретными примерами.
3. Перечислите критерии технического состояния ТС вагонов
4. Надежность вагонов как сложной системы. Понятие системы, элемента, детали, изделия.Структурная схема вагона
5. Виды соединений элементов в системе
6. Восстанавливаемые и невосстанавливаемыеэлементы вагона
7. Факторы, влияющие на надежность вагона.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования
«Методы оценки работоспособности технических систем»

1. Как определить коэффициенты технической готовности и технического использования изделия?
2. Какими показателями оценивают надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?
3. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?
4. Каковы общие направления повышения работоспособности ТС?
5. От каких факторов в значительной степени зависит работоспособность ТС?
6. Каковы причины предельного состояния деталей ТС?
7. Какие меры нужно принять для повышения работоспособности деталей ТС в эксплуатации

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 показателей надежности элементов по опытным данным»

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 $\overline{f}(t)$ 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)

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

– статистическая вероятность наступления отказов

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

– статистическая вероятность безотказной работы изделия

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

– статистическая оценка плотности распределения

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

Построить гистограммы и графики согласно заданию.

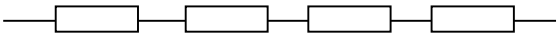
Образец заданий для решения разноуровневых задач
«Расчет надежности системы с постоянным резервированием»

1. Основная функционально-необходимая система представляет собой последовательное (в смысле надежности) соединение элементов. Число элементов n = 4. Интенсивность отказов у каждого из элементов равна $\lambda = 0{,}2 \cdot 10^{-3}$. Определить показатели

надежности системы без резервирования и при различных методах резервирования на момент времени 1000 час, при кратности резервирования m = 1, m = 2. Сравнить эффективность методов резервирования.

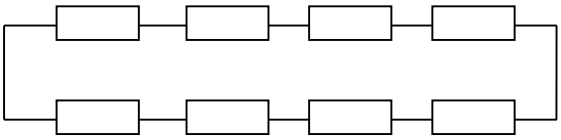
Решение.

1. Для основной нерезервированной системы



$\lambda_0 = 4 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3} = 0{,}8 \cdot 10^{-3}$ $\qquad P(t) = e^{-0{,}8} = 0{,}449$

2. Общее горячее резервирование



<u>m = 1</u>

$$P(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1} = 1 - (1 - 0{,}449)^2 = 0{,}6964$$

$$T = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{j=0}^{m} \frac{1}{j+1} = \frac{1}{0{,}8 \cdot 10^{-3}} (1 + 0{,}5) = 1{,}88 \cdot 10^3$$

$$\lambda_C = \frac{\lambda_0 (m+1) e^{-\lambda_0 t} (1 - e^{-\lambda_0 t})^m}{1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1}} = 0{,}568 \cdot 10^{-3}$$

<u>m = 2</u>

$$P(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1} = 1 - (1 - 0{,}449)^3 = 0{,}833$$

$$T = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{j=0}^{m} \frac{1}{j+1} = \frac{1}{0{,}8 \cdot 10 - 3} (1 + 0{,}5 + 0{,}33) = 2{,}29 \cdot 10^3$$

$$\lambda_C = \frac{\lambda_0 (m+1) e^{-\lambda_0 t} (1 - e^{-\lambda_0 t})^m}{1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1}} = 0{,}39 \cdot 10^{-3}$$

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
«Структурный анализ надежности систем»

При восстановлении работоспособности машин за критерий принимаются затраты на текущий и капитальный ремонты. В общем случае расчет структурной схемы выполняется в следующей последовательности.

1. Определяется коэффициент нормируемых затрат α:

$$\alpha = \frac{Z_{TP}}{Z_{KP}},$$

где Z_{Tp} - минимальные затраты на текущий ремонт машины;

Z_{kp} - минимальные затраты на капитальный ремонт машины.

2. Определяется ранг ремонтных затрат R_i для узлов входящих в машину:

$$R_i = \frac{Z_i}{Z_{KP}},$$

где Z_i - затраты на ремонт узлов, входящих в машину;

i - порядковый номер узла (i = 1,2,...n)

3. Выстраивается последовательность рангов

$$R_1 \geq R_2 \geq 1 > \ldots R_i \geq R_{i+1} \geq \alpha \ldots > R_K \geq R_{K+1} \geq R_n$$

По этой последовательности формируются структурные схемы соединений.

4. Узлы с рангами $R_i > 1$ представляют собой самостоятельные ремонтные комплекты и в структурной схеме соединяются последовательно.

5. Узлы с рангами $1 > Ri \geq \alpha$ также составляют самостоятельные ремонтные комплекты и в структурной схеме соединяются последовательно.

6. Узлы с рангами $Ri < \alpha$ группируются в параллельные цепи с минимальным их числом и суммарным рангом $\sum R_i \geq 1$. В этом случае сгруппированные узлы в совокупности также составляют самостоятельные ремонтные комплекты.

7. Оставшиеся узлы также группируются в параллельные цепи с минимальным их числом и суммарным рангом $1 > \sum Ri \geq \alpha$. В этом случае сгруппированные узлы в совокупности также составляют самостоятельные ремонтные комплекты.

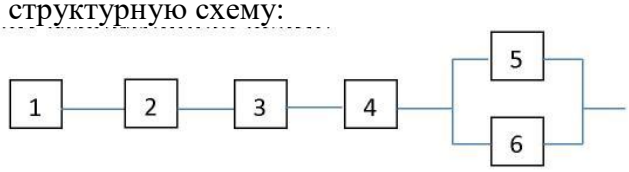
8. Если суммарный ранг оставшихся узлов $\sum Ri < \alpha$, то они из дальнейшего рассмотрения исключаются.

9. Все ремонтные комплекты соединяются в последовательную цепь и проводится расчет надежности машины в целом.

Например, машина состоит из шести узлов с рангами затрат: $R_1 = 1{,}2$; $R_2 = 1{,}1$; $R_3 = 0{,}8$; $R_4 = 0{,}75$; $R_5 = 0{,}6$; $R_6 = 0{,}45$. Коэффициент нормируемых затрат $\alpha = 0{,}7$. Вероятность безотказной работы каждого узла составляет P = 0,95. Требуется определить вероятность безотказной работы машины в целом. Выстраиваем последовательность рангов:

$1{,}2 > 1{,}1 > 1 > 0{,}8 > 0{,}75 > \alpha > 0{,}6 > 0{,}45$

Составляем структурную схему:



Определяем вероятность безотказной работы машины в целом

$P_{5\text{-}6} = 1 - (1 - P_5)(1 - P_6) = 1 - (1 - 0{,}95)(1 - 0{,}95) = 0{,}9975$

$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_{5\text{-}6} = 0{,}95 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}95 \cdot 0.9975 = 0{,}81.$

Образец типового варианта проверочной работы «Определение надежности в различные периоды работы технических устройств. Надежность в период нормальной эксплуатации»

Экспоненциальным законом распределения можно аппроксимировать время безотказной работы широкого круга объектов: особо ответственных машин, эксплуатируемых в период после окончания приработки и до существенного проявления постепенных отказов; машин вместе с электро- гидрооборудованием и системами управления; сложных объектов, состоящих из многих элементов.

Существенное достоинство экспоненциального распределения – его простота: оно имеет только один параметр λ (t).

Время работы узла до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения.

На основании исходной информации требуется:

– определить значения и построить графики для следующих показателей P (t), F (t), f (t) для t=20000, 30000, 40000, 50000 и 60000 ч.;

– определить значения показателя T_1 .

Исходные данные по вариантам:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ, $ч^{-1} \cdot 10^{-5}$	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0

Количественные характеристики безотказности определяются по следующим выражениям:

1) Вероятность безотказной работы

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

2) Функция распределения наработки до отказа

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - P(t)$$

3) Плотность распределения наработки до отказа ($ч^{-1}$).

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} = \lambda P(t)$$

4) Средняя наработка до отказа (ч)

$$T_1 = 1/\lambda.$$

2. Оценить вероятность P(t) отсутствия внезапных отказов механизма в течение наработки t, если интенсивность отказов составляет $\lambda = 10^{-5}$ $ч^{-1}$.

Исходные данные по вариантам:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t, ч \cdot 10^3$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

При $\lambda t \leq 0{,}1$ вероятность безотказной работы P (t) определяется по приближенной зависимости

$$P(t) = 1 - \lambda t.$$

3. Машина состоит из 4 основных узлов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу всей машины. Известно число отказов узлов n_1, n_2, n_3, n_4 соответственно в течение t_1, t_2, t_3, t_4 часов работы. Требуется определить наработку на отказ машины в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из 4 узлов.

Исходные данные по вариантам

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1 (t_1)	3	4	5	6	3	4	5	6	6	5
n_2 (t_2)	4	5	6	3	4	6	5	4	5	6
n_3 (t_3)	5	6	3	4	5	6	3	4	6	5
n_4 (t_4)	6	3	4	5	6	3	4	5	4	6
(t_1), $ч^{-1} \cdot 10^3$	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10
(t_2), $ч^{-1} \cdot 10^3$	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11
(t_3), $ч^{-1} \cdot 10^3$	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12
(t_4), $ч^{-1} \cdot 10^3$	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13

В общем случае средняя наработка на отказ для системы, состоящей из нескольких элементов, определяется по формуле

$$T = \frac{1}{\lambda_c},$$

где λ_c – интенсивность отказов системы, $ч^{-1}$.

В свою очередь интенсивность отказов находится из выражения

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^{N} \lambda_{i,}$$

где λ_i – интенсивность отказов каждого из i-х элементов, $ч^{-1}$;

N – число элементов в системе.

Интенсивность отказов любого элемента при постоянном ее значении на заданном интервале времени определяется по формуле

$$\lambda = n(t)/t$$

где n (t) – количество отказов за время t.

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	Понятие о законах развития технических систем	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Факторы снижения работоспособности технических систем	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Методы оценки работоспособности технических систем	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Надежность технических систем	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Последовательное соединение элементов в систему	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Расчет показателей надежности при проектировании	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Расчет показателей надежности подвижного состава. Общие понятия	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ

ПК-2.2	Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.2	Основные направления обеспечения надежности вагонов	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1– ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	30 – ОТЗ 30 – 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. По закону S-образного развития технических систем (ТС) выделяются три характерных этапа:

а) детство
б) расцвет
в) взросление
г) старость.

2. Изделие, состоящее из группы взаимодействующих и обособленных элементов – деталей, образующих сборочные единицы, комплексы и комплекты, и обеспечивающих выполнение заданных функций, представляет собой <**техническую систему**>.

3. Установите зависимость между критериями технического состояния и их характеристиками:

Критерии исправного состояния	**2**	1 – установленные НТД основные параметры и технические характеристики изделия для заданных условий и режимов эксплуатации (второстепенные параметры могут иметь отклонения от НТД)
Критерии работоспособного состояния	**1**	2 – установленные НТД основные параметры и технические характеристики изделия, а также второстепенные параметры (внешнего вида, комфортности, удобства и другие), определяющие качество изделия.
Критерии неработоспособного состояния	**3**	3 – выход за установленные пределы в НТД хотя бы одного параметра, но при полном или частичном сохранении работоспособности изделия в заданных условиях эксплуатации
Критерии неисправного состояния	**4**	4 – выход за пределы установленного в НТД значения хотя бы одного из параметров или технической характеристики изделия,когда дальнейшая эксплуатация или использование по назначению невозможно

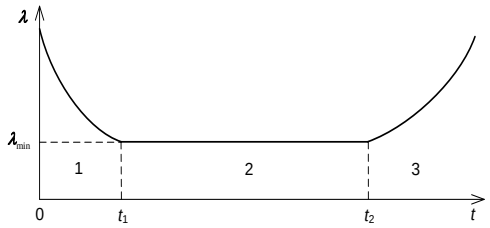
4. Основные технико-эксплуатационные свойства и надежность ТС (изделия) <**закладываются**> при проектировании, обеспечиваются при производстве и изготовлении и <**реализуются**> в эксплуатации.

5.Установите последовательность выполнения операций при статистическом регулировании технологического процесса методом средних арифметических значений или медиан:

1	– производится выборка деталей
3	– определяется статистическая характеристика
2	– измеряются и заносятся в таблицы контролируемые значения
6	– принимается решение о корректировке тех. процесса
5	– выход контрольных точек на карте отмечается стрелками-сигналами
4	– строится контрольная карта с нанесением всех границ и контрольных точек

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

7. На графике зависимости интенсивности отказов от времени эксплуатации зоны 1, 2 и 3 это…

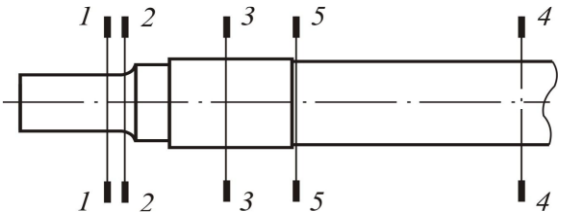


а) 1 – гарантийный период; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период повышенного износа.
б) 1 - период приработки; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период старения.
в) 1 - начальный период; 2 - период нормальной эксплуатации; 3 - период морального старения и списания.

8. Вероятность безотказной работы сложной системы, состоящей из нескольких параллельно соединенных элементов определяется по формуле < $P(t)=1-\prod Q_i$>.

9. Случай, когда отказ одного элемента выводит из строя всю систему имеет место при:
а) параллельном соединении элементов.
б) последовательном соединении элементов.

10. При оценке работоспособности оси колесной пары в качестве элементов рассмотрены ее отдельные части, которые представлены расчетными сечениями, указанными на рисунке:



Обозначим: $Pi\ (t)$ – вероятность безотказной работы i-го расчетного сечения (i=5), тогда вероятность безотказной работы оси колесной пары <$P_{oc}=\prod Pi\ (t)$>.

11. Резервирование с целой кратностью, равной 2, означает, что:
а) в системе два элемента, один их которых резервный;
б) в системе три элемента, два из которых резервируемые, один – резервный;
в) в системе три элемента, два из которых резервные.

12. Одна из причин потери работоспособности, представляющая собой сложный процесс, в результате которого изменяется форма и уменьшается масса из-за превращения части поверхностей сопряженных деталей в металлическую стружку или пыль по причине трения, называется <из**нашивание**>.

13. Установите соответствие между показателями надежности и их определениями:

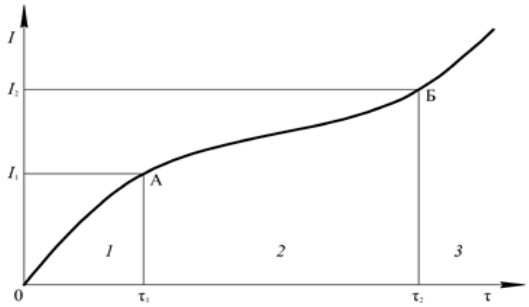
Вероятность безотказной работы	**2**	1 – это среднее количество отказов восстанавливаемого изделия в единицу времени, отнесенное к общему числу наблюдаемых элементов
Коэффициент отказов элементов	**3**	2 – это вероятность того, что в определенных условиях эксплуатации в пределах заданного промежутка времени не произойдет ни одного отказа
Параметр потока отказов	**1**	3 – отношение числа отказов системы из-за отказов элементов данного типа к общему числу отказов системы, взятых за определенный календарный период
Ожидаемое число отказов по статистическим данным	**4**	4 –это произведение количества наблюдаемых изделий на параметр потока отказов изделия и на время, в течение которого проводится наблюдение или испытание

14. Вся информация о вагонах, их наличии и техническом состоянии передается линейными предприятиями в информационно-вычислительные центры (ИВЦ) дорог и содержится в первичных учетных формах с индексами **<ВУ>**.

15. Установите соответствие видов резервирования и их характеристик:

структурное	**2**	1 – используется способность элементов выполнять основные и дополнительные функции
временное	**4**	2 – применение резервных элементов, включенных в структуру системы, изделия
функциональное	**1**	3 – в качестве резерва используется резервная информация (кодирование)
информационное	**3**	4 – для выполнения системой заданных функций используется время

16. На схеме интенсивности снижения работоспособности I изделия четко выделены три периода:



1 – <**приработка**> (повышенное изнашивание)
2 – установившееся изнашивание (нормальная эксплуатация)
3 – аварийное изнашивание (отказ).

17. 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.

18. Ремонтный цикл представляет собой последовательность чередующихся один за другим деповских ремонтов и завершается **<капитальным>** ремонтом.

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Раздел 1. Основные понятия, показатели надежности технических систем подвижного состава и их работоспособности
2. Что представляют собой технические системы (ТС) вагонов

3. Иерархичность технических систем (ТС)
4. Законы развития технических систем
5. Генеральная цель развития технических систем
6. Стадии жизненного цикла технической системы
7. Назовите основные виды воздействия технических систем на окружающую среду
8. Перечислите мероприятия, позволяющие снизить уровень воздействия технических систем (вагонов) на окружающую среду
9. Перечислите причины изменения технического состояния ТС, приводящие к разрушению агрегатов и частей
10. Охарактеризуйте статическое и усталостное разрушения ТС. Приведите конкретные примеры отказов вагонов
11. Перечислите виды и факторы, приводящие к коррозионному разрушению деталей и агрегатов вагонов
12. Дайте подробное описание механического разрушения с конкретными примерами.
13. Перечислите критерии технического состояния ТС вагонов
14. Надежность вагонов как сложной системы. Понятие системы, элемента, детали, изделия.Структурная схема вагона
15. Виды соединений элементов в системе. Восстанавливаемые и невосстанавливаемыеэлементы вагона
16. Факторы, влияющие на надежность вагона. Связь надежности со всеми стадиямисуществования вагона
17. Определение отказа. Отказ – как основное понятие теории надежности
18. Классификация отказов вагонов и их частей. Виды отказов. Признаки классификации
19. Чем вызвано применение методов математической статистики и теории вероятностей дляоценки надежности ТС?
20. Перечислите и дайте пояснения применяемым в теории вероятностей специфическимпонятиям
21. Перечислите законы распределения случайных величин с интерпретацией ихвыражений
22. Дайте определение понятий «регрессия» и «корреляция»
23. Сформулируйте определение надежности вагонов и его узлов
24. Поясните классы надежности
25. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?
26. Вероятность безотказной работы вагона, как сложной системы. Последовательное и параллельное соединение элементов
27. Интенсивность отказов. Статическое и вероятностное определение интенсивности
28. Свойство интенсивности отказов при экспоненциальном законе надежности. Приближенное определение вероятности безотказной работы
29. Зависимость интенсивности отказов от времени работы или пробега вагона. Основные периоды работы и эксплуатации вагона. Характер возникающих неисправностей и способы их устранения
30. Чем вызвано применение методов математической статистики и теории вероятностей дляоценки надежности ТС?
31. Перечислите законы распределения случайных величин
32. Сформулируйте определение надежности вагонов и его узлов

Раздел 2. Обеспечение работоспособности технических систем подвижного состава в эксплуатации

33. Как определить коэффициенты технической готовности и технического использования изделия?
34. Какими показателями оценивают надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?

35. Как рассчитать надежность изделия в период нормальной эксплуатации?
36. Каковы общие направления повышения работоспособности ТС?
37. От каких факторов в значительной степени зависит работоспособность ТС вагонов?
38. Каковы причины предельного состояния деталей ТС?
39. Какие меры нужно принять для повышения работоспособности деталей ТС в эксплуатации
40. Общие сведения по расчету структурной надежности объекта
41. Влияние схемы соединения элементов на надежность объектов
42. Расчет структурной надежности вагона
43. Резервирование как способ повышения надежности объектов
44. Требования, предъявляемые к организации испытаний
45. Выбор плана испытаний на надежность
46. Планирование испытаний
47. Требования, предъявляемые к сбору и предварительной обработке информации
48. Особенности статистической обработки информации
49. Сбор информации о работоспособности вагонов
50. Количественные показатели долговечности, их связь с календарным временем эксплуатации и наработкой. Срок службы и технический ресурс вагонов
51. Понятие технического ресурса: полный, использованный, остаточный, межремонтный и средний. Гарантийный срок службы
52. Понятия, связанные с надежностью и долговечностью вагонов: износ, предельный износ, старение, моральное старение
53. Понятия: приработка, восстановление, ремонтный цикл, межремонтный период, резервирование
54. Эксплуатационная надежность вагона
55. Методы оценки показателей надежности.
56. Оценка показателей надежности
57. Оценка показателей надежности при известном законе распределения
58. Обеспечение надежности вагонов на этапах проектирования и изготовления
59. Характерные периоды функционирования вагона
60. Основные правила обеспечения надежности
61. Программа обеспечения надежности
62. Влияние системы технического обслуживания и ремонта на показатели надежности и работоспособности
63. Особенности поддержания надежности и работоспособности вагонов на этапе эксплуатации
64. Система технического обслуживания и ремонта
65. Нормативы периодичности технических обслуживание и плановых ремонтов.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

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

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

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

4. Система состоит из двух идентичных устройств, одно из которых функционирует, а другое находится в режиме ненагруженного резерва. Интенсивности отказов обоих

устройств постоянны. Кроме того, предполагается, что в начале работы резервное устройство имеет такие же характеристики, как и новое. Требуется вычислить вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч при условии, что интенсивности отказов устройств $\lambda = 0{,}001$ ч$^{-1}$.

5. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $=2.510^{-5}$ 1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента p(t), q(t), f(t), m_t для t=1000час.

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

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

8. Предположим, что два одинаковых вентилятора в системе очистки отходящих газов работают параллельно, причем если один из них выходит из строя, то другой способен работать при полной системной нагрузке без изменения своих надежностных характеристик. Требуется найти безотказность системы в течение 400 ч (продолжительность выполнения задания) при условии, что интенсивности отказов двигателей вентиляторов постоянны и равны $\lambda = 0{,}0005$ ч$^{-1}$, отказы двигателей статистически независимы и оба вентилятора начинают работать в момент времени $t = 0$.

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

3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

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

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

3. Система состоит из 10 равно надежных элементов, среднее время безотказной работы элемента t_{cp} = 1000 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равно надежны.

Необходимо найти среднее время безотказной работы системы, а также частоту отказов и интенсивность отказов в момент времени t= 50 час в следующих случаях:

а) нерезервированной системы,

б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.

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

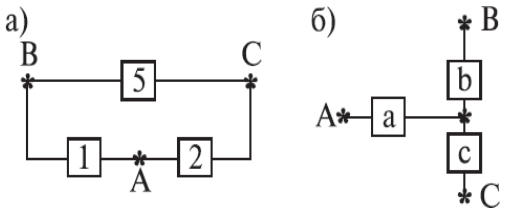


Рис. 1.

5. Предположим, что два одинаковых вентилятора в системе очистки воздуха работают параллельно, причем если один из них выходит из строя, то другой способен работать при полной системной нагрузке без изменения своих надежностных характеристик. Требуется найти безотказность системы в течение 400 ч (продолжительность выполнения задания) при условии, что интенсивности отказов двигателей вентиляторов постоянны и равны $\lambda = 0{,}0005$ ч$^{-1}$, отказы двигателей статистически независимы и оба вентилятора начинают работать в момент времени $t = 0$.

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

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 экзамена и оценивания результатов обучения

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

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

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

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

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

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

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

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 2023-2024 учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «Работоспособность нетягового подвижного состава»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «ВиВХ» ИрГУПС **О.Л. Маломыжев**
1. Факторы, влияющие на надежность вагона. Связь надежности со всеми стадиями существования вагона 2. Общие направления повышения работоспособности технических систем подвижного состава 3. Расчет структурной надежности вагона 4. Система состоит из двух идентичных устройств, одно из которых функционирует, а другое находится в режиме ненагруженного резерва. Интенсивности отказов обоих устройств постоянны. Кроме того, предполагается, что в начале работы резервное устройство имеет такие же характеристики, как и новое. Требуется вычислить вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч при условии, что интенсивности отказов устройств $\lambda = 0{,}001$ ч$^{-1}$.		