

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АПИ НГТУ:

_____ Глебов В.В.
(подпись) (ФИО)

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Надежность электронных средств

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Объем дисциплины: 180 / 5

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Баранова А.В., к.п.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017г. № 928 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.06.2021 г. № 8

Заведующий кафедрой _____ Ямпурин Н.П.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ, протокол от 22.06.2021 г. № 15

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

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.03.03-34

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)	4
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	17
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	17
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	19
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
6.1 Основная литература.....	25
6.2 Дополнительная литература.....	25
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	25
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	25
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	25
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	26
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	26
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	26
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	27
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	27
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	28
10.5 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы	28
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	28

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины Надежность электронных средств состоит в изучение основных положений теории надежности и методов расчета надежности электронных узлов, модулей, блоков.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

- изучение основных характеристик и показателей надежности;
- изучение основных видов отказов электронных средств;
- изучение структурных схем надежности электронных средств;
- изучение методов расчета надежности электронных средств;
- изучение методов повышения надежности электронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность электронных средств» 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», «Физика», «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», «Инженерная и компьютерная графика», «Электротехника».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Управление качеством электронных средств», «Проектирование электронных средств», «Технология производства электронных средств» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Надежность электронных средств» 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 «Надежность электронных средств» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 и ПКС-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений								
Микропроцессорные устройства								
Правоведение								

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Проектирование механических узлов электронных средств								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Безопасность жизнедеятельности								
Компоненты электронной техники								
Управление техническими системами								
Основы финансовой грамотности								
Надежность электронных средств								
Цифровые устройства и элементы электронных средств								
Схемотехника								
Промышленные САПР								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств								
Приборы и системы								
Теория цифровой обработки сигналов								
Компоненты устройств СВЧ								
Автоматизация технологических процессов								
Проектирование СВЧ устройств								
Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам								
Инженерная и компьютерная графика								
Надежность электронных средств								
Метрология, стандартизация и сертификация								
Проектирование функциональных узлов								
Промышленные САПР								
Основы конструирования электронных средств								
Технология производства электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Надежность электронных средств», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – 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-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИПКС-2.4. Использует стандартное и специализированное программное обеспечение для выполнения конструкторской разработки и проведения необходимых расчётов в процессе конструирования структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов. ИПКС-2.5. Анализирует и совершенствует параметры структурных и функциональных схем деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Знать: Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Действующие нормативные требования и государственные стандарты. Методы выполнения технических расчетов, в том числе по надежности с применением средств вычислительной техники. Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, с целью повышения надежности модулей блоков; методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; технические характеристики, в том числе по надежности, и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач, повышающих надежность устройств.	Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных по надежности для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы. Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Владеть: Навыками расчетов основных показателей надежности изделий, в том числе, с применением средств вычислительной техники.
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ИПКС-3.3. Учитывает оптимальные параметры проектируемых объектов при формировании технической документации	Знать: Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач.	Уметь: Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Владеть:

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 5 семестр/ 6 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/180
1. Контактная работа:	72/30	72/30
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	64/22	64/22
занятия лекционного типа (Л)	38/8	38/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	26/14	26/14
лабораторные работы (ЛР)	–	–
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8/8	8/8
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2/2	2/2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	108/150	108/150
реферат/эссе (подготовка)	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–
контрольная работа	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	50/50	50/50
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.)	22/64	22/64
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка <u>к зачету</u> / зачету с оценкой (контроль)	–	–

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		
5 семестр / 6 семестр						
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Раздел 1. Основные термины и определения теории надежности					
	Тема 1.1 Понятия надежности	0,5/0,5			0,25/1	Подготовка к лекциям [6.1.1]
	Тема 1.2 Отказы, неисправности, дефекты	0,75/0,25			0,5/1	
	Тема 1.3 Системы и элементы	0,75/0,25			0,25/1	
	Итого по 1 разделу	2/1			1/3	
	Раздел 2. Характеристики надежности электронных средств при внезапных отказах					
	Тема 2.1 Показатели безотказности, Вероятность безотказной работы, Гамма-процентная наработка до первого отказа, и интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов.	3/1			0,5/1	Подготовка к лекциям [6.1.1]
	Тема 2.2 Связь между основными показателями безотказности	1,5/1			0,25/1	
	Тема 2.3 Показатели восстанавливаемости: Вероятность восстановления, среднее время восстановления, интенсивность восстановления	1,5/0,5			0,5/1	
	Тема 2.4 Показатели готовности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования	1,5/0,25			0,5/1	
	Тема 2.5 Рекомендации, Выборы показателей наименования тем и разделов	0,5/0,25			0,25/1	
	Практическая работа №1. Статистические методы расчета показателей безотказности. Решение задач			2/2	1/1	Подготовка к практическому занятию [6.1.1]
	Практическая работа №2. Решение задач на тему связь между показателями безотказности			1/-	1/-	
	Итого по 2 разделу	8/3		3/2	4/6	
	Раздел 3. Законы распределения случайных величин при анализе надежности ЭС					
	Тема 3.1 Биноминальная распределения, распределения Пуассона, экспоненциальное распределение, нормальное распределение, распределения Вейбулла, Гамма-распределения, распределения Релея	4/0,5			0,5/3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №3. Решение задач на биномиальное распределение, распределение Пуассона			2/0,5	1/1	
	Практическая работа №4. Решение задач на экспоненциальное распределение, Вейбулла,Релея, Гаммы-распределения и нормальное распределения			2/0,5	1/1	Подготовка к практическому занятию [6.1.1]
	Итого по 3 разделу	4/0,5		4/1	2,5/5	

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		
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Раздел 4. Анализ структурных схем надежности					
	Тема 4.1 Основные понятия. Последовательная структурная схема	1/0,5			0,25/2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 4.2 Параллельная модель надежности и смешанная модель	1/0,5			0,25/2	
	Тема 4.3 Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу	1/-			0,5/3	
	Практическая работа №5. Решение задач на тему последовательная и параллельная модель надежности			2/1	1/1	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Практическая работа №6. Решение задач на тему с применением метода преобразования сложной структурной схемы			1/-	1/-	
	Итого по 4 разделу	3/1		3/1	3/8	
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Раздел 5. Резервирование электронных средств					
	Тема 5.1 Определение, классификация. Общее резервирование.	1/0,25			0,25/2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 5.2 Поэлементное резервирование, смешанное резервирование мажоритарное резервирование	2/0,25			0,25/2	
	Практическая работа №7. Решение задач на тему общее и поэлементное резервирование			2/1	1/1	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Практическая работа №8. Решение задач на определения выигрыша в надежности и определения порядка резервирования			2/1	1/1	
	Итого по 5 разделу	3/0,5		4/2	2,5/6	
	Раздел 6. Методы расчета надежности электронных средств					
	Тема 6.1 Основные определения ,классификации методов расчета	1/0,5			0,25/2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 6.2 Прикидочный и ориентировочный расчет надежности	1/0,5			0,25/4	
	Тема 6.3 Окончательный расчет и надежности	2/1			0,5/6	
	Практическая работа №9. Прикидочный и ориентировочный расчеты			2/2	1/1	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.3.2]
	Практическая работа №10. Решение задач окончательным методом			2/2,5	1/1	
	Итого по 6 разделу	4/2		4/4,5	3/14	
	Раздел 7. Надежность восстанавливаемых электронных средств					
	Тема 7.1 Восстанавливаемость как свойство надежности; Особенности расчета показателей надежности восстанавливаемых систем	2/-			0,5/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Тема 7.2 Оценка надежности нерезервируемой восстанавливаемой системы; восстанавливаемой одним и двумя способами. Оценка надежности системы при ремонте двумя бригадами	2/-			0,25/4	
	Тема 7.3 Оценка надежности системы с нагруженным и ненагруженным резервом	2/-			0,25/4	

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		
	Практическая работа №11. Решение задач с определением показателей надежности восстанавливаемых систем			2/-	1/-	Подготовка к практическому занятию [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Итого по 7 разделу	6/-		2/-	2/12	
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Раздел 8. Определение надежности интегральных схем					
	Тема 8.1 Общие сведения и методы расчета показателей надежности ИС: полупроводниковых ИС и гибридных интегральных схем	2/-			0,25/4	Подготовка к лекциям [6.3.2]
	Итого по 8 разделу	2/-			0,25/4	
ПКС-3 ИПКС-3.3	Раздел 9. Методы расчета параметрической надежности					
	Тема 9.1 Основные понятия и определения: Понятия допусков, виды допусков, характеристики допусков ,уравнения погрешности	2/-			0,25/2	Подготовка к лекциям занятию по материалам, представленным в СДО
	Тема 9.2 Методы расчет допусков, метод max-min, метод квадратичного сложения, вероятностный метод, расчет производственного допуска	2/-			0,25/2	
	Тема 9.3 Расчет допуска на параметры электронных средств с учетом воздействия окружающей среды: температурный допуск ,допуск влажности, допуск старения, суммарный допуск	2/-			0,25/2	
	Практическая работа №12. Решение задач на тему определения характеристик допусков, коэффициентов деления, уравнения погрешности.			2/-	1/-	Подготовка к практическому занятию по материалам, представленным в СДО
	Практическая работа №13. Решение задач на тему определения производственного допуска			2/-	1/-	
	Практическая работа №14. Решение задач на тему определения эксплуатационных допусков			2/-	1/-	
	Итого по 9 разделу	6/-		6/-	3,75/6	
ПКС-2 ИПКС-2,4 ИПКС-2,5 ПКС-3 ИПКС-3.3	КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)				50/50	
	ИТОГО за семестр	38/8	-	26/14	22/64	
	ИТОГО по дисциплине	38/8	-	26/14	72/114	

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

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Надежность электронных средств» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются контрольные работы.

Контрольная работа содержит 5 вопросов, требующих развернутого ответа. Время на проведение - 90 минут.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические занятия и контрольные работы в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания и контрольной работы преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

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

Часть процедуры промежуточной аттестации по дисциплине представлена выполнением студентом курсовой работы, с последующим представлением на проверку преподавателю выполненных и оформленных надлежащим образом пояснительной записки и графической части, и его защита.

Типовая тематика и требования к содержанию и оформлению курсовой работы отражаются в фонде оценочных средств дисциплины. Студенту выдается индивидуальное задание с указанием даты выдачи и срока сдачи выполненного задания на курсовую работу.

Оценивание результатов курсовой работы проводится преподавателем в рамках проведения текущих консультаций по курсовой работе и защиты курсовой работы обучающимися.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания результатов курсовой работы представлены в табл. 5.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме курсовой работы проводится до начала проведения промежуточной аттестации в форме экзамена по данной дисциплине.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% контрольной работы и предоставил отчеты по всем практическим работам.

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме курсовой работы предполагает защиту курсовой работы студента и считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

По итогам освоения дисциплины «Надежность электронных средств» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает письменный ответ студента по билетам на теоретические вопросы и решение практических заданий из перечня.

Билет для промежуточной аттестации содержит 3 теоретических вопроса и 2 практических задания, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.3.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.4).

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
			1 балл	0 баллов	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИПКС-2.4. Использует стандартное и специализированное программное обеспечение для выполнения конструкторской разработки и проведения необходимых расчётов в процессе конструирования структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов ИПКС-2.5. Анализирует и совершенствует параметры структурных и функциональных схем деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Знать: Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники Действующие нормативные требования и государственные стандарты. Методы выполнения технических расчетов, в том числе по надежности, с применением средств вычислительной техники. Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, с целью повышения надежности модулей блоков; методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; технические характеристики, в том числе по надежности, и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач, повышающих надежность устройств.	Верно выполнено 60 процентов и более контрольной работы*	Верно выполнено менее 60 процентов контрольной работы	Контрольная работа
		Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных по надежности для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы. Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-14 (см. табл. 4.2)
		Владеть: Навыками расчетов основных показателей надежности изделий, в том числе, с применением средств вычислительной техники.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-14 (см. табл. 4.2)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ИПКС-3.3. Учитывает оптимальные параметры проектируемых объектов при формировании технической документации	Знать: Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач.	Верно выполнено 60 процентов и более контрольной работы*	Верно выполнено менее 60 процентов контрольной работы	Контрольная работа
		Уметь: Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий №№1-14 (см. табл. 4.2)

*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

**) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

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

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение
	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Действующие нормативные требования и государственные стандарты. Методы выполнения технических расчетов, в том числе по надежности с применением средств вычислительной техники. Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, с целью повышения надежности модулей блоков; методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; технические характеристики, в том числе по надежности, и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач, повышающих надежность устройств	а) содержание в целом не соответствует заданию б) большое количество нарушений в логике изложения материала в) полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в задании, большое количество существенных ошибок по сути работы г) выводы и предложения отсутствуют д) много грамматических и стилистических ошибок и др. е) имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении, курсовой проект не представлен преподавателю	а) содержание частично не соответствует заданию б) есть нарушения в логике изложения материала в) полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в задании, имеются одна-две существенных ошибки в расчетах, в построенных диаграммах и схемах, при построении чертежей г) аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует д) много грамматических и/или стилистических ошибок е) имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта	а) содержание достаточно полно соответствует заданию б) в целом структура логически и методически выдержана в) имеются одна-две несущественные ошибки в расчетах, в построенных диаграммах и схемах, в обозначениях на чертежах г) большинство выводов и предложений аргументировано д) наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок е) оформление в целом отвечают требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой и графической документации.	а) содержание полностью соответствует заданию б) структура логически и методически выдержана в) нет ошибок расчетов и построения чертежей г) все выводы и предложения убедительно аргументированы д) отсутствуют грамматические и/или стилистические ошибки е) оформление полностью отвечает требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой и графической документации
ПКС-3 ИПКС-3.3	Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач.				

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение
	<i>Умения и навыки (при наличии):</i>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ПКС-2 ИПКС-2.4 ИПКС-2.5	Осуществлять сбор и анализ исходных данных по надежности для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий. Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы. Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования. Навыками расчетов основных показателей надежности изделий, в том числе, с применением средств вычислительной техники.	а) не правильный ответ на все заданные вопросы б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы
	ПКС-3 ИПКС-3.3 Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.				

Таблица 5.3 –Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

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-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИПКС-2.4. Использует стандартное и специализированное программное обеспечение для выполнения конструкторской разработки и проведения необходимых расчетов в процессе конструирования структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов ИПКС-2.5. Анализирует и совершенствует параметры структурных и функциональных схем деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Знать: Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Действующие нормативные требования и государственные стандарты. Методы выполнения технических расчетов, в том числе по надежности с применением средств вычислительной техники. Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, с целью повышения надежности модулей блоков; методическую и нормативную базу в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; технические характеристики, в том числе по надежности, и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач, повышающих надежность устройств	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
			Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
		Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных по надежности для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий . Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы. Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
		Владеть: Навыками расчетов основных показателей надежности изделий, в том числе, с применением средств вычислительной техники.	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета
ПКС-3 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ИПКС-3.3 Учитывает оптимальные параметры проектируемых объектов при формировании технической документации	Знать: Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники. Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 2 баллов за курсовую работу и не менее 2 баллов за экзамен.

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (курсовую работу)

Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
Суммарное количество баллов*	
0..1 балл	«неудовлетворительно»
2..3 балла	«удовлетворительно»
4..5 баллов	«хорошо»
6 баллов	«отлично»

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

Таблица 5.5 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0 баллов	0..4 балл	«неудовлетворительно»
1..2 баллов	5..6 балла	«удовлетворительно»
3..4 баллов	7..8 баллов	«хорошо»
5 баллов	9..10 баллов	«отлично»

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

***) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.

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

Типовые задачи для практических занятий

Раздел 2. Практическое занятие 1,2

1. На испытание поставлена 1 000 однотипных резисторов С2-54. За 10 000 ч отказало пять. Определить вероятность безотказной работы за 10 000 ч.

2. В процессе приработки радиоизделия из 120 шт. вышло из строя 10. Определить вероятность исправной работы и вероятность отказа радиоизделия на начальном этапе эксплуатации.

3. В процессе испытаний 1 000 электролитических конденсаторов за первые 100 ч наблюдений вышли из строя два конденсатора, а за последующие 200 ч еще пять. Найти вероятность безотказной работы на интервале от 100 до 300 ч.

4. С начала эксплуатации радиоизделия, содержащего 1 000 элементов, произошло за первые 500 ч три отказа, за последующие 500 ч еще один отказ. Найти вероятность безотказной работы за 500 ч, 1 000 ч и на интервале от 500 до 1 000 ч.

5. Определить вероятность отказа резисторов, если при испытании 1 000 шт. через 100 ч осталось исправными 990 шт.

Раздел 4. Практическое занятие 6,7

1. Используя условие задачи 2, построить модель надежности и определить вероятность безотказной работы при электрическом соединении элементов, показанном на рис. 3.

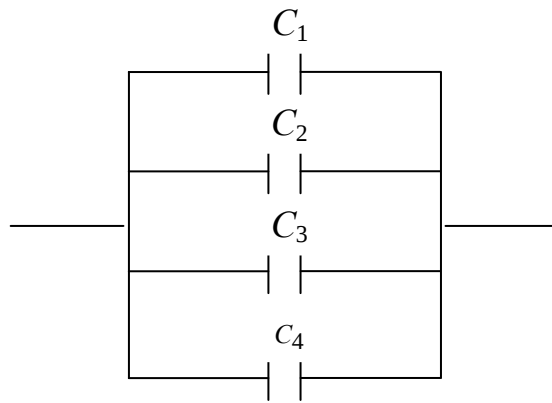


Рис. 3. Схема соединения конденсаторов

2. Построить модель надежности и определить вероятность безотказной работы при электрическом соединении элементов, изображенном на рис. 4, если все элементы равнонадежны с вероятностью безотказной работы 0,9 каждый. Отказы конденсаторов – «короткое замыкание», резисторов – «тепловая деструкция».

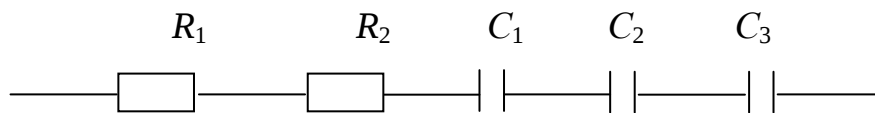


Рис. 4. Схема соединения резисторов и конденсаторов

3. Найти вероятность безотказной работы системы, структурная модель надежности которой приведена на рис. 5. Вероятность безотказной работы узлов одинакова $P = 0,9$.

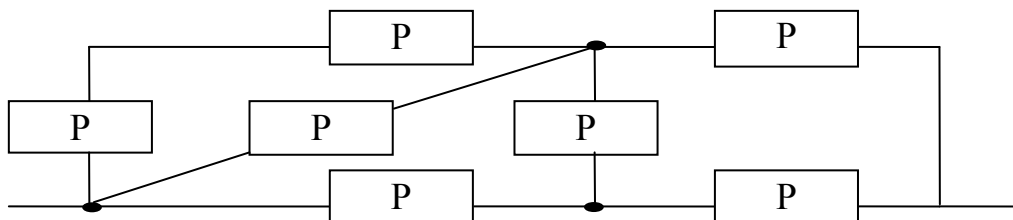


Рис. 5. Параллельно-последовательная модель надежности

Типовые контрольные задания для текущего контроля теоретического материала

Раздел 1. Билет №1.

1. Что такое сохраняемость?
2. Нарисовать зависимость λ -характеристики от времени
3. Для каких изделий в качестве показателя надежности можно выбрать Ког
4. Записать закон биномиального распределения
5. Какие показатели безотказности вы знаете?

Раздел 4-5. Билет №2

1. Что такое структурная схема надежности.
2. Какая структурная схема надежности принимается за основную?
3. Какое резервирование является общим?
4. Записать формулу вероятности безотказной работы схемы с поэлементным резервированием $[P_n]_m$
5. Когда применяется мажоритарное резервирование?

Типовые задания для контрольной работы

Раздел 1. Контрольная работа №1

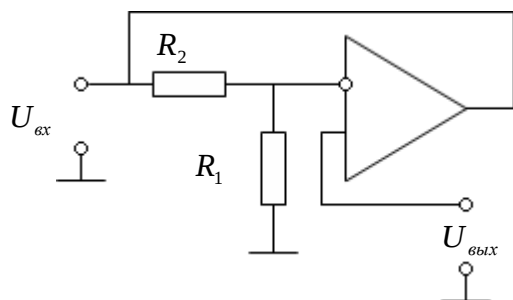
Билет № 2

1. На испытания поставлено 400 резисторов. За 10000 часов отказало 4 резистора, а за последующие 1000 часов отказал еще один резистор. Найти вероятность безотказной работы на интервале (10000,11000) и интенсивность отказов.
2. Известно, что $P(t) = \frac{1}{2} e^{-\lambda_0 t} (1 + e^{-3\lambda_0 t})$. Найти интенсивность отказов $\lambda(t)$. $\lambda_0 = const$.
3. Вероятность того, что в устройстве за время t откажет хотя бы один элемент равна 0,98. Считая, что число элементов N_0 системы велико, а вероятность отказа q любого элемента мала, найти среднее число элементов отказавших за время t .

Раздел 9. Контрольная работа №3

Билет № 1

Определить производственную погрешность тремя способами для коэффициента передачи k аттенюатора.



$$k = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = 50 \text{ кОм} \begin{matrix} +5\% \\ -1\% \end{matrix}$$

$$R_2 = 150 \text{ кОм} \begin{matrix} +5\% \\ -3\% \end{matrix}$$

$$P_{\text{нар}} = 0,999$$

$$r_{R_1, R_2} = 1/3$$

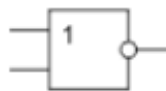
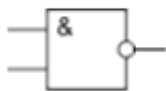
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен / защита курсового проекта (курсовой работы). Возможно проведение промежуточной аттестации в устно-письменной форме по экзаменационным билетам, по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования.

Защита курсовой работы. Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Перечень вопросов к защите курсового проекта / работы:

1. По схеме электрической принципиальной объяснить отличия в обозначениях $R1 \dots$ и $R2 \dots$
2. По схеме электрической принципиальной объяснить отличия конденсаторов $C1 \dots$ и $C2 \dots$
3. Чем отличаются ИС DD1 и DA1
4. Какую функцию выполняет элемент



5. Что такое основное соединение элемента по надежности
6. По $\lambda(\cdot)$ - характеристике указать участок, на котором выполняется расчет.
7. Записать основные расчетные характеристики по которым выполнен расчёт
8. Как эти характеристики связаны между собой
9. Почему вы рассчитывали Ког?
10. Что такое прикидочный вид расчета
11. Какой метод расчета применяется для прикидочному расчета

12. Какой расчёт является ориентировочным
13. Какой метод расчета применяется для ориентировочного расчета?
14. Что такое окончательный расчёт?
15. Как определяется коэффициент нагрузки для резисторов?
16. Как определяется коэффициент нагрузки для конденсаторов?
17. От чего зависит коэффициент режима у резисторов и конденсаторов
18. От чего зависит коэффициент режима у интегральных схем
19. Что такое безотказность изделия
20. Какие показатели безотказности вы знаете?

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

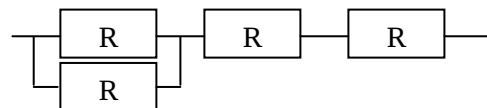
1. Особенности системного подхода к конструированию.
2. Иерархическая структура ЭА.
3. Виды аппаратуры по условиям эксплуатации.
4. Понятие надежности.
5. Классификация отказов ЭС.
6. Основные показатели надежности ЭС: вероятность безотказной работы.
7. Основные показатели надежности ЭС: вероятность отказа.
8. Основные показатели надежности ЭС: частота отказов.
9. Основные показатели надежности ЭС: интенсивность отказов.
10. Основные показатели надежности ЭС: среднее время безотказной работы.
11. Основные показатели надежности ЭС: гамма-процентная наработка до первого отказа.
12. Основные показатели надежности ЭС: средняя наработка на отказ.
13. Основные показатели надежности ЭС: параметр потока отказов.
14. Аналитическая связь между основными показателями надежности: $P(t)$ и $\varphi(t)$.
15. Аналитическая связь между основными показателями надежности: $\lambda(t)$ и $P(t)$, $\varphi(t)$.
16. Аналитическая связь между основными показателями надежности: $\lambda(t)$ и $P(t)$.
17. Аналитическая связь между основными показателями надежности: T_{cp} и $P(t)$.
18. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: распределение Пуассона.
19. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: биномиальное распределение.
20. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: экспоненциальное распределение.
21. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: нормальное распределение.
22. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: распределение Вейбулла.
23. Основные распределения, использующиеся в теории надежности: распределение Релея.
24. Анализ последовательной структурной схемы надежности РЭС.
25. Анализ параллельной структурной схемы надежности РЭС.
26. Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу.
27. Виды резервирования.
28. Анализ ЭС с общим резервированием.
29. Анализ ЭС с поэлементным резервированием
30. Анализ схемы надежности РЭС мажоритарного резервирования.
31. Окончательный метод расчета надежности РЭС по внезапным отказам.
32. Характеристика и классификация прикидочного расчета надежности.
33. Характеристика и классификация ориентировочного расчета надежности.
34. Метод дифференциальных уравнений.
35. Построение схемы состояний нерезервированной ремонтируемой ЭС и ее анализ.
36. Анализ нерезервированной ремонтируемой ЭС с полным и частичным ремонтом.
37. Анализ надежности резервированной ремонтируемой ЭС с ненагруженным резервом.
38. Анализ надежности резервированной ремонтируемой ЭС с нагруженным резервом.
39. Связь показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий.
40. Уравнение погрешностей.

41. Методы расчета допусков.
42. Расчет производственного допуска.
43. Расчет температурного допуска.
44. Расчет допуска влажности.
45. Расчет допуска старения.
46. Расчет эксплуатационного и ремонтного допуска.
47. Статистический метод оценки надежности БГИС и полупроводниковых ИС.
48. Метод граничных испытаний.
49. Метод матричных испытаний.

Перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Число изделий, поставленных на испытания 1000, за время Δt отказали 50. Вероятность отказа за время Δt : а) 0,95; б) 0,05; в) 20; г) 2.

2. Структурная модель надёжности изделия имеет вид:



Все элементы равнонадёжны с вероятностью исправной работы $R = 0,9$.

Найти выигрыш в надежности по вероятности безотказной работы при общем резервировании 3-го порядка.

3. Число изделий поставленных на испытания 1000 за первые 100 часов испытаний отказало 100, за следующие 100 часов еще 50. Вероятность исправной работы от 100 до 200 час равна

4. Определить выигрыш в надежности по отказу при общем резервировании с кратностью 3 структурной модели надежности при $R=0,95$.

5. На испытания поставлена партия из 1000 однотипных транзисторов. За первые 3000 часов отказало 80, а за последующие 1000 часов еще 50. Определить статистически интенсивность отказов на интервале (3000, 4000) часов.

6. Вероятность наличия брака в партии транзисторов составляет 2%. Найти вероятность того, что среди взятых наугад 10 транзисторов будет не менее одного бракованного.

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Надежность электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nttu.ru/course/view.php?id=281>.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
80	10	120

Примерный тест для итогового тестирования:

1. Что такое надежность изделия?

А) Это свойство изделия хорошо работать.

Б) Это свойство изделия выполнять требуемые функции в течении определенного времени при заданных условиях.

В) Это свойство изделия правильно выполнять свою работу.

2. Какие виды неисправностей встречаются в изделиях?

А) Только отказы

Б) Отказы, дефекты, ошибки.

В) Только дефекты.

3. Чем отличаются дефекты от отказов?

А) Дефекты не вызывают нарушения работоспособности

Б) Дефекты и отказы одинаково влияют на работу.

В) Дефекты чаще всего приводят к ошибкам.

часть системы, имеющий в ней самостоятельное значение.

4. Какое значение имеет вероятность исправной работы?

А) $0 \leq P(t) \leq 1$

Б) $P \geq 1$

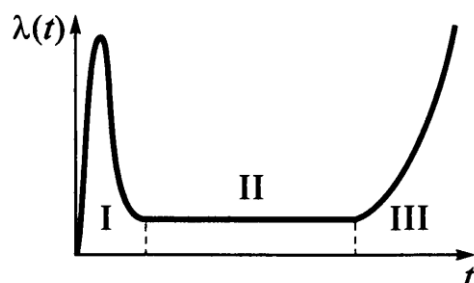
В) $P \leq 0$

5. На кривой жизни изделия указать участок нормальной эксплуатации

А) I

Б) II

В) III



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 5.6 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений. ИПКС-2.4. Использует стандартное и специализированное программное обеспечение для выполнения конструкторской разработки и проведения необходимых расчётов в процессе конструирования структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов. ИПКС-2.5. Анализирует и совершенствует параметры структурных и функциональных схем деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.					
Знать: - Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; - Действующие нормативные требования и государственные стандарты; - Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; - Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; - Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач;	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях. Проверка конспектов лекций. Проверка выполнения контрольной работы. Промежуточная аттестация.
Уметь: - Осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; - Отбирать оптимальные проектные решения на всех этапах проектного процесса от технического задания до производства изделий; - Осуществлять расчет основных показателей качества радиоэлектронной системы; - Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсовой работы. Промежуточная аттестация.
Владеть навыками: - Навыками расчетов основных показателей качества, в том числе, с применением средств вычислительной техники.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсовой работы.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-3. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. ИПКС-3.3. Учитывает оптимальные параметры проектируемых объектов при формировании технической документации.					
Знать: - Требования стандартов, ГОСТ, ЕСКД и других нормативно-технических документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; - Методическая и нормативная база в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств; - Технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники; - Современные отечественные и зарубежные пакеты программ для решения схемотехнических, системных и сетевых задач.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях. Проверка конспектов лекций. Проверка выполнения контрольной работы. Промежуточная аттестация.
Уметь: - Разрабатывать и оформлять конструкторскую и техническую документацию в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита курсовой работы. Промежуточная аттестация.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Ямпурин, Н.П. Основы надёжности электронных средств: Учебное пособие./ Н.П. Ямпурин; А.В. Баранова, под ред. проф. Ямпурина Н.П. – Рекомендовано УМО. – М.: Академия, 2010. – 240с. –205 шт.

6.1.2 Половко, А.М. Основы теории надежности: практикум. /А.М. Половко, С.В. Гуров. – Рекомендовано УМО. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. –560с. – 30 шт.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Баранова, А.В. Основы надёжности электронных средств: Учебное пособие для студентов всех форм обучения./ А.В. Баранова, Н.П. Ямпурин. – 2-е изд., перераб. и доп., рекомендовано УМО. – Н.Новгород: НГТУ, 2009. – 151с. –225шт.

6.2.2 Шалумов, А.С. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий./А.С. Шалумов, Н.В. Малютин, Ю.Н. Кофанов, Д.А. Способ и др.; под ред. Ю.Н. Кофанова, Н.В. Малютина, А.С. Шалумова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368с.–22 шт.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Ямпурин, Н.П. Основы надёжности электронных средств: Учебное пособие./ Н.П. Ямпурин; А.В. Баранова, под ред. проф. Ямпурина Н.П. – Рекомендовано УМО. – М.: Академия, 2010. – 240с. –205 шт

6.3.2 Баранова, А.В. Теоретические основы конструирования надежности электронных средств: учебно-метод. пособие / А.В. Баранова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2018. – 83 с.

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 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.

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
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
	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
320 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.
220 – компьютерный класс для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Intel(R)Core(TM) i5, 2.67 GHz, ОЗУ: 2Гб – 1 шт. - Мультимедийный проектор – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. - Доска маркерная – 1 шт. - Колонки – 2 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Intel(R)Core(TM) i3, 2.93GHz, ОЗУ: 2Гб – 12шт. - Стол рабочий – 15 шт. Посадочных мест – 24.

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 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 обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров 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).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.4 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.

10.5 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

- Расчет надежности восстанавливаемого (ФУ) с микросборкой (МСБ) без резерва;
- Расчет надежности восстанавливаемого ФУ без МСБ без резерва;
- Расчет надежности восстанавливаемого ФУ с МСБ с нагруженным резервом порядка «m»;
- Расчет надежности восстанавливаемого ФУ с МСБ с ненагруженным резервом порядка «m»;
- Расчет стабильности параметров ФУ по действиям эксплуатационных факторов;
- Расчет точности электрических параметров ФУ.

Темами курсовых работ могут быть и другие вопросы, например: экспериментальные и теоретические исследования качества отдельных узлов РЭС; разработка алгоритмов и программ оценки параметров качества конструкций РЭС; аналитическое исследование отказоустойчивости аналоговых и цифровых узлов РЭС; применение теории прогнозирования и принятия решений для оптимизации параметров РЭС и др.

Методические рекомендации к выполнению курсовой работы находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Надежность электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=281> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом.

10.6 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/provedenie-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)