

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.12 Управление качеством 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: 108 / 3

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: зачет

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Свердлов Р.В., к.т.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 2017 г. № 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 № 11.03.03-42

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)	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)	9
5.1	Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	9
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 деятельности в ходе промежуточной аттестации	18
5.3	Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	23
6.	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6.1	Учебная литература.....	26
6.2	Справочно-библиографическая литература.....	26
6.3	Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	26
7.	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7.1	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	26
7.2	Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	27
8.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	27
9.	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	27
10.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	29
10.1	Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	29
10.2	Методические указания для занятий лекционного типа	29
10.3	Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	29
10.4	Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	30
10.5	Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	25
10.6	Методические указания по обеспечению образовательного процесса	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Управление качеством электронных средств»: ознакомление студентов с системным подходом к управлению качеством электронных средств (ЭС) на основе использования моделей управления качеством ЭС как предприятий в целом, так и технологических процессов на различных этапах полного жизненного цикла производимой продукции на основе математико-статистических методов оценки качества и моделирования технологических процессов производства ЭС; ознакомление студентов с применением ЭВМ для решения задач автоматизированного анализа и управления качеством электронных средств.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

- изучить математико – статистические основы управления качеством ЭС;
- основы теории испытаний ЭС, методы испытаний на воздействие внешних факторов; терминологию,
- основные понятия и средства при тестовом диагностировании ЭС;
- принцип построения и выбора средств контроля и управления качеством ЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Управление качеством 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», «Электротехника и электроника», «Экономика и организация производства», «Теория вероятностей», «Цифровые устройства и элементы электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Управление качеством электронных средств», необходимы при освоении следующих дисциплин «Теоретические основы конструирования надежности и точности электронных средств», «Техническая диагностика электронных средств», «Метрология стандартизация и технические измерения», «Основы конструирования электронных средств», «Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств».

Рабочая программа дисциплины «Управление качеством 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 «Управление качеством электронных средств» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-1 и ПКС-4 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-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов								
Введение в специальность								
Материалы электронной техники								
Специальные главы физики								
Физические основы микро- и нанoeлектроники								
Основы электротехники								
Проектирование механических узлов электронных средств								
Колебательные процессы в электронных средствах								
Специальные разделы математики								
Математические основы проектирования электронных средств								
Математические основы автоматизации								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Управление техническими системами								
Цифровые устройства и элементы электронных средств								
Управление качеством электронных средств								
Схемотехника								
Теоретические основы радиотехники								
Теория информации и кодирования								
Проектирование функциональных узлов								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Основы конструирования электронных средств								
Техническая электродинамика								
Теория цифровой обработки сигналов								
Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Управление качеством электронных средств								
Метрология, стандартизация и сертификация								
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств								
Технология производства электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Управление качеством 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-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Современные подходы к оценке качества. Основные понятия и методы квалитметрии, основные показатели качества применительно к электронным средствам. Пути обеспечения качества на этапах разработки, производства и эксплуатации изделий; стандартные модели управления качеством по ИСО-9000-2000. Цели, задачи и функции системы управления качеством; задачи и содержание технологии контроля электронных средств.	Уметь: Применять на практике основные инструменты контроля качества. Анализировать технологический процесс по критериям точности и стабильности . Обосновывать выбор контрольных точек при пооперационном контроле технологического процесса. Разрабатывать модели технологических процессов производства ЭС с целью создания автоматизированных систем управления качеством данного процесса.	Владеть: Методикой сравнения однородной технической продукции по качеству с использованием экспертных, индексных и математико-статистических методов квалитметрии. Методами построения математических моделей технологических процессов.
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.3. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и осуществляет метрологическое сопровождение технологических процессов	Знать: Виды, операции и алгоритмы контроля. Виды и содержание испытаний электронных средств. Математические основы выборочного контроля. Виды диагностического контроля ЭС. Основные методы тестирования ЭС. Принципы и методы обеспечения контролепригодности ЭС. Основные методы самоконтроля и самотестирования ЭС. Методы анализа, моделирования и контроля технологических процессов производства ЭС.	Уметь: Составлять алгоритм подготовки и принятия решения по управлению качеством ЭС. Разрабатывать структурную схему автоматизированной системы управления качеством ЭС. Применять современные организационно-экономические методы стимулирования и управления качеством.	Владеть: Методикой отбора репрезентативной выборки из партии изделий для проведения выборочного контроля. Методикой выбора оптимальных планов выборочного контроля. Методами синтеза тестов для диагностического контроля электронных средств. Методикой и математико-статистическим аппаратом для выявления существенных факторов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. или 108 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 очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 5 семестр / 8 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108/108	108/108
1. Контактная работа:	40/12	40/12
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	36/8	36/8
занятия лекционного типа (Л)	18/8	18/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	18/–	18/–
лабораторные работы (ЛР)	–	–
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/4	4/4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	–	–
2. Самостоятельная работа (СРС)	68/96	68/96
реферат/эссе (подготовка)	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–
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.)	58/86	58/86
Подготовка к экзамену (контроль)	–	–
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	10/10	10/10

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/8 семестр						
ПКС-1 ИПКС 1-1	Раздел 1. Основные понятия и определения					
	Тема 1.1 Понятие качества и проблема качества. Тема 1.2 Общие сведения об электронных средствах. Тема 1.3 Внешние воздействующие факторы и причины их возникновения.	1/0,5			1/1	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.1.2, 6.1.3]
	Итого по 1 разделу	1/0,5			1/1	

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-1 ИПКС 1-1	Раздел 2. Методологические и теоретические основы системы управления качеством					
	Тема 2.1 Понятие о статистическом, всеобщем и универсальном управлении качеством продукции. Тема 2.2 Основные принципы обеспечения качества на современном этапе. Тема 2.3 Цикл Деминга.	1/0,5			3/4	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.1.2, 6.1.3]
	Итого по 2 разделу	1/0,5			3/4	
	Раздел 3. Методы осуществления статистического контроля и анализа качества ЭС.					
ПКС-1 ИПКС 1-1	Тема 3.1 Общие сведения о статистических методах управления качеством продукции. Тема 3.2 Простые статистические методы. Тема 3.3 Сложные статистические методы. Тема 3.4 Выборочный метод испытаний.	4/3			6/8	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Практическая работа №1. Изучение простых статистических методов контроля качества Практическая работа №2. Изучение метода дисперсионного анализа Практическая работа №3. Изучение методов аппроксимации экспериментальных данных теоретическими зависимостями			4/-	6/8	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1., 6.3.1]
				4/-	6/8	
				4/-	6/8	
Итого по 3 разделу	4/3		12/-	24/34		
ПКС-1 ИПКС 1-1	Раздел 4. Испытания на надежность ЭС.					
	Тема 4.1 Место, значение и цель испытаний в единой системе управления качеством ЭС. Тема 4.2 Классификация и категории испытаний. Тема 4.3 Методы и средства испытаний на внешние воздействия. Тема 4.4 Программа, методы и средства испытаний.	2/1			4/5	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Итого по 4 разделу	2/1			4/5	
	Раздел 5. Автоматизированные системы контроля и управления качеством ЭС.					
ПКС-1 ИПКС 1-1 ПКС-4 ИПКС 4-3	Тема 5.1 Автоматизированная система испытаний. Тема 5.2 Структура и состав обеспечения иерархической организации АСИ. Тема 5.3 Математическое, программное и техническое обеспечение АСИ. Тема 5.4 Автоматизированные системы контроля и управления качеством ЭС.	4/1			6/10	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Практическая работа №4. Анализ технологического процесса производства микросхем по критериям точности и стабильности			6/	8/12	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1., 6.3.1]
	Итого по 5 разделу	4/1		6/	14/22	
	Раздел 6. Контролепригодность конструкций электронных средств и технологических процессов их производства. Проектирование тестопригодных ЭС.					
ПКС-1. ИПКС-1.1 ПКС-4 ИПКС 4-3	Тема 6.1 Основные сведения о контроле качества цифровых ЭС, модели неисправностей. Тема 6.2 Классификация и принципы построения средств тестового диагностирования ЭС. Тема 6.3 Методы генерации тестов. Тема 6.4 Функциональное тестирование. Тема 6. Понятие контролепригодности и методы контролепригодного проектирования. Тема 6.6 Сигнатурный анализ. Тема 6.7 Самодиагностирование ЭС, избыточное кодирование.	6/2			12/20	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.1.2, 6.2.2, 6.2.4]

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		
	Тема 6. Отказоустойчивость ЭС.					
	Итого по 6 разделу	6/2			12/20	
	ИТОГО за семестр	18/8	-/-	18/-	58/86	
	ИТОГО по дисциплине	18/8	-/-	18/-	58/86	

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	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах 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 «Управление качеством электронных средств» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-6 содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические и лабораторные занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического и лабораторного задания 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.

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

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. В качестве дополнительного вопроса билет может также содержать практическое задание. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 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
			1 балл	0 баллов	
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Современные подходы к оценке качества. Основные понятия и методы квалиметрии, основные показатели качества применительно к электронным средствам. Пути обеспечения качества на этапах разработки, производства и эксплуатации изделий; стандартные модели управления качеством по ИСО-9000-2000. Цели, задачи и функции системы управления качеством; задачи и содержание технологии контроля электронных средств.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: Применять на практике основные инструменты контроля качества. Анализировать технологический процесс по критериям точности и стабильности. Обосновывать выбор контрольных точек при пооперационном контроле технологического процесса. Разрабатывать модели технологических процессов производства ЭС с целью создания автоматизированных систем управления качеством данного процесса.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №1-4 (см. табл. 4.2)
		Владеть: Методикой сравнения однородной технической продукции по качеству с использованием экспертных, индексных и математико-статистических методов квалиметрии. Методами построения математических моделей технологических процессов.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практического задания ПЗ №3,4 (см. табл. 4.2)
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.3. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и осуществляет метрологическое сопровождение технологических процессов	Знать: Виды, операции и алгоритмы контроля. Виды и содержание испытаний электронных средств. Математические основы выборочного контроля. Виды диагностического контроля ЭС. Основные методы тестирования ЭС. Принципы и методы обеспечения контролепригодности ЭС. Основные методы самоконтроля и самотестирования ЭС. Методы анализа, моделирования и контроля технологических процессов производства ЭС.	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: Составлять алгоритм подготовки и принятия решения по управлению качеством ЭС. Разрабатывать структурную схему автоматизированной системы управления качеством ЭС.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №4 (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	
		Применять современные организационно-экономические методы стимулирования и управления качеством.			
		Владеть: Методикой отбора репрезентативной выборки из партии изделий для проведения выборочного контроля. Методикой выбора оптимальных планов выборочного контроля. Методами синтеза тестов для диагностического контроля электронных средств. Методикой и математико-статистическим аппаратом для выявления существенных факторов.	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №2,3,4 (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 (зачет)

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-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Современные подходы к оценке качества. Основные понятия и методы квалитметрии, основные показатели качества применительно к электронным средствам. Пути обеспечения качества на этапах разработки, производства и эксплуатации изделий; стандартные модели управления качеством по ИСО-9000-2000. Цели, задачи и функции системы управления качеством; задачи и содержание технологии контроля электронных средств.	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

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. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.3. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и осуществляет метрологическое сопровождение технологических процессов	Знать: Виды, операции и алгоритмы контроля. Виды и содержание испытаний электронных средств. Математические основы выборочного контроля. Виды диагностического контроля ЭС. Основные методы тестирования ЭС. Принципы и методы обеспечения контролепригодности ЭС. Основные методы самоконтроля и самотестирования ЭС. Методы анализа, моделирования и контроля технологических процессов производства ЭС.	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 2 баллов за зачет.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (зачет)

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0..5 баллов	0..1 балл	«неудовлетворительно»
6..11 баллов	2..3 балла	«удовлетворительно»
12..17 баллов	4..5 баллов	«хорошо»
18 баллов	6 баллов	«отлично»

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

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

Зачет считается сданным при оценке за промежуточную аттестацию «отлично» или «хорошо» При оценке «удовлетворительно» решение по сдаче зачета принимается по ответу студента на дополнительный вопрос. При оценке «неудовлетворительно» зачет считается несданным.

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 текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК, ответы на контрольные вопросы) и практических заданий (решение задач, ответы на контрольные вопросы), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям;

тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые контрольные вопросы для практических занятий

Раздел 3. Методы осуществления статистического контроля и анализа качества ЭС.

Практическое занятие №1. Изучение простых статистических методов контроля качества

1. Что представляет собой расслоение?
2. Какие графики применяются для контроля качества?
3. Что представляет собой «столбчатый» график?
4. Что представляет собой «круговой» график?
5. Что представляет собой «ленточный» график?
6. Что представляет собой Z-образный график?
7. Что такое диаграмма Парето и как она выглядит?
8. Как строится гистограмма?
9. Какие выводы можно сделать, построив гистограмму?

Практическое занятие №2. Изучение метода дисперсионного анализа

1. В чем суть дисперсионного анализа?
2. Какие графики применяются для контроля качества?
3. Что такое гистограмма и как она выглядит?
4. Что такое степень свободы и как она зависит от объема и количества выборок?
5. В чем смысл терминов «дисперсия среднего значения» и «дисперсия между выборками»?
6. Как строится гистограмма?
7. Какие выводы можно сделать, построив гистограмму?

8. Какие выводы можно сделать по результатам дисперсионного анализа?

Практическое занятие №3. Изучение методов аппроксимации экспериментальных данных теоретическими зависимостями

1. Что такое статистическое распределение?
2. В чём состоит задача выравнивания статистических распределений?
3. Расскажите о методе наименьших квадратов?
4. В чём состоит подбор параметров линейной функции методом наименьших квадратов?
5. В чём состоит подбор параметров параболы второго порядка методом наименьших квадратов?

Раздел 5. Автоматизированные системы контроля и управления качеством ЭС

Практическое занятие №4. Анализ технологического процесса производства микросхем по критериям точности и стабильности

1. Критерии качества.
2. Виды погрешностей.
3. Законы распределения, их виды.
4. Критерии точности и стабильности.
5. Порядок исследования технологичности.

Типовые задания для практических занятий

Раздел 3. Методы осуществления статистического контроля и анализа качества ЭС.

Практическое занятие №1. Изучение простых статистических методов контроля качества
Дана выборка напряжений пробоя p - n перехода стабилитронов обратным напряжением.

В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	16	8	14	8	10	5	13	11	14	5	10	14	11	7	16
2	16	9	16	7	10	11	11	6	13	7	7	13	9	7	16
3	10	15	13	16	7	4	15	9	14	14	1	12	13	4	4
4	12	13	8	6	4	7	11	5	7	13	5	4	6	16	5
5	8	9	16	11	10	12	6	13	11	11	8	12	7	7	13
6	13	10	10	14	13	8	15	12	15	15	15	6	5	16	10
7	8	8	11	14	13	15	6	4	8	5	12	9	11	9	7
8	4	4	16	7	9	14	11	16	5	8	8	10	4	11	9
9	5	6	4	9	5	12	12	4	12	16	7	5	15	4	16
10	5	7	5	14	6	10	10	5	5	12	14	10	11	9	12
11	9	8	10	13	7	4	16	8	15	14	13	12	13	14	15

Получить вариационный ряд из данной выборки, вычислить среднее значение, вычислить размах, вычислить дисперсию. Построить гистограмму. Сделать выводы о техпроцессе по построенной гистограмме.

Практическое занятие №2. Изучение метода дисперсионного анализа

Монокристаллические слитки кремния, как и других полупроводников, получают обычно путем кристаллизации из расплава - методом Чохральского. При этом методе стержень с затравкой (в виде монокристалла кремния) после соприкосновения с расплавом медленно поднимают с одновременным вращением. При этом вслед за затравкой вытягивается нарастающий и застывающий слиток. Кристаллографическая ориентация слитка (его поперечное сечение) определяется кристаллографической ориентацией затравки. Чаще других используют слитки с поперечным сечением, лежащим в плоскости (111) или (100). Типовой диаметр слитков составляет в настоящее время $d = 80$ мм. Изготовление проводится на 3 установках, результаты выборочного контроля по которым приведены в таблицах

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	79.420	79.540	78.170	78.590	79.680	79.090	80.600	81.460	79.610	78.080
2	81.420	81.790	79.110	80.160	81.270	79.690	78.470	78.250	80.270	81.660
3	80.370	78.380	79.000	78.240	81.630	79.190	80.470	78.920	78.850	79.730
4	81.560	80.230	78.300	78.550	81.550	78.530	81.490	78.280	79.130	78.950
5	80.110	81.510	78.180	80.910	81.230	81.060	80.500	81.360	81.860	79.780
6	81.330	78.200	78.570	78.040	80.620	78.530	79.580	80.010	81.110	81.310
7	79.170	81.240	78.190	81.460	79.850	80.930	79.940	79.400	78.870	78.440
8	79.080	80.560	80.500	80.770	79.730	78.230	78.750	80.490	80.340	78.420
9	78.430	81.050	79.470	79.520	79.220	78.170	81.750	81.320	78.480	79.100
10	80.830	81.730	79.900	79.840	79.220	81.830	79.150	79.220	80.170	79.720
11	79.300	81.100	81.750	78.330	81.120	80.370	78.250	79.040	79.880	78.050
12	80.020	81.490	79.040	80.970	81.670	79.670	81.030	81.370	79.630	79.720
13	78.850	81.470	80.000	79.090	79.760	79.320	80.090	78.360	78.460	78.630
14	81.860	80.130	78.930	78.980	80.000	80.830	80.060	78.190	81.230	78.280
15	80.640	81.530	81.060	80.890	80.400	80.200	81.520	78.820	80.890	81.740
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	81.410	81.350	82.980	81.390	83.860	81.030	81.760	82.180	81.510	84.640
2	82.430	84.280	82.170	82.350	83.000	84.390	81.280	81.470	83.100	81.950
3	83.890	84.900	83.140	82.950	81.750	82.670	84.840	83.550	81.150	81.130
4	81.090	83.450	83.050	83.950	82.640	81.240	82.090	84.960	81.310	82.330
5	81.370	82.990	82.270	82.860	82.500	83.030	84.410	81.160	83.630	83.950
6	83.790	81.840	84.780	82.660	84.610	82.240	81.660	82.590	83.760	83.050
7	83.250	84.990	81.770	84.430	83.260	82.700	82.200	83.640	84.640	82.090
8	83.660	83.010	83.490	82.160	81.950	82.930	84.530	83.610	81.010	83.920
9	82.830	84.640	82.120	84.530	83.370	81.270	84.590	82.600	83.660	84.670
10	82.410	83.880	83.570	82.010	84.680	83.020	81.120	83.460	82.150	81.780
11	82.160	83.390	81.280	82.640	83.020	83.700	84.840	83.550	84.150	83.940
12	82.870	83.380	82.150	84.040	81.140	82.250	82.430	81.910	83.890	81.100
13	82.550	81.460	84.710	82.890	84.080	83.360	81.490	81.740	83.830	82.770
14	81.640	83.750	81.230	81.180	81.210	83.130	83.420	82.050	84.530	81.800
15	82.010	84.940	82.790	83.820	83.300	84.930	84.600	84.090	81.030	82.100
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	76.380	78.070	73.180	85.960	78.970	79.400	81.830	74.410	74.920	80.800
2	85.880	74.220	77.540	85.110	73.080	78.450	85.560	84.600	77.580	86.570
3	77.380	80.770	73.920	73.260	75.630	82.670	78.940	79.580	77.670	83.160
4	73.360	79.600	81.950	76.070	82.960	79.090	82.060	73.690	76.840	79.980
5	76.490	77.990	83.360	84.890	78.510	75.900	84.690	74.830	76.380	76.310
6	76.920	73.130	80.360	86.050	83.590	84.790	79.220	73.000	79.130	74.390
7	82.890	85.700	83.210	73.450	80.050	82.000	76.430	75.210	77.950	73.820
8	77.330	80.790	80.920	79.830	74.690	84.010	81.350	74.920	76.210	84.210
9	86.420	86.290	73.480	73.610	84.170	76.350	73.290	78.070	84.140	78.770
10	74.540	86.490	76.170	83.410	77.660	77.870	83.900	80.810	76.520	74.980
11	79.320	76.530	74.550	78.440	73.820	74.190	83.430	82.890	75.620	77.410
12	73.400	74.960	74.710	77.030	84.320	85.050	85.930	75.200	74.850	77.740

13	80.590	85.860	79.880	76.250	76.280	76.200	86.950	82.260	83.530	85.930
14	84.600	74.640	84.600	83.950	74.500	79.930	74.970	75.700	84.770	82.270
15	76.250	78.280	78.870	85.680	77.600	73.380	83.270	74.440	86.340	86.020

Практическое занятие №3. Изучение методов аппроксимации экспериментальных данных теоретическими зависимостями

Термическое окисление кремния проводится во влажном кислороде при температурах от 850 до 1300° С. После образования первого слоя SiO₂ на поверхности кремния, дальнейший рост слоя диоксида протекает по следующему механизму: происходит диффузия кислорода через приповерхностный слой SiO₂ к поверхности кремния и реакция на этой поверхности с образованием нового монокристаллического слоя SiO₂. Толщина пленки от 10⁻¹ до 150 мкм.

В таблице дана зависимость толщины напыляемой пленки x (мкм) от времени напыления t (мин).

x_1	1,21	2,82	4,15	5,72	8,98	12,71	15,63	21,95	28,3	40,1	41,95	48,9	89,51	105,8	126,5
t_1	0,1	0,5	1	2	5	10	15	30	50	100	110	150	500	700	1000
x_2	1,25	2,87	4	5,71	9,11	12,65	15,64	21,91	28,5	40,5	41,81	48,7	89,6	105,9	126,7
t_2	0,1	0,5	1	2	5	10	15	30	50	100	110	150	500	700	1000
x_3	1,32	2,80	4,2	5,69	8,95	12,81	15,61	21,99	28,41	40,2	41,88	48,9	89,6	105,8	126,6
t_3	0,1	0,5	1	2	5	10	15	30	50	100	110	150	500	700	1000
x_4	1,19	2,81	4,02	5,69	8,89	12,72	15,64	21,99	28,5	40,2	41,97	48,6	89,7	105,7	126,6
t_4	0,1	0,5	1	2	5	10	15	30	50	100	110	150	500	700	1000
x_5	1,22	2,8	4,2	5,69	8,95	12,75	15,65	22	29	40,17	42	49	90	106	126,5
t_5	0,1	0,5	1	2	5	10	15	30	50	100	110	150	500	700	1000

Задание для аппроксимации квадратичной функцией смотри в таблице:

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y1	8,6	6,5	5,1	4,2	3,7	3,1	2,9	2,8	2,83	2,9	3	3,5	4,6	5,5	7,2
Y2	100	70,2	60,3	55,4	40,9	31,2	25,7	21,3	22,1	37,2	45,1	53,9	60,4	70,9	93
Y3	9	11,5	14	16	17	18	18	17,8	17,5	17	16,2	15	13,5	10	0
Y4	90,3	115	13,8	152	168,3	180,5	180,3	178	170	171,1	162	153	135	99,2	10,3
Y5	55	35,3	30,1	22,4	20,3	16,1	12,8	10,3	11,5	19	22,1	27,1	30,9	35,8	45,1
Y6	4,0	3,1	2,6	2,1	1,56	6,2	1,5	1,4	1,41	1,52	1,51	1,6	2,3	2,66	3,51
Y7	100	85,3	62,1	53,2	240,5	30,5	26,1	20,9	23,1	36,5	44,9	52,8	61,5	72,8	92
Y8	9,8	12	13,8	15,6	17,2	18,9	18,6	17,8	17,55	17,1	16,3	14,8	13,8	11,5	0

Раздел 5. Автоматизированные системы контроля и управления качеством ЭС

Практическое занятие №4. Анализ технологического процесса производства микросхем по критериям точности и стабильности

Поверхностное сопротивление резистивных тонких пленок $x_0 = 450$, $\delta = 41.533$

460	490	440	450	460	470	450	430	460	460	450	470	440	460	450
450	450	450	470	450	460	440	450	450	480	440	460	430	450	480

Толщина фоторезиста $x_0 = 0,60$, $\delta = 0.271$

0,47	0,59	0,65	0,71	0,59	0,59	0,53	0,71	0,53	0,65	0,65	0,59	0,71	0,53	0,71
0,65	0,59	0,59	0,65	0,59	0,53	0,83	0,53	0,59	0,59	0,77	0,83	0,77	0,59	0,71

Количество выхода годных элементов $x_0 = 65$, $\delta = 25.573$

75	65	60	60	65	75	70	55	70	65	75	60	75	60	65
55	65	65	70	65	70	60	80	55	80	70	85	85	60	80

Согласно полученному варианту задания проанализировать производственные погрешности технологического параметра. Изобразить гистограммы распределений значений этого параметра. Определить дисперсию, математическое ожидание, отклонение от номинального значения для каждого из предложенных случаев. Полученные результаты занести в протокол и сделать выводы.

Полный перечень задач приведен в [6.3.1].

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Управление качеством электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nttu.ru/course/view.php?id=43>.

1. На каком этапе изготовления РЭС закладывается уровень качества?

- ☐ На этапе проектирования.
- ☐ На этапе промышленного освоения.
- ☐ На всех этапах.

2. Такие методы обеспечения качества как контрольный листок, схема Исикавы, диаграмма Парето относятся к группе методов, называемых:

- ☐ Не статистическими методами.
- ☐ Простыми статистическими методами.
- ☐ Сложными статистическими методами.

3. Разновидность столбиковой диаграммы, используемая для отображения факторов, влияющих на качество изделия, в порядке уменьшения их значимости – это:

- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

4. Схема, дающая представление о факторах, которые влияют на изделие в процессе производства и о причинно-следственных связях между ними – это:

- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

5. Один из видов столбиковой диаграммы, отражающий частоту появления событий, влияющих на качество изделий – это:

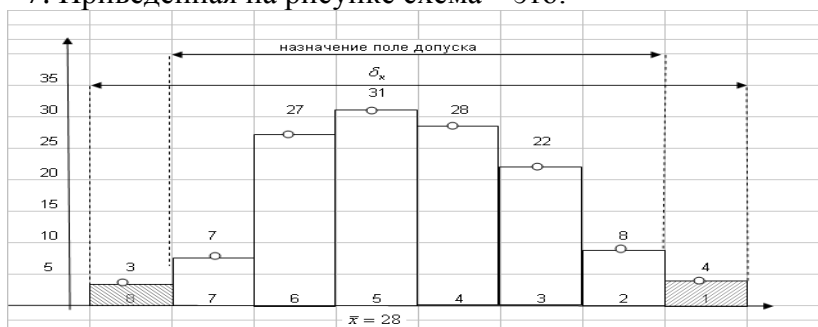
- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

6. Приведенная на рисунке схема – это:



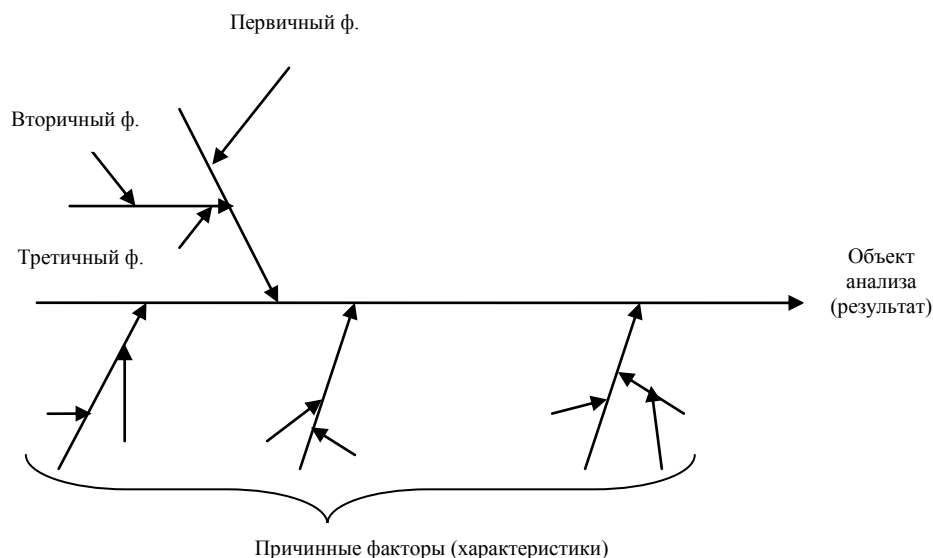
- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

7. Приведенная на рисунке схема – это:



- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

8. Приведенная на рисунке схема - это:

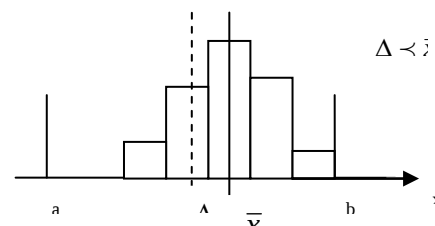


- ☐ Схема Исикавы.
- ☐ Диаграмма Парето.
- ☐ Гистограмма.

9. По результатам выборки построена гистограмма, имеющая вид, представленный на рисунке. Какой вывод можно сделать по приведенной гистограмме?

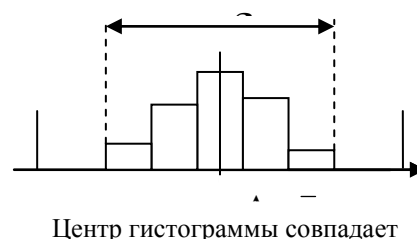
Параметры всех изделий попали в границы поля допуска, регулировка техпроцесса не требуется.

- ☐ Параметры всех изделий попали в границы поля допуска, но нужно корректировать техпроцесс для расширения гистограммы до размеров допуска.
- ☐ Все изделия попали в брак.



10. По результатам выборки построена гистограмма, имеющая вид, представленный на рисунке. Какой вывод можно сделать по приведенной гистограмме?

- ☐ Параметры всех изделий попали в границы поля допуска, регулировка техпроцесса не требуется.
- ☐ Необходимо проверить средства измерения, а если они в норме, то регулировать техпроцесс.
- ☐ Все изделия попали в брак.



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

Вопросы к зачету

1. Понятие качества продукции.
2. Жизненный цикл ЭС.
3. Цикл Деминга.
4. Общие сведения об ЭС и условиях их работы.
5. Общие сведения о статистических методах обеспечения качества ЭС.
6. Диаграмма Парето как метод обеспечения качества ЭС.
7. Причинно – следственная диаграмма как метод обеспечения качества ЭС.
8. Гистограмма как метод обеспечения качества ЭС.
9. Анализ возможных вариантов расположения гистограммы относительно поля допуска.
10. Диаграмма рассеивания как метод обеспечения качества ЭС.
11. Расслоение данных.
12. Контрольная карта.
13. Метод Тагути.
14. Структурирование функции качества.

15. Выборочный метод испытаний.
16. Структура испытаний на надежность ЭС.
17. Классификация испытаний.
18. Программа испытаний.
19. Методика испытаний.
20. Испытания ЭС на механические воздействия.
21. Климатические испытания ЭС.
22. Автоматизация системы испытаний.
23. Автоматизированная система испытаний: структура и состав.
24. Автоматизированная система управления качеством продукции.
25. Основные сведения о контроле качества ЭС.
26. Причины и модели неисправностей.
27. Модели неисправностей на транзисторном уровне.
28. Модели неисправностей на вентильном уровне.
29. Модели неисправностей на функциональном уровне.
30. Основные сведения и определения для тестового диагностирования устройств.
31. Общая характеристика функционального тестирования.
32. Алгоритмический способ функционального тестирования.
33. Псевдослучайное тестирование.
34. Понятие контролепригодного проектирования ЭС и КП ЭС на уровне структуры схемы.
35. Общая характеристика контролепригодного проектирования на логическом и системном уровнях.
36. Пассивные меры обеспечения контролепригодности ЭС: декомпозиция.
37. Метод сквозного сдвигового регистра.
38. Метод сканирования пути.
39. Основные сведения о сигнатурном анализе и сигнатурных схемах.
40. Параллельный сигнатурный анализатор и BILBO – регистр.
41. Применение методов диагностирования для повышения отказоустойчивости ЭС.
42. Применение избыточного кодирования для повышения надежности ЭС.

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 «Управление качеством электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43>.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
30	10	30

5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Управление качеством электронных средств» 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 и 5.3, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ПКС-1, ПКС-4, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

Таблицы 5.4 – 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-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.					
Знать: Современные подходы к оценке качества. Основные понятия и методы квалиметрии, основные показатели качества применительно к электронным средствам. Пути обеспечения качества на этапах разработки, производства и эксплуатации изделий; стандартные модели управления качеством по ИСО-9000-2000. Цели, задачи и функции системы управления качеством; задачи и содержание технологии контроля электронных средств.	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	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Применять на практике основные инструменты контроля качества. Анализировать технологический процесс по критериям точности и стабильности. Обосновывать выбор контрольных точек при пооперационном контроле технологического процесса. Разрабатывать модели технологических процессов производства ЭС с целью создания автоматизированных систем управления качеством данного процесса.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ
Владеть: Методикой сравнения однородной технической продукции по качеству с использованием экспертных, индексных и математико-статистических методов квалиметрии. Методами построения математических моделей технологических процессов.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечение производства электронных средств ИПКС-4.3. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и осуществляет метрологическое сопровождение технологических процессов					
Знать: Виды, операции и алгоритмы контроля. Виды и содержание испытаний электронных средств. Математические основы выборочного контроля. Виды диагностического контроля ЭС. Основные методы тестирования ЭС. Принципы и методы обеспечения контролепригодности ЭС. Основные методы самоконтроля и самотестирования ЭС. Методы анализа, моделирования и контроля технологических процессов производства ЭС.	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	Тестирование Промежуточная аттестация

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»	
Уметь: Составлять алгоритм подготовки и принятия решения по управлению качеством ЭС. Разрабатывать структурную схему автоматизированной системы управления качеством ЭС. Применять современные организационно-экономические методы стимулирования и управления качеством.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ
Владеть: Методикой отбора репрезентативной выборки из партии изделий для проведения выборочного контроля. Методикой выбора оптимальных планов выборочного контроля. Методами синтеза тестов для диагностического контроля электронных средств. Методикой и математико-статистическим аппаратом для выявления существенных факторов.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ

При отмеченном результате «отлично» или «хорошо» зачет считается сданным. При результате «удовлетворительно» студент получает дополнительный вопрос, по результатам ответа на который принимается решение о сдаче зачета. При результате «неудовлетворительно» зачет считается несданным.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Ямпурин Н.П., Свердлов, Р.В. Управление качеством электронных средств: учеб. пособие / Н.П. Ямпурин, Р. В. Свердлов; Нижегород. гос. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. – 115 с..

6.1.2 Басовский, Л.Е. Управление качеством : Учебник / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. - Рекомендовано Министерством образования РФ. - М. : ИНФРА-М, 2006. - 212 с.

6.1.3 Гладышев, С.А. Управление качеством : В 2 т. Учебное пособие. Т.1 / С. А. Гладышев, Карпов Э.А., Масалытина О.В., Соловьев В.П., Борискин В.П. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Рекомендовано УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 424 с.

6.1.4 Гладышев, С.А. Управление качеством: В 2 т. Учебное пособие. Т.2 / С. А. Гладышев, Карпов Э.А., Масалытина О.В., Соловьев В.П., Борискин В.П. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Рекомендовано УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 484 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Мельников, В.П. Управление качеством: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. П. Мельников, В. П. Смоленцев, А. Г. Схиртладзе ; Под ред. В.П. Мельникова. - 4-е изд., стер.; Допущено Министерством образования РФ. - М.: Академия, 2009. - 352 с.

6.2.2 Потехин, В.А. Элементы теории вероятностей и математической статистики: Учебное пособие / В. А. Потехин, Н. П. Ямпурин. - Рекомендовано советом Управления филиалов Университета. - Н.Новгород: ННГУ, 2010. - 75 с.

6.2.3 Сорокин, Г.К. Качество, надежность, менеджмент: Учебно-методическое пособие / Г. К. Сорокин. - Н.Новгород: Университетская книга, 2004. - 60 с.

6.2.4 Васильев А.С. Технологические основы управления качеством машин / А. С. Васильев, Дальский А.М.; Клименко С.А.; Полонский Л.Г.; Хейфец М.Л.; Ящерицын П.И. - М. : Машиностроение, 2003. - 256 с.

6.2.5 Управление качеством продукции: Учебное пособие / Новицкий Н.И., Олексюк В.Н., Кривенков А.В.; Под ред. Н.И.Новицкого. - 3-е изд., стер. - М.: Новое знание, 2004. - 367 с.

6.2.6 Розова, Н.К. Управление качеством. [Текст] / Н. К. Розова. - СПб.: Питер, 2003. – 224с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Рязанов А.В. Управление качеством электронных средств. Метод. указания к лаб. работам для студ. направлен. 210200 / А. В. Рязанов ; Сост.: А.В. Рязанов. Арзамас: АПИ НГТУ, 2010 – 67с.

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/>.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

7.1.6 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.

7.1.7 Сайт разработчика и интегратора российского ПО для управления жизненным циклом

изделий «Топ Системы». Режим доступа: <https://www.tfex.ru>.

7.1.8 Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: <https://www.rlocman.ru>.

7.1.9 Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: <https://radio-blog.ru>.

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 LCAD v.5.

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 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	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
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:	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera • Altium Designer Release 10 • Компас • T-FLEX CAD Учебная Версия 14

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	- 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.	
226 – компьютерный класс – помещение для СРС г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 1 шт. - Мультимедийный проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 19 шт. - Сканер HP – 1 шт. - Принтер HP LaserJet – 1 шт. Посадочных мест – 19.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera

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 «Управление качеством электронных средств», 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 находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Управление качеством электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> 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.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных и практических занятий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Управление качеством электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных 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 и 5.3.

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 (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и 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 практических занятиях

Практические 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 занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Управление качеством электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

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 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)