

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказ ректора
от «07» июня 2021 г. № 78

Б1.О.22 Основы теории надежности

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Электрический транспорт железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма, 5 лет обучения; заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Электроподвижной состав

Общая трудоемкость в з.е. – 4 Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах
Часов по учебному плану – 108 очная форма обучения:
экзамен 7,
заочная форма обучения:
экзамен 4

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	51	51
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	34	34
Самостоятельная работа	21	21
Экзамен	36	36
Итого	108	108

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	12
– лекции	6	6
– практические (семинарские)	6	6
Самостоятельная работа	78	78
Экзамен	18	18
Зачет		
Итого	108	108

УП – учебный план.

ИРКУТСК



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):

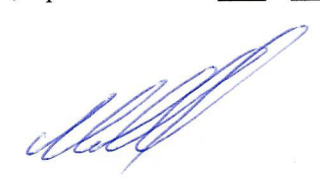
д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электроподвижной состав» А.М. Худоногов
к.т.н., доцент, доцент кафедры «Электроподвижной состав» П.Ю. Иванов



Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроподвижной состав», протокол от «04» июня 2021 г. № 3

Срок действия программы: всем

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор



О.В. Мельниченко

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели преподавания дисциплины	
1	изучение основных положений теории надежности, физических процессов возникновения внезапных и постепенных отказов элементов подвижного состава, показателей надежности подвижного состава и методы их расчета, путей повышения надежности, основных положений теории надежности при проектировании, производстве и испытании подвижного состава
1.2 Задачи дисциплины	
1	освоение знаний по основным положениям теории надежности, математическом и методическом аппарате, применяемом при оценке надежности технических систем, рассмотрение общих подходов к проведению анализа техногенного риска и его оценке

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Б1.О.08 Информатика, Б1.О.07 Математика, Б1.О.41 Техническая диагностика подвижного состава	
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.52 Организация эксплуатации электроподвижного состава, Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы, Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов	Знать: основные понятия теории надежности, методы расчета показателей надежности подвижного состава
		Уметь: проводить расчеты количественных значений основных показателей надежности
		Владеть: методами графической обработки результатов экспериментов; методами подбора эмпирических формул; анализом, синтезом надежности подвижного состава
	ОПК-4.6. Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации	Знать: свойства надежности технических систем,
		Уметь: определять показатели надежности подвижного состава
		Владеть: методами оценки надежности подвижного состава.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма					Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Основные положения надежности											
2.1.	Сведения из истории развития науки о надежности. Формирование науки о надежности, значение надежности.	7	2				4/2	2			2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.2.	Основные понятия теории надежности. Терминология и взаимосвязь основных терминов надежности применительно к подвижному составу.	7	2				4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6

2.3.	Общая характеристика теории вероятностей и математической статистики, связь с теорией надежности. Основные теоремы теории вероятностей.	7	2			4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.4.	Отказ как основное понятие теории надежности. Классификация отказов, причины их возникновения.	7	2			4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.5.	Определение статистических вероятностей безотказной работы и отказа устройства для заданного значения	7		2		4/2		2		4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.6.	Расчет и построение гистограмм отказов	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.7.	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям	7			6	4/2				1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.0	Раздел 2. Основные направления повышения надежности подвижного состава										
2.1.	Интенсивность отказов, ее зависимость от времени работы или пробега. Параметр потока отказов. Среднее время безотказной работы. Нарботка на отказ.	7	2			4/2		2		2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.2.	Количественные показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости	7	2			4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.3.	Расчет интенсивности отказов	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.4.	Расчет среднейнаработки до технического обслуживания, наименьшего наибольшего пробега до обточки бандажей колесных пар по прокату без выкатки из-под электровоза	7		4		4/2		2		4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
2.5.	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям	7			5	4/2				1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.0	Раздел 3. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации										
3.1.	Значение и виды испытаний. Планы определительных испытаний.	7	2			4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.2.	Задачи, возникающие при испытаниях на надежность	7	2			4/2				2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.3.	Изучение способов повышения надежности за	7		4		4/2		2		4	ОПК-4.5

	счет резервирования										ОПК-4.6
3.4.	Определение вида и параметров закона распределения	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.5.	Расчет интенсивности отказов и средней наработки до отказа рассматриваемого устройства	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.6.	Определение зависимости от наработки математического ожидания проката бандажей и дисперсии проката	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.7.	Расчет средних квадратических отклонений проката при нескольких значениях пробега; определение нижней и верхней границы возможных значений проката	7		4		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.8.	Расчет плотности распределения величины проката бандажа колесных пар электровоза	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
3.9.	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям	7			5	4/2				1	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.0	Раздел 4. Статистические модели, используемые в теории надежности										
4.1.	Законы распределения случайной величины. Законы распределения времени между отказами	7	1			4/2	2			2	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.2.	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.3.	Расчет и построение зависимости вероятности безотказной работы одного блока и подсистемы в целом от наработки	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.4.	Расчет вероятности безотказной работы системы, состоящей из параллельно соединенных элементов	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.5.	Определение показателей надежности структурной схемы	7		2		4/2				4	ОПК-4.5 ОПК-4.6
4.6.	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям	7			5	4/2				1	ОПК-4.5 ОПК-4.6

* Код индикатора достижения компетенции проставляется или для всего раздела или для каждой темы или для каждого вида работы.

**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				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.1	В.А. Горский	Надежность электроподвижного состава: учеб. для вузов ж.д.	М.: Маршрут, 2005	45
		Надежность электроподвижного состава: учеб. для вузов ж.д http://e.lanbook.com/book/58972		100% онлайн
6.1.1.2	Четвергов В.А.	Надежность подвижного состава: учебник	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2017. - 301 с	85
6.1.2 Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	Четвергов В.А., Пунзаков А.Д.	Надежность локомотивов: учебник для вузов ж.-д. тр-та	М.: Маршрут, 2003	96
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.3.1	Воронова Ю.В.	Надежность вагонов: метод. указания к прак. работам	Иркутск: ИрГУПС, 2008	151
6.1.3.2	Дульский Е.Ю.	Основы теории надежности	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
6.2.1	http://www.rzd.ru – ОАО «РЖД»			
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы				
6.3.1 Базовое программное обеспечение				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org			
6.3.2 Специализированное программное обеспечение				
6.3.2.1	Учебным планом не предусмотрено			
6.3.3 Информационные справочные системы				
6.3.3.1	Учебным планом не предусмотрено			
6.4 Правовые и нормативные документы				
6.4.1	Учебным планом не предусмотрено			

Кроме дисциплин «Физическая культура и спорт» и «Элективные курсы по физической культуре и спорту»

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 – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные

	специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Автоматизированный электропривод ЭПС и технологических установок локомотивных предприятий ЭПС» (Д-011), «Вспомогательные машины ЭПС» (Е-02)
5	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.

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. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует пометить 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 и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. 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>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе 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>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Основы теории надежности» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 21 час по

очной форме обучения и 78 часов по заочной форме обучения. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ). 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.

ИДЗ должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.О.22 Основы теории надежности**

Приложение № 1 к рабочей программе

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Электрический транспорт железных дорог

ИРКУТСК

1. Общие положения

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

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

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости 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 ОПОП; 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 с указанием этапов их формирования.

Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Основы теории надежности» участвует в формировании компетенций:

ОПК-4.5. Использует методы расчета надежности систем при проектировании транспортных объектов;

ОПК-4.6. Применяет показатели надежности при формировании технических заданий и разработке технической документации.

Программа контрольно-оценочных мероприятий

очная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр					
1.	5	Текущий контроль	Распределение случайных величин. Показатели надежности. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (письменно)
2.	10	Текущий контроль	Основные принципы расчета надежности. Надежность систем с резервированием	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (письменно)
3.	17	Текущий контроль	Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности. Основные принципы расчета надежности. Надежность систем с резервированием	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Сообщение (устно)
4.	18	Промежуточная аттестация – экзамен	Основные положения надежности. Основные направления повышения надежности подвижного состава. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации. Статистические модели, используемые в теории надежности	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Собеседование (устно)

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

Программа контрольно-оценочных мероприятий

заочная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
Курс 4, сессия 2					
1.	5	Текущий контроль	Распределение случайных величин. Показатели надежности. Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава.	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (письменно)
2.	10	Текущий контроль	Основные принципы расчета надежности. Надежность систем с резервированием	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Контрольная работа (письменно)
3.	17	Текущий контроль	Критерии и количественные характеристики надежности подвижного состава. Показатели безотказности. Основные принципы расчета	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Сообщение (устно)

			надежности. Надежность систем с резервированием		
Курс 4, сессия 3					
4.	18	Промежуточная аттестация – экзамен	Основные положения надежности. Основные направления повышения надежности подвижного состава. Оценка показателей надежности по результатам эксплуатации. Статистические модели, используемые в теории надежности	ОПК-4.5 ОПК-4.6	Собеседование (устно)

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

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

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

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

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

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Текущий контроль успеваемости			
1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Сообщение, доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы докладов, сообщений
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену

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

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

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Получены результаты, близкие к оптимальным. В результате ответов на вопросы выявлено понимание обучающимся всех положений теории, использованной при подготовке задания. Задание оформлено аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Обучающийся ответил на все дополнительные вопросы на защите.
«хорошо»	Основные результаты выполнения задания близки к оптимальным, однако ответы на вопросы выявили неполное понимание теоретических положений; есть недостатки в оформлении или ответы на вопросы выявили полное понимание теоретических положений, однако результаты проекта, удовлетворяя в целом предъявляемым требованиям, далеки от оптимальных, есть недостатки в оформлении.
«удовлетворительно»	Основные результаты выполнения задания, не являясь наилучшими из возможных, все же удовлетворяют предъявляемым требованиям; в результате ответов на вопросы выявлено понимание обучающимся основных положений теории, использованной при подготовке проекта, однако ряд частных положений остался не проясненным. Качество оформления имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении задания обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений, результаты далеки от оптимальных. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей, обучающийся не способен пояснить полученные результаты.

Сообщение

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся продемонстрировал: полное раскрытие вопроса; указание точных названий и определений; правильные формулировки понятий и категорий; самостоятельность ответа, умение анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; использование дополнительной литературы и иных материалов и др.
«хорошо»	Обучающийся продемонстрировал: недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; несущественные ошибки в определении понятий, категорий и т.п., кардинально не меняющих суть изложения; использование устаревшей учебной литературы и других источников
«удовлетворительно»	Обучающийся продемонстрировал: отражение лишь общего направления изложения лекционного материала и материала современных учебников; наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; использование устаревшей учебной литературы и других источников; неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.
«неудовлетворительно»	Обучающийся продемонстрировал большое количество существенных ошибок, не владение материалом; не владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины; неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Типовые задания для контрольной работы 1

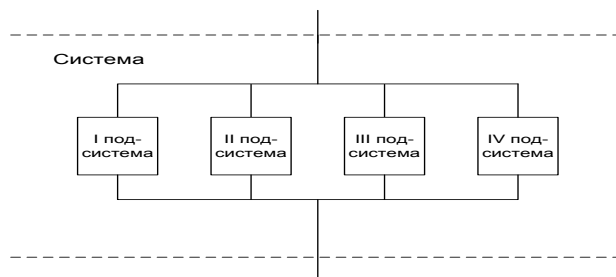
Исходные данные.

В течение пробега от 0 до 600 тыс. км., в локомотивном депо произведен сбор информации по отказам ТЭД. При этом количество исправных ТЭД в начале периода эксплуатации составляло $N_0 = 180$ шт. Суммарное количество отказавших ТЭД за анализируемый период составило $\sum r(600000) = 60$. Интервал пробега D_1 принять равным 100 тыс. км. При этом количество отказавших ТЭД по каждому участку составило: 2, 12, 16, 10, 14, 6.

Необходимо рассчитать показатели безотказности и построить графики зависимости их от наработки.

3.2 Типовые задания для контрольной работы 2

Для наработки $t = T_p$ требуется определить вероятность безотказной работы $P_c(T_p)$ системы (рис.) состоящей из четырех подсистем, две из которых являются резервными (в общем виде).



3.3. Перечень вопросов для сообщения

1. Проблема надежности тягового подвижного состава. Особенности системного подхода к ее решению.
2. Способы повышения надежности торсионных рессор.
3. Повышение надежности бандажей, осей колесных пар.

4. Взаимосвязь надежности объектов и экономических затрат на их изготовление и функционирование.

5. Причины выхода из строя роликовых подшипников. Повышение их надежности.

6. Нарушение безотказности подвижного состава. Крушение, авария, случай брака особого учета их отличие и оценка.

7. Повышение надежности упругих элементов подвижного состава.

8. Основные пути повышения безотказности подвижного состава.

3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Основные понятия и определения теории надежности. Объекты и системы. Свойства надежности.

2. Виды объектов. Состояния объектов и систем. Переход объекта в различные виды состояний.

3. Повреждения и отказы. Классификация отказов.

4. Факторы, влияющие на надежность ПС

5. Показатели свойств надежности. Показатели безотказности.

6. Показатели свойств надежности. Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

7. Показатели свойств надежности. Комплексные показатели.

8. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов и систем.

9. Показатели надежности восстанавливаемых объектов и систем.

10. Математическая модель надежности. Математические законы распределения, применяемые в теории надежности

11. Нормальное распределение. Правило трех сигм.

12. Основные виды расчетов надежностей. Алгоритм расчета надежности сложной системы.

13. Структурная схема надежности.

14. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.

15. Виды расчетов показателей надежности невосстанавливаемых нерезервируемых устройств: прикидочный, ориентировочный и окончательный расчет.

16. Алгоритм расчета показателей надежности невосстанавливаемых устройств при основном соединении элементов.

17. Способы повышения надежности с помощью резервирования. Виды резервирования. Аппаратурное резервирование.

18. Способы повышения надежности с помощью резервирования. Виды резервирования. Функциональное, временное, информационное и нагрузочное резервирование.

19. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с целой кратностью

20. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем постоянном резервировании с дробной кратностью.

21. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при общем резервировании замещением с целой кратностью.

22. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при отдельном резервировании с целой кратностью

23. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при отдельном резервировании замещением с целой кратностью.

24. Расчет надежности невосстанавливаемых систем при скользящем резервировании.

25. Расчет надежности невосстанавливаемых систем по схеме «гибели» и методом перебора благоприятных гипотез.

26. Способы преобразования в структурной схеме надежности. Разложение структуры по базовому элементу.

27. Сравнение выигрыша надежности при различных способах резервирования.
28. Общий расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов.
29. Расчет надежности восстанавливаемых систем при основном соединении элементов с помощью графа переходов.
30. Алгоритм составления дифференциальных уравнений по графу состояния.
31. Расчет надежности восстанавливаемых резервируемых систем с помощью составления графа переходов
32. Определение средней наработки до отказа с помощью составления графа переходов
33. Основная документация для сбора первичной информации при анализе надежности по экспериментальным данным.
34. Планирование испытаний. Виды испытаний на надежность
35. Статистическая обработка экспериментальных данных.
36. Интервальная оценка показателей надежности.

3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

Задача1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп, за 3000 час. отказало 80 ламп. Требуется определить $P^*(t)$, $q^*(t)$ при $t = 3000$ час.

Задача2. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить статистическую оценку частоты и интенсивности отказов электронных ламп в промежутке времени 3000 - 4000 час.

Задача 3. На испытание поставлено $N = 400$ изделий. За время $t = 3000$ час отказа-ло 200 изделий, т.е. $n(t) = 400 - 200 = 200$. За интервал времени $(t, t + \Delta t)$, где $\Delta t = 100$ час, отказало 100 изделий, т.е. $\Delta n(t) = 100$. Требуется определить $P^*(3000)$, $P^*(3100)$, $f^*(3000)$, $\lambda^*(3000)$.

Задача 4. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2.5 \cdot 10^{-5}$ 1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента $p(t)$, $q(t)$, $f(t)$, T для $t = 1000$ час.

Задача 5. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна $\lambda_1 = 0,16 \cdot 10^{-3}$ 1/час = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4}$ 1/час, $\lambda_3 = 0,06 \cdot 10^{-6} t^{2,6}$ 1/час.

Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 час.

Задача 6. Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента $mt = 1000$ час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы mt_c , а также частоту отказов $f_c(t)$ и интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ в момент времени $t = 50$ час в следующих случаях:

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

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

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины/практики.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во

(КР)	время практических занятий. Варианты КР индивидуальны. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР
Сообщение	Преподаватель не менее, чем за 2 недели до срока выступления с сообщением должен довести до сведения обучающихся тему сообщения и указать необходимую учебную литературу. При выступлении с сообщением должны использоваться презентации, видеоролики. Время сообщения составляет 10-15 минут.

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

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

опыта деятельности.

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

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в 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; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье 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 ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

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.

Образец экзаменационного билета

	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Основы теории надежности» 7 семестр</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____</p>
---	---	--

1.
2.
3.
4.
5.

Варианты размеров билета:

Билет формата А5 – 148*210мм

Билет формата А4 – 210*297мм