

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.06 Надежность и живучесть технических систем

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение

Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 1 семестр, курсовая работа 1 семестр

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	1	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51	51
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	17	17
– лабораторные	17	17
Самостоятельная работа	57	57
Экзамен	36	36
Итого	144	144

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

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

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.09.2017 № 957.

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, профессор, И.И. Тихий

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

С.В. Пахомов

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	овладение обучающимися теоретическими знаниями и практическими навыками, позволяющими самостоятельно на репродуктивном и творческом уровне проводить анализ надежности и живучести технических систем и разрабатывать мероприятия по их повышению
1.2 Задачи дисциплины	
1	формирование знаний понятийного аппарата теории надежности, методов и способов повышения надежности и живучести технических систем на протяжении их жизненного цикла;
2	обучение умению применять полученные знания для решения прикладных задач определения и анализа показателей надежности и живучести технических систем;
3	овладение навыками осуществления прогноза технического состояния систем, машин и агрегатов;
4	овладение навыками определения ресурса технических систем, машин и агрегатов;
5	развитие общего представления о современном состоянии теории надежности и математической статистики

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	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.01 Логика научного исследования
2	Б1.О.02 Механика разрушений
3	Б1.О.07 Управление состоянием технических объектов
4	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
5	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
6	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
7	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-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	ОПК-1.3 Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учетом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах	Знать: основы теории надежности и живучести для управления состоянием технических систем
		Уметь: составлять и использовать модели изменения надежности в процессе эксплуатации технических систем
		Владеть: методами обработки, результатов исследования показателей надежности технических систем

ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 Приобретает и использует новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий	Знать: программные комплексы для расчета надежности технических систем
		Уметь: применять программные комплексы для расчета надежности технических систем
		Владеть: методикой оценки показателей надежности для прогнозирования состояния технических систем
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: формы и методы научного познания, методологию системного подхода в области теории надежности и живучести
		Уметь: оценивать надежность и живучесть систем, машин и агрегатов на протяжении жизненного цикла
		Владеть: методами научного познания положений теории надежности и живучести технических систем
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Знать: способы повышения надежности и живучести технических систем на протяжении жизненного цикла
		Уметь: анализировать показатели надежности и живучести технических систем
		Владеть: навыками определения ресурса технических систем, машин и агрегатов
УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Знать: влияние надежности и живучести на продолжительность жизненного цикла технических систем	
	Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению надежности и живучести технических систем	
	Владеть: методами повышения надежности для увеличения продолжительности жизненного цикла технических систем	

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Семестр	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
			Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	Раздел 1. Основы теории надежности.						
1.1	Тема 1. Основные понятия теории надёжности и живучести.	1	2			6	ОПК-1.3 ОПК-3.1
1.2	Тема 2. Показатели надёжности	1	2	2		6	УК-1.1 УК-1.3
1.3	Тема 3. Безотказность невосстанавливаемых объектов	1	2	4		6	УК-1.2 УК-1.3
1.4	Тема 4. Безотказность восстанавливаемых объектов	1	2	4		6	УК-1.1 УК-1.3
1.5	Тема 5 Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов	1	2		8	6	ОПК-1.3 ОПК-3.1
2.0	Раздел 2. Прикладные аспекты теории надёжности.						
2.1	Тема 6. Структурные схемы надёжности	1	2	3		6	УК-1.1
2.2	Тема 7. Надёжность резервированных систем	1	2	4		6	УК-1.2 УК-1.3
2.3	Тема 8. Модели изменения надёжности.	1	3		9	6	УК-1.2 УК-1.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				ОПК-1.3 ОПК-3.1 УК-1.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Семестр	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
			Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
							УК-1.2 УК-1.3
	Курсовая работа	1				9	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17	17	57	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		
6.1 Учебная литература		
6.1.1 Основная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Ефимов, А.В. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог : учебник / рец.: А. И. Гуков [и др.]. Москва : Издательство УМК МПС России, 2000. - 512с. - Текст: электронный. - URL: https://umczdt.ru/books/1194/226076/	Онлайн
6.1.1.2	Леонова, О. В. Надёжность механических систем : учебное пособие / О. В. Леонова. Москва : Альтаир МГАВТ, 2014. - 179с. - Текст: электронный. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429858 (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
6.1.1.3	Острейковский, В.А. Теория надежности : Учеб. для вузов / В. А. Острейковский. М. : Высшая школа, 2003. - 463с.	11
6.1.1.4	Тихий, И. И. Теоретические основы эксплуатации авиационного оборудования : учеб. пособие / И. И. Тихий. Иркутск : ИВВАИУ, 2006. - 230с.	48
6.1.1.5	Четвергов, В. А. Надежность локомотивов : учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта / В. А. Четвергов, А. Д. Пузанков ; под редакцией В. А. Четвергова ; рец. Е. В. Козаченко [и др.]. Москва : Маршрут, 2003. - 415с. - Текст: электронный. - URL: https://umczdt.ru/books/37/2490/	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере : учебное пособие - 3-е изд., стер. / А. Г. Ветошкин. : Лань, 2020. - 236с. - Текст: электронный. - URL: https://e.lanbook.com/book/126946	Онлайн
6.1.2.2	Целищев, В.А. Основы теории надежности : Конспект лекций для студентов специальности «Системы обеспечения движения поездов» дневной и заочной форм обучения / В. А. Целищев. Иркутск : ИрГУПС, 2015. - 148с.	43
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	Тихий, И.И. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.06 Надежность и живучесть технических систем по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / И.И. Тихий ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_3034_1408_2023_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		

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	Matlab Classroom, R2015a, R2015b, лицензия № 564219.
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	Компьютерный класс «АРМ кафедры «Физика, механика и приборостроения» Д-316 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Учебная аудитория Г-224 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), компьютер. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «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.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запомнились. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий</p>

	<p>вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
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>
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Надежность и живучесть технических систем» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей</p>

программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.

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 «Надежность и живучесть технических систем» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении

ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
1 семестр				
1.0	Раздел 1. Основы теории надежности			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Основные понятия теории надёжности и живучести.	ОПК-1.3 ОПК-3.1	Тестирование (компьютерные технологии)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Показатели надёжности	УК-1.1 УК-1.3	Тестирование (компьютерные технологии)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Безотказность невосстанавливаемых объектов	УК-1.2 УК-1.3	Тестирование (компьютерные технологии)
1.4	Текущий контроль	Тема 4. Безотказность восстанавливаемых объектов	УК-1.1 УК-1.3	Тестирование (компьютерные технологии)
1.5	Текущий контроль	Тема 5 Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов	ОПК-1.3 ОПК-3.1	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	Раздел 2. Прикладные аспекты теории надёжности			
2.1	Текущий контроль	Тема 6. Структурные схемы надёжности	УК-1.1	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Тема 7. Надёжность резервированных систем	УК-1.2 УК-1.3	Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Тема 8. Модели изменения надёжности.	УК-1.2 УК-1.3	Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы теории надёжности. Раздел 2. Прикладные аспекты теории надёжности.	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Курсовая работа (письменно) Курсовая работа (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы теории надёжности.	ОПК-1.3 ОПК-3.1	Экзамен (собеседование)

		Раздел 2. Прикладные аспекты теории надёжности.	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)
--	--	---	----------------------------	--

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

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	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

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.	Фонд тестовых заданий

		Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
3	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

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»

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Тестирование

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

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся

		работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

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

3.1 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
ОПК-1.3 ОПК-3.1	Тема 1. Основные понятия теории надёжности и живучести.	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
УК-1.1 УК-1.3	Тема 2. Показатели надёжности	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
УК-1.2 УК-1.3	Тема 3. Безотказность невозстанавливаемых объектов	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ

УК-1.1 УК-1.3	Тема 4. Безотказность восстанавливаемых объектов	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
ОПК-1.3 ОПК-3.1	Тема 5 Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
УК-1.1	Тема 6. Структурные схемы надёжности	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
УК-1.2 УК-1.3	Тема 7. Надёжность резервированных систем	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
УК-1.2 УК-1.3	Тема 8. Модели изменения надёжности.	Знание	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Умение	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2– ОТЗ 2– ЗТЗ
		Итого	48– ОТЗ 48 – 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.

1 Вопрос. Как называется состояние технического объекта, при котором все его характеристики соответствуют заданным требованиям?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Работоспособное.
- 2) Исправное.
- 3) Предельное.
- 4) Правильное функционирование.

Ответ. 2

2. Вопрос. Как называется состояние технического объекта, при котором его характеристики, определяющие способность выполнять заданные функции во всех режимах функционирования, соответствуют заданным требованиям?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Работоспособное.
- 2) Исправное.
- 3) Предельное.
- 4) Правильное функционирование.

Ответ. 1

3. Вопрос. Как называется состояние технического объекта, при котором он снимается с эксплуатации по различным причинам?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Работоспособное.
- 2) Исправное.
- 3) Предельное.
- 4) Правильное функционирование.

Ответ. 3

4. **Вопрос.** Как называется состояние технического объекта, при котором он способен выполнять заданные функции в проверяемом режиме функционирования?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Работоспособное.
- 2) Исправное.
- 3) Предельное.
- 4) Правильное функционирование.

Ответ. 4

5. **Вопрос.** Как называется соединение элементов, при котором система отказывает при отказе хотя бы одного из её элементов?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Последовательное.
- 2) Параллельное.
- 3) Смешанное.
- 4) Соединение произвольной структуры.

Ответ. 1

6. **Вопрос.** Как называется соединение элементов, при котором система отказывает только при отказе всех её элементов?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Последовательное.
- 2) Параллельное.
- 3) Смешанное.
- 4) Соединение произвольной структуры

Ответ. 2

7. **Вопрос.** Как называется соединение элементов, при котором система функционирует безотказно только при безотказной работе всех её элементов?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Последовательное.
- 2) Параллельное.
- 3) Смешанное.
- 4) Соединение произвольной структуры

Ответ. 1

8. **Вопрос.** Как называется соединение элементов, при котором система функционирует безотказно при безотказной работе хотя бы одного из её элементов?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Последовательное.
- 2) Параллельное.
- 3) Смешанное.
- 4) Соединение произвольной структуры.

Ответ. 2

9. **Вопрос.** Как называется событие, заключающееся в кратковременном нарушении работоспособности объекта?

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов;

- 1) Отказ.
- 2) Сбой
- 3) Дефект.
- 4) Поломка.

Ответ. 2

10. **Вопрос.** Как по интенсивностям отказов элементов вычислить интенсивность отказов системы в целом, если известно, что система функционирует безотказно только при безотказной работе всех её элементов?

Ответ. Необходимо сложить интенсивности отказов всех элементов.

11. **Вопрос.** Система состоит из трёх элементов с вероятностями отказов равными 0,1; 0,2 и 0,4. Чему равна вероятность отказа системы, если известно, что она отказывает только при отказе одновременно всех составляющих её элементов?

Ответ. 0,008

12. Система состоит из трёх элементов с вероятностями безотказной работы равными 0,9; 0,8 и 0,7. Чему равна вероятность безотказной работы системы, если известно, что она отказывает при отказе хотя бы одного её элемента?

Ответ. 0,504

13. Система состоит из трёх элементов с вероятностями безотказной работы равными 0,9; 0,8 и 0,7. Чему равна вероятность безотказной работы системы, если известно, что она отказывает только при отказе одновременно всех составляющих её элементов?

Ответ. 0,994

14. В эксплуатации находилось 2000 однотипных приборов. За 100 часов эксплуатации отказало 20 приборов. Вычислить вероятность отказа и вероятность безотказной работы за указанное время.

Ответ. 0,01 и 0,99

15. Интенсивность отказа элемента равна 0.0005 1/час
Определить среднее время безотказной работы этого элемента в часах.

Ответ. 2000

16. Среднее время безотказной работы элемента равно 5000 часов
Определить интенсивность отказа этого элемента.

Ответ. 0.0002 1/час

17. Система состоит из двух элементов с интенсивностями отказов равными соответственно 0.0002 и 0.0003 1/час. Определить интенсивность отказов системы, если известно, что она отказывает при отказе хотя бы одного её элемента.

Ответ. 0.0005 1/час

18. Система состоит из двух элементов с интенсивностями отказов равными соответственно 0.0002 и 0.0003 1/час. Определить среднее время безотказной работы системы, если известно, что она отказывает при отказе хотя бы одного её элемента.

Ответ. 2000 час

3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 5 Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов»

Задание. Выполнить оценку сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов при:

- экспоненциальном распределении,
- нормальном распределении,
- логонормальном распределении,
- при распределении Вейбулла.

Сделать выводы и составить отчёт.

Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Дайте определение понятия сохраняемость.
2. Дайте определение понятия долговечность.
3. Дайте определение понятия ремонтпригодность.
4. Перечислите показатели долговечности и запишите формулы их расчёта.
5. Перечислите показатели сохраняемости и запишите формулы их расчёта.
6. Перечислите показатели ремонтпригодности и запишите формулы их расчёта.
7. Опишите законы распределения на отказ и их параметры для различных видов распределений.
8. Назовите требования к статистическим оценкам и выборкам результатов измерений.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 8. Модели изменения надёжности.»

Задание. Выполнить:

- построение параметрической модели возникновения отказов объектов ж/д инфраструктуры,
- построение вероятностной модели возникновения отказов объектов ж/д инфраструктуры,
- построение лямбда-характеристики для объекта ж/д инфраструктуры
- исследование системы оценки показателей надёжности.

Сделать выводы и составить отчёт

Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Что называется параметрической моделью возникновения отказов технического объекта и как осуществляется её построение.
2. Что называется вероятностной моделью возникновения отказов технического объекта и как осуществляется её построение.
3. Назовите назначение лямбда-характеристик и порядок их построения.
4. Как рассчитываются интенсивности отказов технических объектов в условиях эксплуатации.
5. Опишите содержание информации, необходимой для управления состоянием технических объектов по параметрам надёжности.
6. Как осуществляется сбор данных о надёжности технических объектов.
7. Перечислите составляющие системы оценки показателей надёжности технических объектов.
8. Опишите процесс функционирования системы оценки показателей надёжности объектов ж/д инфраструктуры.

3.3 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИргУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

Задание. С помощью программного комплекса SMARl выполнить:

- исследования и построение графика изменения интенсивности отказов железнодорожных грузовых вагонов в зависимости от периодичности проведения плановых ремонтов;
- исследование зависимости количества текущих ремонтов TP1 и TP2 от количества деповских ремонтов,
- рассчитать экономические затраты на поддержание заданного уровня надёжности

вагонов в зависимости от установленной периодичности проведения работ.

- для заданных статистических данных об отказах рассчитать оптимальный ресурс.
- Сделать выводы и составить отчёт

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Дайте графическое и словесное описание типового распределения наработки до отказа технического объекта.
2. Назовите причины отказов на участках типового закона распределения.
3. Какие показатели безотказности используются для оценки надёжности восстанавливаемых объектов.
4. Перечислите виды ресурсов и дайте им определение.
5. По каким параметрам назначается ресурс для железнодорожных вагонов.
6. Назовите основные факторы, влияющие на определение величины ресурса вагонов.
7. В чём суть метода статистического моделирования, используемого в программе SMARI
8. Опишите методику назначения оптимального ресурса технического объекта.
9. Назовите виды ремонтов железнодорожных вагонов.
10. Чем отличаются виды работ TP1 и TP2.

3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Понятия о технических объектах, технических системах.
2. Понятия о характерных событиях и состояниях технических объектов.
3. Взаимосвязь состояний, событий при эксплуатации технических объектов.
4. Понятия об эксплуатационных свойствах технических объектов.
5. Физические основы надёжности.
6. Надёжность – как комплексное свойство технических объектов.
7. Понятия о показателях надёжности. Показатели безотказности, сохраняемости, долговечности, ремонтпригодности, живучести.
8. Понятия о моделях эксплуатации технических объектов.
9. Понятия о планах наблюдения за техническими объектами.
10. Понятия о законах и параметрах распределений.
11. Модель эксплуатации невосстанавливаемых технических объектов.
12. Статистическая оценка безотказности и живучести невосстанавливаемых технических объектов в условиях эксплуатации.
13. Оценка безотказности и живучести невосстанавливаемых технических объектов при экспоненциальном распределении, при нормальном распределении, при логонормальном распределении, при распределении Вейбулла.
14. Модели эксплуатации восстанавливаемых технических объектов.
15. Оценка безотказности и живучести восстанавливаемых объектов при экспоненциальном распределении, при смеси двух экспоненциальных распределений.
16. Статистическая оценка безотказности и живучести восстанавливаемых технических объектов в условиях эксплуатации.
17. Оценка сохраняемости, ремонтпригодности и долговечности технических объектов.
18. Понятия о системах и структурных схемах надёжности систем.
19. Безотказность и живучесть системы при последовательном и параллельном соединении элементов.
20. Оценка надёжности и живучести систем с параллельным и последовательным соединением элементов.
21. Понятия о резервировании систем.
22. Виды резервирования (функциональное и структурное резервирование; нагруженный, ненагруженный и облегченный резервы; раздельное и общее резервирование; динамическое, с замещением, скользящее резервирование).

23. Безотказность и живучесть резервированных систем.
24. Оценка показателей безотказности и живучести резервированных систем.
25. Общие понятия о моделях изменения надежности.
26. Параметрическая модель возникновения отказа.
27. Вероятностная модель возникновения отказа.
28. Классическая модель изменения надежности АТ.
29. Лямбда-характеристики технических объектов.
30. Факторы, влияющие на надежность и живучесть технических объектов.
31. Математические средства анализа надежности и живучести технических объектов.
32. Прогнозирование надежности.

3.5 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену (для оценки умений)

1. Определить коэффициент готовности системы, если известно, что среднее время восстановления одного отказа равно $T_v = 5$ ч, а среднее значение наработки на отказ составляет $T_o = 500$ ч.
2. Допустим, что на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За 3000 ч отказало 80 ламп, требуется определить вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $Q(t)$ в течение 3000 ч.
3. Производилось наблюдение за работой трех однотипных объектов. За период наблюдения было зафиксировано по первому объекту 6 отказов, по второму - 11 отказов, третьему - 8 отказов. Нарботка первого объекта $t_1 = 6181$ ч, второго $t_2 = 329$ ч, третьего $t_3 = 245$ ч. Определить наработку объектов на отказ.
4. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: $t_1 = 12$ мин, $t_2 = 23$ мин, $t_3 = 15$ мин, $t_4 = 9$ мин, $t_5 = 17$ мин, $t_6 = 28$ мин, $t_7 = 25$ мин, $t_8 = 31$ мин.
Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.
6. Аппаратура имела среднюю наработку на отказ $t_{cp} = 65$ ч и среднее время восстановления $t_v = 1,25$ ч. Требуется определить коэффициент готовности K_g .
7. Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5}$ ч⁻¹. Требуется определить вероятность безотказной работы $P(t)$, частоту отказов $f(t)$ и среднюю наработку на отказ t_{cp} , если $t = 500, 1000, 2000$ ч.
8. Время работы изделия до отказа подчиняется закону Рэлея. Требуется определить количественные характеристики: $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, t_{cp} , при $t_1 = 500$ ч, $t_2 = 1000$ ч, $t_3 = 2000$ ч. Если параметр распределения $\sigma = 1000$ ч.
9. Известно, что интенсивность отказов $\lambda = 0,02$ ч⁻¹, а среднее время восстановления $t_v = 10$ ч. Требуется вычислить коэффициент готовности изделия.
10. Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{cp} = 0,32 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение $t = 50$ ч.
11. Система состоит из $N = 5$ блоков. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t , которая равна: $p_1(t) = 0,98$; $p_2(t) = 0,99$; $p_3(t) = 0,97$; $p_4(t) = 0,985$; $p_5(t) = 0,975$. Требуется определить вероятность безотказной работы системы.
12. Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна $T_1 = 160$ ч, $T_2 = 320$ ч, $T_3 = 600$ ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.
13. Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из них в течение времени $t = 100$ ч равны: $p_1(100) = 0,95$; $p_2(100) = 0,97$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы t_{cp} .
14. Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени t равна $p(t) = 0,9997$. Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из $N = 100$ таких же элементов.

15. Вероятность безотказной работы системы в течение времени t равна $P_c(t) = 0.95$. Система состоит из $N = 120$ равнонадежных элементов. Требуется определить вероятность безотказной работы элемента $p_i(t)$.

16. В системе $N_c = 2500$ элементов и вероятность безотказной работы ее в течение одного часа $P_c(1) = 98\%$. Предполагается, что все элементы равнонадежны и интенсивность отказов элементов $\lambda = 8,4 \cdot 10^{-6}$ ч⁻¹. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы t_{cp} с.

3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Нерезервированная система состоит из 5 элементов. Интенсивности их отказов равны соответственно: $0,00007$; $0,00005$; $0,00004$; $0,00006$; $0,00004 = 1/\text{час}$

Определить показатели надежности и живучести системы: интенсивность отказа, среднее время безотказной работы, вероятность безотказной работы, плотность распределения времени безотказной работы. Показатели надежности $P(t)$ и $f(t)$ получить на интервале от 0 до 1000 часов с шагом 100 часов.

2. Время безотказной работы гироскопического устройства с шарикоподшипниками в осях ротора гироскопа подчиняется закону Вейбулла - Гнеденко с параметрами $k = 1,5$, $\lambda_0 = 10^{-4}$ ч⁻¹, а время его работы $t = 100$ ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности такого устройства.

3. Система состоит из 5 приборов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу системы. Известно, что первый отказал 34 раза в течение 952 ч работы, второй – 24 раза в течение 960 ч работы, а остальные приборы в течение 210 ч работы отказала 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку на отказ системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти приборов.

4. Определить коэффициент технического использования машины, если известно, что машину эксплуатируют в течение года ($T_{\Sigma} = 8760$ ч). За этот период эксплуатации машины суммарное время восстановления отказов составило $t_{\Sigma} = 40$ ч.

Время проведения регламента составляет $t_0 = 20$ ч. Суммарное время, затраченное на ремонтные работы за период эксплуатации составляет 15 суток, т.е. $t_p = 15 \cdot 24 = 360$ ч.

5. Определить коэффициент оперативной готовности системы за период времени $t = 10$ ч, если известно, что система состоит из пяти элементов с соответствующими интенсивностями отказов, ч⁻¹: $\lambda_1 = 2 \cdot 10^{-5}$; $\lambda_2 = 5 \cdot 10^{-5}$; $\lambda_3 = 10^{-5}$; $\lambda_4 = 20 \cdot 10^{-5}$; $\lambda_5 = 50 \cdot 10^{-5}$, а среднее время восстановления при отказе одного элемента равно $T_{\Sigma} = 10$ ч. Результатами испытаний установлено, что распределение наработки на отказ подчиняется экспоненциальному закону.

6. При эксплуатации в течение одного года ($T_{\Sigma} = 1 \text{ год} = 8760$ ч.) изделий специального назначения было зафиксировано пять отказов ($m = 5$). На восстановление каждого отказа в среднем затрачено двадцать часов ($T_{\Sigma} = 20$ ч.). За указанный период эксплуатации был проведен один регламент (техническое обслуживание). Время регламента составило десять суток ($T_p = 240$ ч.). Определить коэффициенты: готовности (K_r) и технического использования (K_i).

7. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна $\lambda_1 = 0,16 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹ = const. Интенсивности отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются следующими формулами: $\lambda_2 = 0,23 \cdot 10^{-4} t$ ч⁻¹, $\lambda_3 = 0,06 \cdot 10^{-6} t^{2,6}$ ч⁻¹. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение 100 ч.

8. Система состоит из 5 приборов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу системы. Известно, что первый отказал 34 раза в течение 952 ч работы, второй – 24 раза в течение 960 ч работы, а остальные приборы в течение 210 ч работы отказала 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку на отказ системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти приборов.

9. Допустим, что на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000-4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить частоту $f(\Delta t)$ и интенсивность $\lambda(\Delta t)$ отказов электронных ламп в промежутке времени $\Delta t = 3000 \dots 4000$ ч.

10. На испытание поставлено $N_0 = 400$ изделий. За время $t = 3000$ ч отказало $n(t) = 200$ изделий, за интервал $\Delta t = 100$ ч отказало $n(\Delta t) = 100$ изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы за 3000 ч, вероятность безотказной работы за 3100 ч, вероятность безотказной работы за 3050 ч, частоту отказов $f(3050)$, интенсивность отказа $\lambda(3050)$.

11. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь периодов зарегистрировано $n = 15$ отказов. До начала наблюдений объект проработал 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1233 ч. Определить среднюю наработку на отказ t_{cp} .

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
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончании ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

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

	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Надежность и живучесть технических систем» <u>1</u> семестр</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой « _____ » ИрГУПС _____</p>												
<p>1. Понятия о технических объектах, технических системах. 2. Прогнозирование надежности. 3. Разработка вероятностной модели изменения надежности системы. 4. Резервированная система состоит из 5 элементов. Интенсивности их отказов приведены в табл. 1.1.</p> <p style="text-align: center;">Таблица 1.1. Интенсивности отказов элементов</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Номер элемента</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\lambda, \text{ час}^{-1}$</td> <td>0,00007</td> <td>0,00005</td> <td>0,00004</td> <td>0,00006</td> <td>0,00004</td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить показатели надежности системы: среднее время безотказной работы, вероятность безотказной работы, плотность распределения времени безотказной работы. Показатели надежности $P(t)$ и $f(t)$ получить на интервале от 0 до 1000 часов с шагом 100 часов. Прогнозирование риска травматизма и несчастных случаев по линиям тренда.</p>			Номер элемента	1	2	3	4	5	$\lambda, \text{ час}^{-1}$	0,00007	0,00005	0,00004	0,00006	0,00004
Номер элемента	1	2	3	4	5									
$\lambda, \text{ час}^{-1}$	0,00007	0,00005	0,00004	0,00006	0,00004									