

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.
« 29 » 01 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Надежность приборов и систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/магистров

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

(код и направление подготовки)

Направленность **Информационно-измерительная техника и технологии**

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения _____ очная, заочная _____

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки _____ 2025 _____

Объем дисциплины _____ 180/5 _____

(часов/з.е)

Промежуточная аттестация _____ зачет с оценкой _____

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра _____ Авиационные приборы и устройства _____

(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ Авиационные приборы и устройства _____

(наименование кафедры)

Разработчик(и): _____ Миркин Б.А., доцент, к.т.н. _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас

2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 25.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.03.01-42

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	11
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	11
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	15
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	15
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.....	16
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	18
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
6.1 Учебная литература.....	22
6.2 Справочно-библиографическая литература.....	22
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	22
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	22
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	23
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	23
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	23
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	25
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	25
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	25
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	25
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	26
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	26
10.6. Методические указания для выполнения РГР.....	26
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	26
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Надежность приборов и систем» является изучение основных методов расчета надежности а также методов контроля показателей качества средств измерений различных физических величин.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- участие в разработке архитектуры информационно-измерительных систем, обеспечивающей требуемые показатели качества;
- участие в разработке документации для выполнения ручного и автоматизированного контроля средств измерений;
- использование современных информационных технологий при расчете и контроле показателей качества средств измерений;
- участие в разработке документации в области контроля качества средств измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность приборов и систем» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Основы проектирования приборов и систем», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Элементы приборов и систем» программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Надежность приборов и систем», необходимы при прохождении преддипломной практике и при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Надежность и систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих компетенции ПКС-4 в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение»:

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-4								
Основы проектирования приборов и систем							+	
Аналоговые и цифровые измерительные устройства						+		

Измерительные информационные системы								+	
Микроэлектромеханические системы								+	
Элементы приборов и систем							+		
Измерительные преобразователи							+		
Надежность и качество средств измерений									+
Надежность приборов и систем									+
Гироскопические приборы и системы								+	
Преддипломная практика									+

Таблица 3.2 – Формирование компетенций дисциплинами (заочная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПКС-4										
Элементы приборов и систем							+			
Измерительные преобразователи							+			
Аналоговые и цифровые измерительные устройства								+		
Основы проектирования приборов и систем								+		
Измерительные информационные системы								+		
Гироскопические приборы и системы									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
Надежность и качество средств измерений										+
Надежность приборов и систем										+
Преддипломная практика										+
Государственная итоговая аттестация										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Надежность приборов и систем», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС-4.3 Определяет окончательную архитектуру информационно-измерительных систем, обеспечивая необходимые показатели качества	Знать: - методы расчета показателей безотказности технических систем, - способы повышения безотказности технических	Уметь: - выполнять расчеты вероятности безотказной работы приборов и систем.....	Владеть: - приемами предварительного и уточненного расчета надежности приборов и систем, - основными способами

		систем		структурного и нагрузочного резервирования приборов и систем.....
--	--	--------	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной / заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		8семестр/ очная форма	10 семестр/ заочная форма
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180	180
1. Контактная работа:	80/29	80	29
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	76/24	76	24
занятия лекционного типа (Л)	32/12	32	12
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/12	24	12
лабораторные работы (ЛР)	20/-	20	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/5	4	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-/1	-	1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	100/151	100	151
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-/18	-	18
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	82/115	82	115
Подготовка к экзамену (контроль)*			
Подготовка к зачету /зачету с оценкой (контроль)	18/18	18	18

**подготовка к экзамену не входит в суммарное количество часов на самостоятельную работу*

Нормы часов на внеаудиторную работу и СРС приведены в приложении 1.

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
№ семестр/№ семестр						
	Раздел 1.					
	Тема 1.1 Основные понятия теории надежности	2			18	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 1.2 Показатели надежности	4				
	Тема 1.3 Надежность нерезервированных систем	8				
	Практическая работа №1. Расчет показателей надежности элементов по результатам наблюдений			4	24	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №2 Расчет показателей надежности нерезервированных систем			8		
	Лабораторная работа №1. Определение показателей надежности по опытным данным		6			
	Лабораторная работа №2 Оценка характера распределения наработки на отказ		6	8	6	Подготовка отчетов [6.2.1], [6.2.2]
	Итого по 1 разделу	14	12	20	48	
	Раздел 2.					
	Тема 2.1 Понятие резервирования. Виды резервирования	4			28	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 2.2 Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных систем	2				
	Тема 2.3 Марковские цепи. Графы состояния Расчет надежности восстанавливаемых систем	4				
	Тема 2.4 Испытания на надежность	8				
	Практическая работа №3 Расчет показателей надежности резервированных систем			4	12	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2]
	Лабораторная работа №3 Определение показателей надежности резервированной системы по опытным данным		8		12	Подготовка отчетов [6.2.1], [6.2.2]
	Итого по 2 разделу	18	8	4	52	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия, лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии

	Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии
--	--

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценивания результатов обучения и процедуры оценивания компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины, приводятся в табл. 5.4.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях. Практические занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа включает выполнение самостоятельных заданий в форме индивидуальных заданий.

Тестирование проводится с использованием СДО MOODLE. Контрольное тестирование по разделам дисциплины проводится в рамках самостоятельной работы.

Контрольный тест содержит 8 тестовых вопросов (оценивание 3 показателей, время на проведение тестирования 30 минут).

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Промежуточная аттестация проводится в форме *зачета с оценкой*.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			2 балла	1 балл	
ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС- 4.3 Определяет окончательную архитектуру информационно-измерительных систем, обеспечивая необходимые показатели качества	Знать: - методы расчета показателей безотказности технических систем, - способы повышения безотказности технических систем	Представлены развернутые ответы на вопросы	Представлен не полные ответы на вопросы	Контроль выполнения практических заданий
		Уметь: - выполнять расчеты вероятности безотказной работы приборов и систем	Задачи решены верно и полностью	Задачи решены не полностью	Контроль выполнения практических заданий
		Владеть: приемами предварительного и уточненного расчета надежности приборов и систем, - основными способами структурного и нагрузочного резервирования приборов и систем.....	Отчет оформлен верно	Отчет оформлен с ошибками	Контроль выполнения лабораторных работ

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные,	ИПКС- 4.3 Определяет окончательную архитектуру	Знать: : - методы расчета показателей безотказности технических систем, - способы повышения безотказности технических систем	Представлены развернутые ответы на вопросы	Представлены неполные ответы на вопросы	Ответ на вопрос отсутствует	Ответы на теоретические вопросы билета

структурные и принципиальные схемы приборов и систем	информационно-измерительных систем, обеспечивая необходимые показатели качества	Уметь: - выполнять расчеты вероятности безотказной работы приборов и систем	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Владеть: - : приемами предварительного и уточненного расчета надежности приборов и систем, - основными способами структурного и нагрузочного резервирования приборов и систем	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0...2 балла	0...5 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
3 балла	6...7 баллов	1...2 балла	«удовлетворительно»
4 балла	8...9 баллов	3...4 баллов	«хорошо»
4...6 баллов	9...12 баллов	5...6 баллов	«отлично»

*) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

**) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для всех форм текущего контроля (в соответствии с табл.4.2 и 5.1) должны быть приведены примеры (типовые варианты) оценочных средств и/или даны ссылки на электронный ресурс, где они размещены.

Типовые задания к практическим занятиям

1. Расчет показателей надежности по опытным данным. Статистические методы контроля качества. Контроль качества продукции с применением "инструментов качества". Организация выборочного контроля качества.

Задача №1

На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказа ло 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить $f^*(t)$, $\lambda^*(t)$ при $t=4000$ час.

Задача № 2

На испытание поставлено 400 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 80 изделий.

Требуется определить показатели $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ час.

Задача № 3

На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп.

Требуется определить показатели $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ час.

Задача 4.

Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности.

Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени $t=120$ час., а также среднее время безотказной работы.

Задача 5.

Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности.

Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час., частоту отказов для момента времени $t=120$ час и интенсивность отказов.

Задача 6.

Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $m_t = 8000$ час., $\sigma_t = 1000$ час.

Требуется вычислить количественные характеристики надежности $p(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, m_t для $t=8000$ час.

Задача 7.

Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром $\sigma t = 1860$ час.

Требуется вычислить $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ для $t = 1000$ час и среднее время безотказной работы прибора.

Задача 8.

Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами $k=2,6$; $a = 1,65 \cdot 10^{-7}$ 1/час.

Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ для $t=150$ час. и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

Задача 9.

Вероятность безотказной работы изделия в течение $t=1000$ час. $P(1000)=0,95$. Время исправной работы подчинено закону Релея.

Требуется определить количественные характеристики надежности $f(t)$, $\lambda(t)$, mt .

Задача 10.

Предполагая, что распределение отказов технического объекта описывается нормальным законом, определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов объекта в момент $t = 1300$ часов работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы $mt=1500$ час и среднее квадратическое отклонение $\sigma t = 100$ час

Задача 11

В состав системы входят 4 блока со средним временем наработки 20000 ч, 3 блока с интенсивностью отказов $6,67 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 2 блока с вероятностью безотказной работы 0,996 за 100 часов

работы. Определить среднее время наработки системы на отказ и вероятность её безотказной работы за 50 часов

Задача 12

Система содержит 3 блока со средним временем наработки 20000 ч, 4 блока с интенсивностью отказов $6,7 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 5 блоков с вероятностью безотказной работы 0,992 за 100 часов работы. Определить среднее время наработки системы на отказ и вероятность её безотказной работы за 400 часов

Задача 13

В состав системы входят 2 блока со средним временем наработки 7500 ч, 4 блока с интенсивностью отказов $8,0 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 2 блока с вероятностью безотказной работы 0,990 за 100 часов работы.

Определить среднее время наработки системы на отказ и вероятность её безотказной работы за 100 часов

Задача 14

Система содержит 5 блоков со средним временем наработки 14000 ч, 3 блока с интенсивностью отказов $12,5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 1 блок с вероятностью безотказной работы 0,9917 за 100 часов работы.

Определить среднее время наработки системы на отказ и вероятность её безотказной работы за 50 часов

Задача 15

В состав системы входят 2 блока со средним временем наработки 15000 ч, 3 блока с интенсивностью отказов $8,33 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 4 блока, требования к времени безотказной работы которых необходимо задать таким образом, чтобы вероятность безотказной работы всей системы за 50 часов работы была не менее 0,963.

Определить минимально допустимое время наработки на отказ третьего вида блоков.

Задача 16

Система содержит 4 блока со средним временем наработки 17000 ч, 3 блока с интенсивностью отказов $4,0 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 2 блока, требования к надежности которых следует определить. Какова должно быть минимальное время наработки на отказ этих двух блоков для того, чтобы время наработки на отказ всей системы было не менее 1900 часов?

Типовые задания для лабораторных работ

Задания приведены в учебном пособии

Миркин Б.А. Надежность и качество средств измерений: Учебно-метод пособие / Б.А. Миркин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019.— 55 с.

Типовые тестовые задания

Раздел 1.

1. Соотношение понятий «исправность» и «работоспособность»
2. Виды отказов по причинам возникновения
3. Виды отказов по возможности обнаружения
4. Виды отказов по характеру проявления
5. Показатели безотказности невосстанавливаемых систем
6. Связь интенсивности отказов со средней наработкой на отказ
7. Отличие гарантийного и назначенного ресурсов
8. Свойства простейшего потока отказов.
9. Физические причины постепенных отказов технических объектов
10. Изменение показателей надежности в течение жизненного цикла объекта.
11. Комплексные показатели надежности.
12. Биномиальный закон распределения
13. Пуассоновский закон распределения
14. Особенности нормального закона распределения.
15. Особенности экспоненциального закона распределения.
16. Ориентировочный расчет надежности.
17. Уточненный расчет надежности.
18. Виды резервирования технических систем.
19. Понятие кратности резерва.
20. Понятия вариационного ряда и статистического ряда

Раздел 2.

1. Графы состояния восстанавливаемых систем.
2. Виды Марковских цепей
3. Риск поставщика
4. Риск потребителя
5. Виды испытаний продукции на надежность
6. Стратегии испытаний на надежность
7. Виды планов испытаний на надежность
8. Многофакторные испытания на надежность
9. Проблемы организации многофакторных испытаний объектов на надежность
10. Оценка распределения статистической информации
11. Критерий согласия хи-квадрат
12. Способы резервирования технических объектов
13. Ограничения при резервировании технических объектов
14. Надежность восстанавливаемых систем

15. Факторы, определяющие среднее время восстановления.
16. Ускоренные испытания на надежность
17. Принцип Седякина
18. Функциональная избыточность технических систем
19. Коэффициент готовности сложных систем
20. Методы продления ресурса технических объектов

Типовые задания для контрольной работы и расчетно-графической работы приведены в пособии [6.2.2] Миркин Б.А. Надежность и качество средств измерений: Учебно-метод пособие / Б.А. Миркин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019.— 55 с.

Комплекты типовых заданий для расчетно-графической работы приведены в пособии [6.2.2] Миркин Б.А. Надежность и качество средств измерений: Учебно-метод пособие / Б.А. Миркин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019.— 55 с.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: *дифференцированный зачет*

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (код компетенции ПКС-4, индикатор компетенции ИПКС-4.3):

Вопросы к зачету

по курсу «*Надежность приборов и систем*»

1. Свойства, определяющие надежность
2. Понятия исправности и работоспособности
3. Понятие отказа технического объекта, классификация отказов
4. Показатели безотказности и сохраняемости
5. Показатели ремонтпригодности и долговечности
6. Изменение показателей надежности во время жизненного цикла объекта
7. Виды распределения случайных величин, применяемые в теории надежности
8. Свойства простейших потоков отказов
9. Нормальный закон распределения
10. Экспоненциальный закон распределения
11. Расчет надежности невосстанавливаемых систем
12. Ориентировочный и уточненный расчет надежности
13. Расчет надежности восстанавливаемых систем
14. Расчет надежности систем с резервированием
15. Ошибки 1-го и 2-го рода при оценке надежности
16. Риски поставщика и потребителя
17. Этапы жизненного цикла продукции
18. Физические причины возникновения отказов технических объектов
19. Модели надежности технических объектов
20. Модель «Надежность – нагрузочная способность»
21. Проверка гипотез о распределении статистической информации
22. Критерий согласия хи-квадрат

23. Испытания технических объектов на надежность, виды испытаний на надежность
24. Определительные и контрольные испытания на надежность
25. Ускоренные испытания на надежность
26. Принцип Седякина
27. Многофакторные испытания на надежность
28. Полные факторные эксперименты

Примерный тест для итогового тестирования:

Раздел 1. Надежность невосстанавливаемых систем (код компетенции ПКС-4, индикатор компетенции ИПКС-4.3):

- 1) Как соотносятся понятия «исправность» и «работоспособность»:
-варианты ответа
 - а) понятие «исправность» шире;
 - б) оба понятия равнозначны;
 - в) понятие «работоспособность» шире.
- 2) Как изменяется вероятность безотказной работы в течение жизненного цикла:
-варианты ответа
 - а) не меняется;
 - б) сначала увеличивается, затем - уменьшается;
 - в) сначала уменьшается, затем – увеличивается;
 - г) сначала увеличивается, затем остается неизменной, а в конце – снижается.
- 3) Что является признаком простейшего потока отказов
-варианты ответа
 - а) повторяемость;
 - б) ординарность;
 - в) равномерность.
- 4) На время восстановления отказавшего изделия влияет
 - а) объем запасных компонентов изделия;
 - б) стоимость ремонта;
 - в) уровень квалификации исполнителя.
- 5) Нормальное распределение хорошо описывает:
 - а) количество отказавших в единицу времени элементов;
 - б) отклонение фактической величины контролируемого параметра от номинальной;
 - в) интенсивность отказов в процессе выработки ресурса изделия;
- 6) Экспоненциальное распределение хорошо описывает:
 - а) наработку до отказа элементов выборки;
 - б) отклонение фактической величины контролируемого параметра от номинальной;
 - в) количество отказов элементов в процессе эксплуатации.

Раздел 2. Надежность восстанавливаемых систем (код компетенции ПКС-4, индикатор компетенции ИПКС-4.3):

- 1) По результатам контрольных испытаний на надежность необходимо определить:
-варианты ответа
 - а) минимальную наработку изделий из партии;
 - б) максимальное значение интенсивности отказов;
 - в) возможность обеспечения заданных показателей безотказности.
- 2) Риск потребителя представляет собой:
-варианты ответа

- а) вероятность ошибочной браковки исправного изделия;
- б) вероятность ошибочной приемки партии с высоким процентом брака;
- в) вероятность ошибочной приемки некондиционного изделия.

3) Риск поставщика определяет:

-варианты ответа

- а) вероятность ошибочной браковки партии с низким процентом брака;
- б) вероятность ошибочной приемки некондиционного изделия;
- в) вероятность ошибочной браковки кондиционного изделия.

4) Определительные испытания на надежность проводят на этапе:

-варианты ответа

- а) разработки рабочей документации;
- б) подготовки к серийному выпуску продукции;
- в) серийного выпуска продукции;

5) Критерий Хи-квадрат применяют:

-варианты ответа

- а) для оценки характера распределения результатов экспериментов;
- б) для проверки правильности расчета показателей надежности;
- в) для оценки вероятности безотказности восстанавливаемых изделий.

6) Принцип Седякина применяют при:

-варианты ответа

- а) проведении приемо-сдаточных испытаний;
- б) проведении ускоренных испытаний;
- в) проведении периодических испытаний

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания формируемых в рамках дисциплины компетенций (элементов компетенций) состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).
2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для всего перечня формируемых компетенций (элементов компетенций) дисциплины приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.3 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения, «неудовлетворительно»	2 критерий – неполное усвоение, «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение, «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение, «отлично»	
Знать: - методы расчета показателей безотказности технических систем, - способы повышения безотказности технических систем	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и объясняет полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: - выполнять расчеты вероятности безотказной работы приборов и систем	Не демонстрирует умения	Неуверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Отчет и защита СР, РГР, контрольной работы и т.п.
Владеть навыками: - приемами предварительного и уточненного расчета надежности приборов и систем, - основными способами структурного и нагрузочного резервирования приборов и систем	Не демонстрирует навыки	Неуверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Отчет и защита СР, РГР, контрольной работы и т.п.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Шишмарев, В.Ю.** Надежность технических систем [Текст] : Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2010. - 304 с.

6.1.2 **Ямпурин Н.П.** Основы надежности электронных средств [Текст]. Учебн. пособие для ВУЗов/ Ямпурин Н.П., Баранова А.В. - Рекомендовано УМО. –М.: Академия. 2010, 240 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Половко, А.М.** Основы теории надежности [Текст] : Практикум / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Рекомендовано УМО. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 560 с.

6.2.2 **Миркин Б.А.** Надежность и качество средств измерений: Учебно-метод пособие / Б.А. Миркин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019.— 55 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 «Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине». Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/metod_dokym_obraz

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Афонин В.А. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Афонин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2008.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33105>.— ЭБС «IPRbooks»

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 AutoCAD v.15.

7.2.2 Табличный процессор Open Calc

7.2.3 Веб-версия Microsoft Excel

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
--	---

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Рабочих мест преподавателя - 1 шт; Рабочих мест преподавателя (ПК с подключением к интернету) - 1 шт; Рабочих мест студента - 26шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ;ПК с подключением к интернету -5шт.
Каф АПУ, ауд. 5	персональный компьютер с подключением к интернету - 5, доска магнитно-маркерная, (Пакет Microsoft Office/ Пакет прикладных программ MatLab, Ansys, Solid Works), посадочных мест - 19, шкаф для методической литературы, лабораторные столы - 2шт.
Каф. АПУ, ауд 9	проектор Beng, компьютеры Pentium 4 - 1 шт., доска магнитно-маркерная, экран, мультимедийный проектор BenQMP622 посадочных мест - 32, шкаф для методической литературы - 3шт.
Каф. АПУ, ауд 12	Осциллограф универсальный GW Instek GRS-6032A - 2 шт, Генератор GW Instek GFG-8219A - 4 шт, Вольтметр универсальный B7-78/1 - 2 шт, Источник постоянного тока GW Instek PSS-2005 - 2 шт, Осциллограф-мультиметр OMЦ-20 - 3 шт, Источник постоянного тока ТЕС-9 - 1 шт, Источник переменного напряжения 36 В, 400 Гц - 1 шт. лаборат. стенд "Исследование эффекта Холла в полупроводниках" "Исследование явления гистерезиса ферромагнетика" терморегистратор центр 342 - 3шт. Осциллограф Agilent U1604B , шкаф для методической литературы - 3шт. посадочных мест - 30, лабораторные столы -

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
	7шт., демонстрационные стенды - 3

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение задач и разбор примеров, а также обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения РГР

Приведены в пособии 6.2.2: **Миркин Б.А.** Надежность и качество средств измерений: Учебно-метод пособие / Б.А. Миркин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019.— 55 с.

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Учебным планом курсовые работы не предусмотрены

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.

Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/pravedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины

на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

«____» _____ 20____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)