

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 22 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория надежности
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Конструирование и надежность оборудования
машиностроительных производств
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: освоение студентами дисциплинарных компетенций по основным положениям и методам теории надежности изделий машиностроения, машин, оборудования, систем и их элементов для решения практических задач в различных областях современной техники.

Задачи дисциплины:

- знать статистические методы и модели, применяемые для определения показателей работоспособности и надежности технических объектов;
- знать основные причины и факторы, влияющие на работоспособность и надежность машин и систем;
- уметь формулировать и выработать критерии работоспособного и неработоспособного состояния;
- уметь применять современные методы оценки надежности машин и оборудования;
- владеть навыками применения физических методов обеспечения и повышения работоспособности машин.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- законы распределения дискретных и случайных величин;
- теоретические и практические вопросы надежности;
- надежность по критериям отказов;
- расчет и прогнозирование надежности;
- мероприятия по контролю, диагностике и повышению надежности оборудования в течение срока его эксплуатации.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин и основы планирования научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов;	Знает основы планирования научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять современные методы оценки надежности машин, технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов и обеспечения новых потребительских требований к продукции	Умеет координировать работу по оценке технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов и обеспечения новых потребительских требований к продукции	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками использования статистических методов и моделей, применяемых для планирования и координации научно-исследовательских работ	Владеет навыками планирования и координации научно-исследовательских работ	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Показатели надежности	4	0	4	10
Тема 1. Введение: предмет и задачи дисциплины. Основные понятия в области надежности: элемент, система, состояние (исправное, работоспособное, предельное). Повреждения: виды и причины отказов. Надежность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Нарботка, ресурс, срок службы. Техническое обслуживание, ремонт и т.д. Тема 2. Основные этапы обеспечения надежности. Исследование надежности на этапе разработки конструкторской документации. Исследование надежности на этапе производства и эксплуатации. Организационные методы обеспечения надежности оборудования.				
Законы распределения случайных величин	4	0	12	10
Тема 3. Законы распределения случайных величин. Случайные величины и их характеристики. Дискретные и непрерывные законы распределения случайных величин. Статистические оценки параметров распределения вероятностей. Распределения случайных величин: биномиальное, Пуассона, показательное, нормальное. Характеристики распределения: плотность, математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднеквадратическое отклонение и др. Тема 4. Анализ зависимостей надежности. Определение закона распределения по законам распределения аргументов в применении к задачам надежности. Применение корреляционного и регрессионного анализа к зависимостям надежности.				
Расчет характеристик безотказности	4	0	8	20
Тема 5. Структура и безотказность технических систем. Типовые структуры технических и технологических систем (последовательные, параллельные, комбинированные). Расчет безотказности невосстанавливаемых систем при различных соединениях элементов. Безотказность восстанавливаемых систем. Тема 6. Оценка безотказности при проектировании. Оценка безотказности систем на различных этапах проектирования. Резервирование технических систем. Предварительный расчет безотказности машин и оборудования. Структурный анализ безотказности на этапе проектирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчеты надежности деталей машин	4	0	6	24
Тема 7. Надежность соединений. Надежность соединений с натягом. Надежность сварных соединений. Надежность резьбовых соединений. Тема 8. Надежность передач и узлов деталей машин. Надежность зубчатых передач. Надежность валов. Надежность подшипников качения и скольжения. Надежность механических муфт.				
Методы повышения надежности	2	0	4	26
Тема 9. Надежность и конструкция. Общие направления повышения надежности. Методы отработки конструкции изделий на технологичность. Количественные и качественные показатели технологичности. Тема 10. Повышение надежности технологическими методами. Повышение надежности деталей машин и оборудования технологическими методами (объемное и поверхностное упрочнение, применение покрытий, методы восстановления и др.). Заключение: обобщение пройденного материала; перспективные направления развития теории надежности машиностроительного оборудования.				
ИТОГО по 4-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные понятия теории вероятностей. Основные формулы комбинаторики. Вычисления вероятностей.
2	Теоремы и их применение в теории вероятностей
3	Дискретные и непрерывные случайные величины
4	Законы распределения дискретных и случайных величин и их числовые характеристики
5	Структуры технических систем с позиций надежности
6	Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем
7	Оценка надежности соединений деталей машин
8	Оценка надежности механических передач
9	Оценка надежности при проектировании машин и конструкций
10	Обеспечение надежности технологическими методами

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - Москва: Юрайт, 2010.	60
2	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - Москва: Юрайт, 2010.	19
3	Малкин В. С. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов / В. С. Малкин. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.	2
4	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2008.	3

5	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - Москва: Высш. шк., 2003.	190
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - Москва: КНОРУС, 2010.	80
2	Проников А. С. Параметрическая надежность машин / А. С. Проников. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.	2
3	Сухарев Э. А. Теория эксплуатационной надежности машин : учебное пособие для вузов / Э. А. Сухарев. - Ровно: Изд-во РГТУ, 2000.	1
2.2. Периодические издания		
1	Информационные технологии : теоретический и прикладной научно-технический журнал / Новые технологии. - Москва: Новые технологии, 1995 - .	
2	Проблемы анализа риска : научно-практический журнал / Российская Федерация. Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Экспертный совет; Российское научное общество анализа риска; Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций; Бизнес Центр; Деловой экспресс. - Москва: Деловой экспресс, 2004- .	
3	Проблемы машиностроения и автоматизации : международный журнал / Российская академия наук ; Институт машиноведения им. А.А. Благонравова ; Российский научно-исследовательский институт информационных технологий и систем автоматизированного проектирования ; Национальная технологическая палата ; ЗАО Ассоциация КОН. - Москва: Изд-во ИМАШ, 1982.	
4	Стандарты и качество : научно-технический и экономический журнал / Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии; Всероссийская организация качества; Стандарты и качество. - Москва: Стандарты и качество, 1927 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : Учебное пособие / Гмурман В.Е. - М.: Издательство Юрайт, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUURAIT23	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : Учебник / Гмурман В.Е. - М.: Издательство Юрайт, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUURAIT22	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска меловая или маркерная	1
Лекция	Проектор	1
Лекция	Экран	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	10
Практическое занятие	Проектор	1
Практическое занятие	Экран	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теория надёжности»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.01 «Машиностроение»	
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и надежность оборудования машиностроительных производств	
Квалификация выпускника:	Магистр	
Выпускающая кафедра:	Инновационные технологии машиностроения	
Форма обучения:	Очная	
Курс: 2	Семестр: 4	
Трудоёмкость:		
Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.
Виды промежуточного контроля:		
Зачет:	4 семестр	

Пермь 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Теория надёжности» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»; рабочей программы дисциплины «Теория надёжности», утвержденной 29 ноября 2019 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.02 «Теория надёжности» участвует в формировании компетенции ПК-1.1. В рамках учебного плана образовательной программы в 4-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

ПК 1.1 – Способен организовать научно- исследовательские работы и внедрение новых технологий и материалов.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В первом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, во втором модуле – аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов (в каждом модуле). В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	ГР (КР)	Трен. (ЛР)	Зачёт (экзамен)
Знает:						
- основные причины и факторы, влияющие на работоспособность и надежность машин и систем машин.	+		+			+
- законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.	+		+			+
- . знать технологические и конструктивные методы повышения надежности машин.	+		+			+
Умеет:						
- формулировать и использовать критерии работоспособного и неработоспособного состояния машин.	+		+			+
- применять современные методы оценки надежности машин и оборудования.	+		+			+
- разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление изделий с учетом требований надежности и долговечности.	+		+			
Владеет:						
- опытом практического применения физических методов обеспечения и повышения работоспособности машин.	+		+			+
- опытом использования статистических методов и моделей, применяемых для определения показателей надежности технических объектов.	+		+			+
- навыками статистической обработки опытных данных	+		+			+
- навыками определения и анализа законов распределения случайных величин и их характеристик.	+		+			+
- навыками оценки надежности деталей, узлов и систем машин.	+		+			+

*ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ГР (КР) – индивидуальные графические или курсовые работы (оценка умений и владений);

Трен. (ЛР) – выполнение тренажей и лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

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

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаний изучаемого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 10 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на практической работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями или с незначительными недочетами.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты защиты практических работ по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 контрольные работы (текущее тестирование) после освоения студентами разделов 1, 2, 3. Первая контрольная работа «Характеристики дискретных и непрерывных случайных величин», вторая контрольная работа «Расчет характеристик надежности соединений и узлов деталей машин».

Типовые вопросы и задания первой КР:

1. Числовые характеристики надежности. Виды повреждений изделий машиностроения и вызываемые ими последствия.
2. Методы изучения надежности при проектировании и эксплуатации оборудования.
3. Характеристики распределений дискретных и случайных величин: биномиальное, нормальное, Пуассона и др.
4. Применимость законов распределения при оценке надежности изучаемых объектов.

Типовые вопросы и задания второй КР:

1. Структуры технических систем с позиций надежности.
2. Примеры резервирования технических систем и объектов с позиций надежности.
3. Показатели надежности соединений деталей машин и примеры их определения.
4. Оценка надежности узлов и механизмов.
5. Конструктивные методы обеспечения надежности.
6. Способы повышения надежности технологическими методами.

Шкала и критерии оценки результатов контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии и шкала оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций на контрольной работе

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного модуля
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания знаний заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Выполнение индивидуального комплексного задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется комплексное задание.

Примеры тем индивидуальных комплексных заданий приведены в приложении 1.

Шкала и критерии оценивания результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в таблице 2.5.

Результаты защиты индивидуального комплексного задания по 4-балльной шкале оценивания умений и владений заносятся в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине и основывается на комплексной оценке (КО).

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания в форме тестирования. Тест содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, комплексные задания (КЗ) для проверки усвоенных умений и для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Тесты сформированы таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые теоретические вопросы с вариантами ответов для контроля усвоенных знаний в форме тестирования:

1. Свойство изделия сохранять работоспособность в течение заданного времени без вынужденных перерывов называют ...

1: работоспособностью

2: долговечностью

3: безотказностью

4: сохраняемостью

2. Нарботку изделия от начала эксплуатации или её возобновления после ремонта до наступления предельного состояния называют ...

1: техническим ресурсом

2: назначенным ресурсом

3: номинальной долговечностью

4: сроком службы

3. Вероятность безотказной работы сложного изделия равна ...

1: сумме вероятностей безотказной работы отдельных его элементов

2: разности вероятностей безотказной работы отдельных его элементов

3: минимальной вероятности безотказной работы его элементов

4: произведению вероятностей безотказной работы отдельных его элементов

4. Долговечность характеризуется ...

1: ресурсами

2: вероятностью отказов

3: вероятностью безотказной работы

4: интенсивностью отказов

5. По результатам испытаний в одинаковых условиях партии изделий из $N=1000$ шт. после наработки 5000 ч. наблюдали отказы $n=100$ шт. изделий, при этом вероятность безотказной работы изделий равна ...

1: 0,8

2: 0,9

3: 0,95

4: 0,1

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений:

1. Определить вероятность безотказной работы партии подшипников в количестве $N=100$ штук, которая должна иметь наработку $T_{cp}=5000$ часов (должны сохранять работоспособность не менее 90%). Известно, что в течение 5000 часов их работы произошли отказы:

- одного подшипника – после 3000 часов;

- двух подшипников – после 4000 часов;

- и одного – после 45000 часов.

2. Случайная величина X имеет следующую функцию распределения:

$$F(X) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0 \\ x^2/6 & \text{при } 0 \leq x < 2 \\ -x^2/3 + 2x - 2 & \text{при } 2 \leq x < 3 \\ 1 & \text{при } x \geq 3 \end{cases}$$

Требуется:

а) построить график $F(X)$;

б) найти плотность распределения $f(x)$;

в) найти математическое ожидание $M(x)$, дисперсию $D(x)$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma(x)$;

г) найти вероятность попадания случайной величины x в интервал $(1, 2)$.

Полный перечень теоретических вопросов и комплексных практических заданий в форме утвержденного комплекта хранится на выпускающей кафедре.

Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.4 и 2.5.

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос теста. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос теста с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос теста с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос теста студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня умений и владений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание теста. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала, отличные владения навыками полученных знаний и умений при решении профессиональных задач. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание теста с небольшими неточностями. Показал хорошие умения, хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание теста с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения, удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания теста студент продемонстрировал недостаточный уровень умений, недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в тесте дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.

Приложение 1. Примеры индивидуальных комплексных заданий

1. Значение проблемы долговечности и надежности машин в различных отраслях машиностроения.
2. Краткий обзор развития работ в области повышения надежности машин (на примере какой – либо группы машин: металлообрабатывающее оборудование, транспортирующие машины и др.).
3. Блок схемы машин и принципы их построения.
4. Унифицированные формулы долговечности машин.
5. Особенности развития машиностроения и их влияние на создание теории надежности.
6. Оценка надежности при проектировании машин.
7. Повышение надежности деталей машин (технологические и конструктивные методы).
8. Оценка надежности серийно выпускаемых машин.
9. Современное состояние обеспечения надежности машин в России и тенденции его развития.
10. Общие принципы обеспечения надежности сложных технических систем.
11. Комплекс мероприятий по обеспечению надежности на этапах постановки на производство и изготовления.
12. Комплекс мероприятий по обеспечению надежности на этапах эксплуатации и ремонта.
13. Топологическое описание и ситуационное моделирование систем.
14. Дефекты материала и изготовления как причины отказов.
15. Классификация методов и видов испытаний: по целям, по стадиям жизненного цикла, по месту проведения, по свойствам надежности, по внешнему воздействию, по последствиям, по режимам, по видам отказа.

ТЕСТ №1

1. Безотказность - это:

- 1) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение всего времени работы;
- 2) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки;
- 3) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта;
- 4) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

2. Долговечность - это:

- 1) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта;
- 2) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования;
- 3) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта;
- 4) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

3. Ремонтопригодность - это:

- 1) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования;
- 2) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки;
- 3) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта;
- 4) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

4. Сохраняемость - это:

- 1) свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и

восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта;

2) свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта;

3) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки;

4) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

5. Исправное состояние - это:

1) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

6. Неисправное состояние - это:

1) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

7. Надежность трактуется как:

1) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования;

2) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования;

3) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта;

4) свойство объекта максимально возможно поддерживать во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих выполнение требуемых функций в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

8. Работоспособное состояние - это:

1) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

9. Неработоспособное состояние - это:

1) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;

3) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

10. Предельное состояние - это:

1) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

2) состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

3) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;

4) состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

11. ОТКАЗ – это:

- 1) состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 2) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- 3) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;
- 4) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

12. Повреждение - это:

- 1) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;
- 2) каждое отдельное несоответствие объекта установленным нормам или требованиям;
- 3) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния;
- 4) состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

13. Критерий длительности наработки на отказ:

- 1) определяется временем работоспособного состояния системы между последовательными сбоями или началами нормального функционирования системы после них;
- 2) определяется временем простоя системы вследствие произошедших сбоев;
- 3) определяется временем восстановления системы после произошедших сбоев;
- 4) определяется временем работоспособного состояния системы между последовательными отказами или началами нормального функционирования системы после них.

14. Интенсивность отказов - это:

- 1) относительное количество отказов, приходящееся на каждую единицу времени;
- 2) количество отказов, зарегистрированных в ходе испытания системы;
- 3) частота произошедших сбоев;
- 4) относительное количество отказов, приходящихся на все время функционирования и простоя системы.

15. Вероятность отказа – это:

- 1) вероятность появления отказа по окончании заданного интервала;
- 2) вероятность появления отказа до конца заданного интервала;
- 3) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, т.е. не будет отказов в течение заданного интервала;

4) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, но при этом произойдет сбой в течение заданного интервала.

16. Вероятность безотказной работы – это:

- 1) вероятность появления отказа по окончании заданного интервала;
- 2) вероятность появления отказа до конца заданного интервала;
- 3) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, т.е. не будет отказов в течение заданного интервала;
- 4) вероятность того, что объект сохранит работоспособность, но при этом произойдет сбой в течение заданного интервала.

17. В течение 500 часов испытывались элементы системы. Зафиксировано 2 отказа. Вероятность безотказной работы системы: $P(500)$ равна:

- 1) 0,6;
- 2) 0,1;
- 3) 0,5;
- 4) 0,2.

18. В течение 100 часов испытывались 10 элементов системы. Зафиксировано 2 отказа. Вероятность безотказной работы системы: $P(100)$ равна:

- 1) 0,4;
- 2) 0,1;
- 3) 0,8;
- 4) 0,2.

19. В течение 500 часов испытывались 5 элементов системы. Зафиксировано 2 отказа. Вероятность отказа системы: $Q(500)$ равна:

- 1) 0,6;
- 2) 0,4;
- 3) 0,5;
- 4) 0,2.

20. В течение 100 часов испытывались 10 элементов системы. Зафиксировано 2 отказа. Вероятность отказа системы: $Q(100)$ равна:

- 1) 0,4;
- 2) 0,1;
- 3) 0,8;
- 4) 0,2.

Составитель _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

В.В. Карманов

«____» _____ 20__ г.