

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

« 27 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Диагностика и надежность автоматизированных систем  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - освоение дисциплинарных компетенций и формирование у студентов знаний о методах и средствах технического диагностирования, а также расчёта основных показателей надёжности объекта, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией сложных технических объектов и систем.

Задачи дисциплины:

- изучение студентами методического подхода и процедур, необходимых для создания надёжных технических (технологических) систем;
- формирование навыков применения методов диагностики и расчета надёжности технических систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Методы построения диагностических моделей объектов, методы расчета надёжности сложных технических систем.

### 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-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает современные технологии контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методы расчета надёжности сложных технических систем	Знает современные технологии и основные положения методов моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методов интеллектуального анализа данных	Дифференцированный зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет применять основные методы расчета надёжности сложных технических систем и составления диагностических моделей объектов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления в области авиастроения	Умеет применять основные методы моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методы интеллектуального анализа данных	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет базовыми навыками составления диагностических моделей объектов; навыками расчета надежности сложных технических систем; навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования и расчета	Владеет базовыми навыками моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе интеллектуального анализа данных; навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования	Отчёт по практическом у занятию
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает технические требования, предъявляемые к показателям надежности сложных технических систем; знает нормативную документацию в области диагностирования; стандартные методы испытаний и методы исследования и диагностирования элементов и в целом АСУП	Знает технические требования, предъявляемые к показателям автоматизированных оборудования, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; стандартные методы испытаний и методы исследования элементов и в целом АСУП, в т.ч. с применением математического и компьютерного моделирования	Дифференцированный зачет
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет выбирать стандартные методы испытаний и современные методы исследования по определению технологических показателей надежности сложных технических систем, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; применять методы вычислительного эксперимента; документировать результаты вычислительного эксперимента и оценивать их соответствие реальным данным испытаний и	Умеет выбирать стандартные методы испытаний и современные методы исследования, в т.ч. математического и компьютерного моделирования, по определению технологических показателей автоматизированных оборудования, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; применять методы вычислительного эксперимента, специализированные компьютерные (программные) инструменты	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		диагностики технического состояния оборудования и элементов систем автоматизации и управления	моделирования АСУП и разработки оригинальных алгоритмов моделирования; документировать результаты вычислительного эксперимента и оценивать их соответствие реальным данным испытаний и диагностики технического состояния оборудования и элементов систем автоматизации и управления	
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками проведения вычислительного эксперимента; навыками расчета технических характеристик надежности сложных технических систем, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; навыками получения данных натурных испытаний и диагностики технического состояния оборудования, элементов и в целом АСУП	Владеет навыками проведения вычислительного эксперимента и работы с инструментами (программными средствами) моделирования; навыками расчета технических характеристик автоматизированных оборудования, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; навыками получения данных натурных испытаний и диагностики технического состояния оборудования, элементов и в целом АСУП	Отчёт по практическом у занятию

### 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:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
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
<b>4-й семестр</b>				
Теория вероятности и надежность сложных технических систем	14	0	16	32
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины				
Тема 1. Задачи и исходные положения оценки надежности				
Тема 2. Расчет надежности сложных систем				
Техническое диагностирование и диагностические модели	18	0	20	40
Тема 3. Теоретические основы технического диагностирования систем				
Тема 4. Диагностические модели объектов авиастроения				
Тема 5. Методы диагностирования сложных объектов на примере изделий авиационной техники				
Тема 6. Показатели и характеристики диагностирования.				
<b>ИТОГО по 4-му семестру</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

ИТОГО по дисциплине	32	0	36	72
---------------------	----	---	----	----

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение вида и параметров закона распределения времени до отказа
2	Оценка надежности изделия на этапе технического проектирования
3	Составление функциональных моделей объектов диагностирования
4	Составление тестов диагностирования аналоговых объектов

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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, 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.
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
-------	---	-------------------------------------

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Бочкарев С. В., Цаплин А. И. Диагностика и надёжность автоматизированных систем : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 484 с.	99
2	Бочкарев С. В., Цаплин А. И., Схиртладзе А. Г. Диагностика и надёжность автоматизированных технологических систем : учебное пособие для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2013. 614 с. 35,8 усл. печ. л.	50
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Дианов В.Н. Диагностика и надёжность автоматических систем : учебное пособие. 3-е изд., стер. М. : Изд-во МГИУ, 2007. 160 с.	4
2	Кравченко Е. Г., Схиртладзе А. Г. Надёжность технических систем в машиностроении : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол : ТНТ, 2017. 151 с. 8,84 усл. печ. л.	7
3	Малкин В. С. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов. Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. 433 с.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Березкин Е. Ф. Надёжность и техническая диагностика систем : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 260 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115514">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115514</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Обеспечение надёжности сложных технических систем / Дорохов А. Н., Керножицкии? В. А., Миронов А. Н., Шестопалова О. Л. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 352 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-167412">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-167412</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Царе?в А. М. Надежность и диагностика технологического оборудования : учебное пособие. Тольятти : ТГУ, 2013. 128 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-139677">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-139677</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Щурин К. В. Надежность машин : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 592 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-121468">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-121468</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Бочкарев С. В., Цаплин А. И. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь : ПНИПУ, 2008. 485 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160311">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160311</a>	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	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### **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	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска	1
Практическое занятие	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10

## **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»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Диагностика и надежность автоматизированных систем»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Цифровые технологии проектирования систем управления и контроля авиационных двигателей и энергетических установок
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Микропроцессорных средств автоматизации
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 2	<b>Семестр:</b> 4
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Диф. зачёт:	4 семестр

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

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

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим заданиям и диф. зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ТО	ОПЗ	Т/КР	Диф. зачёт
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>ИД-1ПК-2.2</b> Знает современные технологии контроля, диагностики, испытаний и управления, в том числе методов интеллектуального анализа данных, методы расчета надежности сложных технических систем	ТО1		КР2	ТВ
<b>ИД-1ПК-1</b> Знает технические требования, предъявляемые к показателям надежности сложных технических систем; знает нормативную документацию в области диагностирования; стандартные методы испытаний и методы исследования и диагностирования элементов и в целом АСУП, в т.ч. с применением математического и компьютерного моделирования	ТО2		КР1	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>ИД-2ПК-2.2</b> Умеет применять основные методы расчета надежности сложных технических систем и составления диагностических моделей объектов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления в области авиастроения		ОП31, ОП32, ОП33, ОП34		ПЗ
<b>ИД-2ПК-1</b> Умеет выбирать стандартные методы испытаний и современные методы исследования по определению технологических показателей надежности сложных технических систем,		ОП31, ОП32		ПЗ

технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; применять методы вычислительного эксперимента; документировать результаты вычислительного эксперимента и оценивать их соответствие реальным				
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>ИД-ЗПК-2.2</b> Владеет базовыми навыками составления диагностических моделей объектов; навыками расчета надежности сложных технических систем; навыками оформления отчета по результатам проведенного моделирования и расчета		ОП31, ОП32, ОП33, ОП34		ПЗ
<b>ИД-ЗПК-1</b> Владеет навыками проведения вычислительного эксперимента; навыками расчета технических характеристик надежности сложных технических систем, технологических процессов и производств, систем автоматизации и управления; навыками получения данных натурных испытаний и диагностики технического состояния оборудования, элементов и в целом АСУП		ОП31, ОП32		ПЗ

*ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОПЗ – отчет по практическому заданию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде диф.зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения раздела дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри разделов дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала 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.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим заданиям и рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита отчетов по практическим заданиям**

Всего запланировано 4 практических задания. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита отчета проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Теория вероятности и надежность сложных технических систем», вторая КР – по модулю 2 «Техническое диагностирование и диагностические модели».

##### **Типовые задания первой КР:**

1. Последовательность расчета надежности объектов. Определение признаков отказа объекта, его функциональных блоков.
2. Теоретические распределения наработки до отказа. Построение эмпирической функции распределения.
3. Расчет проектной надежности систем с учетом восстановления резервных элементов.

##### **Типовые задания второй КР:**

1. Структура системы технического диагностирования. Понятие об алгоритмах диагностирования.
2. Функциональные модели объектов диагностирования. Логические модели объектов диагностирования.
3. Порядок построения тестов диагностирования аналоговых объектов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего

и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим заданиям 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.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной 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 по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Показатели надежности объекта. Теоретические распределения наработки до отказа.
2. Метод распределения требований по надежности с учетом относительной уязвимости элементов.
3. Последовательность расчета надежности объектов. Определение признаков отказа объекта, его функциональных блоков.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Испытания  $N = 100$  образцов продолжались  $t_0 = 500$  ч. За время испытаний вышло из строя 5 ( $i = 1:5$ ) ламп с наработкой до отказа в часах соответственно:  $t_1 = 50$ ,  $t_2 = 150$ ,  $t_3 = 250$ ,  $t_4 = 300$ ,  $t_5 = 450$ . Определить среднюю наработку до отказа ламп и среднее квадратическое отклонение, полагая, что срок службы ламп подчиняется нормальному закону.

2. Используя данные примера путем построения гистограмм и их аппроксимации аналитическими выражениями установить закон распределения времени исправной работы.

3. В результате опыта получен следующий вариационный ряд времен исправной работы изделия в часах:

2; 3; 3; 5; 6; 7; 8; 8; 9; 9; 13; 15; 16; 17; 18; 20;  
21; 25; 28; 35; 37; 53; 56; 69; 77; 86; 98; 119.

Требуется установить закон распределения времени безотказной работы.

### **Типовое практическое задание для контроля приобретенных владений:**

1. Для заданного объекта составить схему замещения для расчета надежности. Рассчитать интенсивность отказов, среднее время восстановления, среднее время безотказной работы и вероятность безотказной работы системы в течение 1 года.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

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

Общая оценка уровня сформированности всех 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 образовательной программы.

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