

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ЭЛЕКТРОНИКИ



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФПИТЭ

В.Д. Кривчик
марта

В.Д.Кривчик

2016

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.07 - ТЕОРИЯ ТОЧНОСТИ В КОНСТРУИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств
Профиль подготовки Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Пенза, 2016

1 Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств» являются освоение студентами методики построения моделей оценки точности выходных параметров электронной аппаратуры; практическое применение обучающимися теории вероятностей; рассмотрение основных законов рассеивания значений выходного параметра; применение на практике различных методов построения моделей оценки точности выходных параметров электронных устройств применительно к различным видам технологии их изготовления.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств» в учебном плане имеет индекс Б1.2.07 и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств.

Изучение дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств» базируется на знаниях следующих дисциплин:

- Математический анализ и теория функций комплексной переменной (Б1.1.06).
- Линейная алгебра и аналитическая геометрия (Б1.1.07).
- Теория вероятностей и математическая статистика (Б1.1.08).
- Физика (Б1.1.09).
- Основы компьютерного моделирования электронных средств (Б1.2.08).
- Программные средства подготовки конструкторской и технологической документации (Б1.2.04).

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Основы конструирования электронных средств (Б1.1.17).
- Технология деталей радиоэлектронных средств (Б1.2.11).
- Проектирование радиоэлектронных средств на цифровых программируемых устройствах (Б1.2.21.1).
- Информационные технологии конструирования электронных средств (Б1.1.13).

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-6	Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Знать: методики расчета и основные принципы проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
		Уметь: рассчитывать и проектировать детали, узлы и модули электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
		Владеть: навыками расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-7	Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	Знать: основные методы и компьютерные программы разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ
		Уметь: разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
		Владеть: навыками разработки проектной и технической документации, оформления законченные проектно-конструкторских работ
ПК-8	Готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Знать: основные принципы контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
		Уметь: осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
		Владеть: навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

4 Структура и содержание дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование (по л. р.)	Коллоквиум	Проверка отчетов по лабораторным работам	Проверка контр. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену									
1.	Раздел 1. Основные понятия теории размерных цепей	4	1-3	9	3		6	9	4,5			4,5		1-3	2-3						
1.1.	Тема 1.1. Определение размерной цепи. Плоские и пространственные размерные цепи. Составляющие звенья размерной цепи. Понятие об увеличивающих, уменьшающих и замыкающих звеньях.	4	1	3	1		2	3	1,5			1,5		1							

1.2	Тема 1.2. Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости. Метод равной точности.	4	2	3	1		2	3	1,5			1,5		2					
1.3	Тема 1.3. Метод равных допусков. Вероятностный метод расчета размерных цепей. Метод моментов.	4	3	3	1		2	3	1,5			1,5		3					
2	Раздел 2. Статистическое рассеяние параметров электро радиоэлементов и компонентов РЭС.	4	4-6	9	3		6	9	4,5			4,5		4-6	4-6				
2.1.	Тема 2.1. Понятие о рассеянии случайных величин. Методы определения характеристик рассеяния контролируемого параметра. Методы статистической обработки результатов измерений значений контролируемого параметра.	4	4	3	1		2	3	1,5			1,5		4					
2.2.	Тема 2.2. Законы распределения случайных величин. Распределение Пуассона. Закон равномерного распределения.	4	5	3	1		2	3	1,5			1,5		5					
2.3	Тема 2.3. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Распределение Вейбулла. Распределение Релея.	4	6	3	1		2	3	1,5			1,5		6					
3.	Раздел 3. Виды и анализ технологических погрешностей.	4	7-9	9	3		6	9	4,5			4,5		7-9	7-9				
3.1	Тема 3.1. Погрешности обработки, возникающие в результате смещения элементов технологи-	4	7	3	1		2	3	1,5			1,5		7					

	ческой системы под действием сил.																		
3.2	Тема 3.2. Погрешности обработки, возникающие вследствие геометрических неточностей оборудования. Погрешность наладки (настройки) технологической системы на размер.	4	8	3	1		2	3	1,5			1,5		8					
3.3.	Тема 3.3. Погрешности обработки, вызываемые размерным износом инструмента. Влияние температурных деформаций на точность.	4	9	3	1		2	3	1,5			1,5		9					
4.	Раздел 4. Погрешности элементов конструкций радиоэлектронных средств.	4	10-12	9	3		6	9	4,5			4,5		10-12	10-12				
4.1.	Тема 4.1. Элементарная составляющая полной погрешности. Погрешность, вызванная воздействием внешнего фактора. Погрешность, вызванная нестабильностью конструктивного параметра.	4	10	3	1		2	3	1,5			1,5		10					
4.2.	Тема 4.2. Погрешность, вызванная технологическими допусками. Погрешность, вызванная суммой внешних факторов. Погрешность линейности.	4	11	3	1		2	3	1,5			1,5		11					
4.3	Тема 4.3. Погрешность гистерезиса. Суммарная эксплуатационная погрешность. Статистическое моделирование погрешностей (метод Монте-Карло)	4	12	3	1		2	3	1,5			1,5		12					

5.	Раздел 5. Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств	4	13-15	9	3		6	9	4,5			4,5		13-15	13-15					
5.1.	Тема 5.1. Взаимосвязь погрешностей, возникающих в конструктивных фрагментах элементов схем с рассеянием электрических параметров элементов схем при их работе.	4	13	3	1		2	3	1,5			1,5		13						
5.2.	Тема 5.2. Основные методики расчёта характеристик рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств.	4	14	3	1		2	3	1,5			1,5		14						
5.3.	Тема 5.3. Основные методы и приемы различения и оценки параметров систематической и случайной составляющей экспериментального рассеяния электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств.	4	15	3	1		2	3	1,5			1,5		15						
6.	Раздел 6. Технологические погрешности параметров элементов интегральных схем	4	16-18	9	3		6	9	4,5			4,5		16-18	16-18					
6.1.	Тема 6.1. Понятие интегральной технологии изготовления элементов радиоэлектронных средств.	4	16	3	1		2	3	1,5			1,5		16						

6.2.	Тема 6.2. Применение интегральной технологии при изготовлении элементов радиоэлектронных средств.	4	17	3	1		2	3	1,5			1,5		17						
6.3.	Тема 6.3. Погрешности, возникающие при изготовлении функциональных узлов при применении интегральной технологии и их влияние на выходные параметры.	4	18	3	1		2	3	1,5			1,5		18						
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																			
	<i>Подготовка к зачету:</i>	4																		
	<i>Подготовка к экзамену: 37 часов</i>																			
	Общая трудоемкость, в часах: 108	4		54	18		36	54	27			27	Промежуточная аттестация							
													Форма				Семестр			
													Зачет				4			
													Экзамен				-			

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия теории размерных цепей.	Определение размерной цепи. Плоские и пространственные размерные цепи. Составляющие звенья размерной цепи. Понятие об увеличивающих, уменьшающих и замыкающих звеньях. Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости. Метод равной точности. Метод равных допусков. Вероятностный метод расчета размерных цепей. Метод моментов.
2	Статистическое рассеяние параметров электрорадиоэлементов и компонентов РЭС.	Понятие о рассеянии случайных величин. Методы определения характеристик рассеяния контролируемого параметра. Методы статистической обработки результатов измерений значений контролируемого параметра. Законы распределения случайных величин. Распределение Пуассона. Закон равномерного распределения. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Распределение Вейбулла. Распределение Релея.
3	Виды и анализ технологических погрешностей.	Погрешности обработки, возникающие в результате смещения элементов технологической системы под действием сил. Погрешности обработки, возникающие вследствие геометрических неточностей оборудования. Погрешность наладки (настройки) технологической системы на размер. Погрешности обработки, вызываемые размерным износом инструмента. Влияние температурных деформаций на точность.
4	Погрешности элементов конструкций радиоэлектронных средств.	Элементарная составляющая полной погрешности. Погрешность, вызванная воздействием внешнего фактора. Погрешность, вызванная нестабильностью конструктивного параметра. Погрешность, вызванная технологическими допусками. Погрешность, вызванная суммой внешних факторов. Погрешность линейности. Погрешность гистерезиса. Суммарная эксплуатационная погрешность. Статистическое моделирование погрешностей (метод Монте-Карло).
5	Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств.	Взаимосвязь погрешностей, возникающих в конструктивных фрагментах элементов схем с рассеиванием электрических параметров элементов схем при их работе. Основные методики расчёта характеристик рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств.
6	Технологические погрешности параметров элементов интегральных схем	Понятие интегральной технологии изготовления элементов радиоэлектронных средств. Применение интегральной технологии при изготовлении элементов радиоэлектронных средств. Погрешности, возникающие при изготовлении функциональных узлов при применении интегральной технологии и их влияние на выходные параметры.

4.3. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Раздел учебной дисциплины	Объём в часах
1	Расчет размерных цепей	1	6
2	Изучение законов статистического рассеяния параметров электрорадиоэлементов и компонентов РЭС	2	6
3	Расчет технологических погрешностей, возникающих при изготовлении компонентов радиоэлектронных средств	3	6
4	Расчет погрешностей элементов конструкций радиоэлектронных средств.	4	6
5	Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств.	5	6
6	Расчет технологических погрешностей параметров элементов интегральных схем	6	6

5. Образовательные технологии

5.1 Лекции

При подготовке курса лекций преподаватель продумывает, на формирование каких общекультурных, профессиональных и профильных компетенций, заявленных в ГОС, направлена дисциплина. Содержание каждой лекции должно быть чётко увязано с целями и задачами учебной дисциплины, заявленными в рабочей программе. При этом лектор должен учитывать уровень базовой подготовки студентов по предшествующим дисциплинам.

Чтение лекций осуществляется по рукописному конспекту. Студенты записывают те положения, которые лектор предлагает записать. При этом лектор поясняет не под запись смысл и основные моменты, которые могут быть непонятны.

5.2 Лабораторные занятия

Лабораторные работы осуществляются частично на стендах, натурно моделирующих механические узлы и детали радиоэлектронных средств, частично на ПК, оснащённых оригинальными программами, виртуально моделирующими механические узлы и детали радиоэлектронных средств.

5.3. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрены.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1-3	Раздел 1. Основные понятия теории размерных цепей	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Основные понятия теории размерных цепей»	[1]	9
		Выполнение л. р. №1	Исследовать сборочную единицу, рассчитать размерную цепь, составить и защитить отчет		
4-6	Раздел 2. Статистическое рассеяние параметров электрорадиоэлементов и компонентов РЭС	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Статистическое рассеяние параметров электрорадиоэлементов и компонентов РЭС»	[4]	9
		Выполнение л. р. №2	Измерить параметры электрорадиоэлементов, исследовать закон их статистического рассеяния, составить и защитить отчет		
7-9	Раздел 3. Виды и анализ технологических погрешностей	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Виды и анализ технологических погрешностей»	[2]	9
		Выполнение л. р. №3	Измерить коэффициенты усиления однотипных транзисторов, вычислить характеристики технологического разброса этого параметра, составить и защитить отчет		

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
10-12	Раздел 4. Погрешности элементов конструкций радиоэлектронных средств	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Погрешности элементов конструкций радиоэлектронных средств»	[5]	9
		Выполнение л. р. №4	Измерить размеры элементов несущих конструкций радиоэлектронных средств, вычислить их отклонения и статистические оценки предельных погрешностей, составить и защитить отчет		
13-14	Раздел 5. Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств»	[3]	9
		Выполнение л. р. №5	Произвести измерения и построить математическую модель работающего узла РЭС с учетом конструкционного фактора рассеяния электрических параметров его электрорадиоэлементов и компонентов, составить и защитить отчет		
15-17	Раздел 6. Технологические погрешности параметров элементов интегральных схем	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Технологические погрешности параметров элементов интегральных схем»	[6]	9
		Выполнение л. р. №6	Рассчитать технологические погрешности параметров элементов интегральной схемы, составить и защитить отчет		

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При подготовке к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным) необходимо пользоваться конспектом лекций и соответствующими методическими материалами по теме занятий.

При подготовке к решению тестовых задач необходимо пользоваться соответствующими методическими материалами по теме тестовых задач.

При подготовке к тесту по теории и экзамену необходимо изучить все темы по списку контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 1. Основные понятия теории размерных цепей	ПК-6,7,8
2.	Проверка отчета по л. р. №1 и его защита		
3.	Экзамен		
4.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 2. Статистическое рассеяние параметров электрорадиоэлементов и компонентов РЭС	ПК-6,7,8
5.	Проверка отчета по л. р. №2 и его защита		
6.	Экзамен		
7.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 3. Виды и анализ технологических погрешностей	ПК-6,7,8
8.	Проверка отчета по л. р. №3 и его защита		
9.	Экзамен		
10.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 4. Погрешности элементов конструкций радиоэлектронных средств	ПК-6,7,8
11.	Проверка отчета по л. р. №4 и его защита		
12.	Экзамен		
13.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 5. Учет конструкционного фактора рассеяния электрических параметров электрорадиоэлементов и компонентов радиоэлектронных средств	ПК-6,7,8
14.	Проверка отчета по л. р. №5 и его защита		
15.	Экзамен		
16.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 6. Технологические погрешности параметров элементов интегральных схем	ПК-6,7,8
17.	Проверка отчета по л. р. №6 и его защита		
18.	Экзамен		

Вопросы коллоквиума для проведения текущего контроля

1 контрольная точка

1. На какие номинальные линейные размеры элементов деталей стандартизация не распространяется и почему?
2. Имеется размер со следующими параметрами: $d_{nom} = 15 \text{ мм}$; $\Delta d_{\hat{a}} = 0,01 \text{ мм}$; $\Delta d_{\hat{f}} = -0,02 \text{ мм}$. Как этот размер будет обозначен на чертеже? Обоснуйте.
3. В чем заключается принцип формирования стандартных рядов номинальных линейных размеров?
4. Имеется размер со следующими параметрами: $d_{nom} = 15 \text{ мм}$; $\Delta d_{\hat{a}} = 0,01 \text{ мм}$; $\Delta d_{\hat{f}} = -0,02 \text{ мм}$. Чему будут равны наибольший и наименьший размеры? Обоснуйте.
5. Чему равно четвертое значение номинального линейного размера ряда *Ra5*? Обоснуйте.
6. ($\Delta d_{\hat{a}} = 0,01 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,02 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = -0,01 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,02 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = 0,03 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = 0,01 \text{ мм}$). Какое из этих полей допусков невозможно и почему?
7. Чему равно третье значение третьей декады ряда *Ra5*? Обоснуйте.
8. ($\Delta d_{\hat{a}} = -0,02 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,03 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = -0,03 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,02 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = 0,04 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = 0,02 \text{ мм}$). Какое из этих полей допусков невозможно и почему?
9. Является ли номинальный линейный размер «0,003мм» стандартным? Каким стандартным рядам он принадлежит?
10. Изобразите графически следующие поля допусков: ($\Delta d_{\hat{a}} = 0,05 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = 0,01 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = -0,01 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,05 \text{ мм}$); ($\Delta d_{\hat{a}} = 0,01 \text{ мм}$, $\Delta d_{\hat{f}} = -0,01 \text{ мм}$). Обоснуйте.
11. Какой из следующих номинальных линейных размеров: «1,3мм» или «1,35мм» — является более предпочтительным? Обоснуйте.
12. Изобразите в виде схемы с указанием предельных отклонений посадку со следующими параметрами: $\Delta d_{\hat{f}} = -10 \text{ мкм}$; $\Delta d_{\hat{A}} = 0$; $\Delta D_{\hat{f}} = 16 \text{ мкм}$; $\Delta D_{\hat{A}} = 43 \text{ мкм}$. Обоснуйте.
13. Сколько стандартных номинальных значений сопротивления переменных резисторов установлено в каждой декаде? Обоснуйте.
14. На чертеже обозначено: $\varnothing 40H7$. Это поле допуска отверстия или вала? Каковы его параметры? Составьте его схему. Обоснуйте ответ.
15. Каким образом формируются стандартные номинальные значения сопротивлений переменных резисторов?
16. На чертеже обозначено: $\varnothing 40s6$. Это поле допуска отверстия или вала? Каковы его параметры? Составьте его схему. Обоснуйте ответ.
17. Сколько предельных размеров устанавливает конструктор с учётом погрешности обработки и почему? Как эти размеры называются?
18. Каковы параметры посадки $\varnothing 40H7/s6$? Она относится к системе вала или отверстия? Составьте схему посадки. Обоснуйте ответ.
19. В чём разница между предельными размерами и предельными отклонениями?
20. Какие звенья рассмотренного в лекциях вала с проточками являются увеличивающими, а какие уменьшающими? Обоснуйте.
21. Что меньше: наименьший размер или нижнее отклонение? Обоснуйте.
22. Чему равны передаточные отношения составляющих звеньев рассмотренного в лекциях вала с проточками? Обоснуйте.
23. Какие типы посадок Вы знаете. Чем посадки этих типов отличаются друг от друга?
24. Пользуясь раздаточным материалом к лекциям, определите исходный квалитет при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если $A_{cp} = 85 \text{ мм}$; $T_{cp} = 100 \text{ мкм}$.
25. Что такое наибольший зазор? Как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.

26. Пользуясь раздаточным материалом к лекциям, определите допуск первого приближения составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если номинальный размер этого звена 55мкм, а исходный квалитет IT9.
27. Нарисуйте схему посадки, покажите на ней наименьший зазор и обоснуйте.
28. Определите верхнее отклонение первого приближения j -го составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если $T_D = 300\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}D} = -200\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}D} = 100\text{мкм}$; $\xi_j = -1$; $T_j = 74\text{мкм}$.
29. Что такое действительный натяг? Как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
30. Определите нижнее отклонение первого приближения j -го составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если $T_D = 300\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}D} = -200\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}D} = 100\text{мкм}$; $\xi_j = -1$; $T_j = 74\text{мкм}$.
31. Нарисуйте схему посадки, покажите на ней наибольший натяг и обоснуйте.
32. Определите допуск составляющего звена размерной цепи, если его верхнее и нижнее отклонения равны, соответственно, 49мкм и 25мкм.
33. Как называются посадки, обеспечивающие неотрицательный наименьший натяг в соединении? Нарисуйте схему такой посадки и покажите на ней наименьший натяг.
34. Определите координату середины поля допуска составляющего звена размерной цепи, если его верхнее и нижнее отклонения равны, соответственно, 49мкм и 25мкм.
35. Как называется и для чего предназначена действующая система допусков и посадок? Что такое квалитет? Сколько интервалов номинальных размеров и квалитетов предусмотрено в действующей системе допусков и посадок?
36. Определите координату середины поля допуска Δ_{O2} составляющего звена A_2 , если $\Delta_{\hat{I}1} = 12\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}3} = 10\text{мкм}$; $\xi_1 = -1$; $\xi_2 = 1$; $\xi_3 = -1$; $\Delta_{\hat{I}D} = -50\text{мкм}$.

2 контрольная точка

1. В каком случае оба предельных отклонения считаются основными? Нарисуйте схему такого поля допуска. Обоснуйте.
2. Определите предельные отклонения составляющего звена, если его координата середины поля допуска -28мкм , а допуск 164мкм.
3. В каком соотношении находятся основные отклонения валов и отверстий, имеющие одно и то же буквенное обозначение?
4. Определите координату середины поля допуска замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев: $\xi_1 = -1$; $\xi_2 = 1$; $\xi_3 = -1$; $\Delta_{\hat{I}1} = 12\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}2} = -28\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}3} = 10\text{мкм}$.
5. Нарисуйте и поясните схему расположения основных отклонений валов.
6. Определите верхнее отклонение замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев: $\xi_1 = -1$; $\xi_2 = 1$; $\xi_3 = -1$; $\Delta_{\hat{A}1} = 49\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}2} = 54\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}3} = 4\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}1} = -25\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}2} = -110\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}3} = -2\text{мкм}$.
7. Как определить неосновное отклонение, если известны основное отклонение и допуск в рядах $A \dots H$? Напишите формулу, нарисуйте соответствующую схему посадки, обоснуйте.
8. Определите нижнее отклонение замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев: $\xi_1 = -1$; $\xi_2 = 1$; $\xi_3 = -1$; $\Delta_{\hat{A}1} = 49\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}2} = 54\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{A}3} = 4\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}1} = -25\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}2} = -110\text{мкм}$; $\Delta_{\hat{I}3} = -2\text{мкм}$.
9. Как определить неосновное отклонение, если известны основное отклонение и допуск в рядах $a \dots h$? Напишите формулу, нарисуйте соответствующую схему посадки, обоснуйте.
10. Чему равны передаточные отношения звеньев размерной цепи по РМ Рис. 1? Обоснуйте.

11. Что такое посадка в системе отверстия? Какой ряд основных отклонений назначается для отверстия в системе отверстия? Нарисуйте схему соответствующего поля допуска.
12. Определите номинальный размер звена A_1 размерной цепи по РМ Рис. 1, если $A_2 = 80$; $A_3 = 120$; $A_4 = 80$; $A_D = 0,5$.
13. Какие ряды основных отклонений предназначены для образования подвижных, переходных и неподвижных посадок? Обоснуйте с помощью схем расположения рядов основных отклонений.
14. Определите допуск T_j звена размерной цепи, если $\Delta_{\hat{A}_j} = 150$, а $\Delta_{\hat{f}_j} = -150$.
15. Приведите пример ситуации, когда посадку следует назначать в системе вала. Обоснуйте.
16. Определите координату середины поля допуска Δ_{O_j} звена размерной цепи, если $\Delta_{\hat{A}_j} = 150$, а $\Delta_{\hat{f}_j} = -150$.
17. Какие размеры вала с проточками, рассмотренного в лекциях, являются составляющими звеньями? Какой размер этой детали является замыкающим звеном? Обоснуйте.
18. Определите исходный квалитет для расчёта размерной цепи методом полной взаимозаменяемости, если $m = 5$; $A_1 = 136,5$; $A_2 = 80$; $A_3 = 120$; $A_4 = 80$; $T_D = 0,3$.
19. Что такое координата середины поля допуска и как её определить на основании известных предельных отклонений? Поясните графически.
20. Поле допуска замыкающего звена размерной цепи $0,5 \pm 0,15$. Допуск одного из составляющих звеньев 36 мкм. Назначьте предельные отклонения и координату середины поля допуска первого приближения этого составляющего звена при расчёте по методу полной взаимозаменяемости.
21. Напишите и поясните формулу для вычисления координаты середины поля допуска замыкающего звена размерной цепи.
22. В некоторой размерной цепи $m = 5$; $A_1 = 136,5$; $A_2 = 80$; $A_3 = 120$; $A_4 = 80$; $T_D = 300$. Расчёт первого приближения по методу полной взаимозаменяемости даёт: $T_1 = 100$; $T_2 = 36$; $T_3 = 87$; $T_4 = 36$. Переопределите тот из указанных параметров, который следует переопределить.
23. Как определить предельные отклонения звена размерной цепи, если известны его координата середины поля допуска и допуск? Поясните графически.
24. В размерной цепи $m = 5$; $\xi_1 = 1$; $\xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = -1$; $\Delta_{\hat{A}_1} = 70,5$; $\Delta_{\hat{A}_2} = 18$; $\Delta_{\hat{A}_3} = 43,5$; $\Delta_{\hat{A}_4} = 18$. Для каждого звена этой размерной цепи выполняется условие $\Delta_{\hat{f}_j} = -\Delta_{\hat{A}_j}$. Определите верхнее отклонение замыкающего звена этой размерной цепи.
25. Как определить нижнее отклонение замыкающего звена размерной цепи, если известны предельные отклонения и передаточные отношения составляющих звеньев этой размерной цепи? Напишите и поясните формулу.
26. В размерной цепи $m = 5$; $\xi_1 = 1$; $\xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = -1$; $\Delta_{\hat{A}_1} = 70,5$; $\Delta_{\hat{A}_2} = 18$; $\Delta_{\hat{A}_3} = 43,5$; $\Delta_{\hat{A}_4} = 18$. Для каждого звена этой размерной цепи выполняется условие $\Delta_{\hat{f}_j} = -\Delta_{\hat{A}_j}$. Определите нижнее отклонение замыкающего звена этой размерной цепи.
27. Напишите и поясните формулу для вычисления среднего допуска составляющих звеньев размерной цепи при расчёте по способу максимума-минимума.
28. В размерной цепи $m = 5$; $\xi_1 = 1$; $\xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = -1$. Вероятности попадания действительных отклонений составляющих звеньев в окрестности их предельных отклонений

- равны 0,03 каждая. Чему равна вероятность попадания действительного отклонения замыкающего звена в аналогичную окрестность его верхнего отклонения? Обоснуйте.
29. Что такое плотность распределения случайной величины? Напишите и поясните формулу. Какова размерность плотности распределения? Обоснуйте.
30. Пользуясь справочными таблицами, приведёнными в РМ к лекциям, определите значение плотности распределения нормально распределённой случайной величины r при $r=80$ мкм, если математическое ожидание этой случайной величины $a=60$ мкм, а среднеквадратичное отклонение $\sigma=20$ мкм.
31. Напишите и поясните формулу для вычисления математического ожидания дискретной случайной величины на основании известных вероятностей появления возможных значений этой случайной величины.
32. Пользуясь справочными таблицами, приведёнными в РМ к лекциям, определите значение плотности распределения нормально распределённой случайной величины r при $r=40$ мкм, если математическое ожидание этой случайной величины $a=60$ мкм, а среднеквадратичное отклонение $\sigma=20$ мкм.
33. Напишите и поясните формулу для определения дисперсии дискретной случайной величины на основании известных вероятностей появления возможных значений этой случайной величины и её математического ожидания.
34. Пользуясь справочными таблицами, приведёнными в РМ к лекциям, определите вероятность того, что нормально распределённая случайная величина r принимает значения в интервале между $r_1=60$ мкм и $r_2=80$ мкм, если математическое ожидание этой случайной величины $a=60$ мкм, а среднеквадратичное отклонение $\sigma=20$ мкм.
35. Как определить среднеквадратичное отклонение действительного отклонения замыкающего звена размерной цепи, если известны среднеквадратичные отклонения составляющих звеньев этой размерной цепи? Напишите и поясните формулу.
36. Пользуясь справочными таблицами, приведёнными в РМ к лекциям, определите вероятность того, что нормально распределённая случайная величина r принимает значения в интервале между $r_1=40$ мкм и $r_2=80$ мкм, если математическое ожидание этой случайной величины $a=60$ мкм, а среднеквадратичное отклонение $\sigma=20$ мкм.

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету

Вопросы для проведения промежуточной аттестации

1. Для чего необходима стандартизация номинальных линейных размеров элементов деталей?
2. Допускается ли применение нестандартной номинальной длины вала? объясните причину.
3. Чему равен знаменатель ряда номинальных линейных размеров $Ra20$? Обоснуйте.
4. Напишите стандартное обозначение ряда номинальных линейных размеров, в третьей декаде которого 40 значений. Чему равен знаменатель этого ряда? Обоснуйте.
5. Чему равно стандартное второе значение нулевой декады ряда $Ra10$? Обоснуйте.
6. Какой из следующих номинальных линейных размеров: «1,3мм» или «1,2мм» — является более предпочтительным? Обоснуйте.
7. Для каких размеров допускается применять числа из ряда $R160$ по ГОСТ8032-84?
8. Чему равно четвертое стандартное значение второй декады ряда $E6$? Обоснуйте.
9. Какой из рядов номинальных значений основного параметра установлен для емкостей конденсаторов, а для сопротивлений резисторов не установлен? Обоснуйте.
10. В чём разница между действительным размером и действительным отклонением? Какая из этих величин больше? Обоснуйте.
11. Что больше: наибольший размер или верхнее отклонение? Обоснуйте.
12. Как называются охватывающие и охватываемые размеры в теории допусков и посадок?
13. Что такое действительный зазор? Как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
14. Нарисуйте схему посадки, покажите на ней наибольший зазор и обоснуйте.
15. Как называются посадки, обеспечивающие неотрицательный наименьший зазор в соединении? Нарисуйте схему такой посадки и покажите на ней наименьший зазор.
16. Что такое наибольший натяг? Как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
17. Нарисуйте схему посадки, покажите на ней наименьший натяг и обоснуйте.
18. Как называются посадки, обеспечивающие положительные наибольший зазор и натяг одновременно? Нарисуйте схему такой посадки и покажите на ней наибольшие зазор и натяг. Обоснуйте.
19. Какое из предельных отклонений считается основным? Нарисуйте схемы полей допусков с отрицательным и положительным основными отклонениями. Покажите основные отклонения на этих схемах. Обоснуйте.
20. Сколько рядов основных отклонений предусмотрено в действующей системе допусков и посадок? Перечислите их обозначения.
21. Нарисуйте и поясните схему расположения основных отклонений отверстий.
22. В каких рядах основных отклонений отверстий и валов оба предельных отклонения являются основными и почему?
23. Как определить неосновное отклонение, если известны основное отклонение и допуск в рядах $K \dots ZC$? Напишите формулу, нарисуйте соответствующую схему посадки, обоснуйте.
24. Как определить неосновное отклонение, если известны основное отклонение и допуск в рядах $k \dots zc$? Напишите формулу, нарисуйте соответствующую схему посадки, обоснуйте.
25. Что такое посадка в системе вала? Какой ряд основных отклонений назначается для вала в системе вала? Нарисуйте схему соответствующего поля допуска.
26. Какие посадки — в системе вала или в системе отверстия — наиболее распространены и почему?

27. Известны параметры звена A_D . Требуется определить параметры звеньев A_1, A_2, A_3 . К какому классу задач расчёта размерных цепей эта задача относится? Обоснуйте.
28. Что общего и в чём различие между увеличивающим и уменьшающим звеном размерной цепи?
29. Напишите и поясните формулу для вычисления номинального размера замыкающего звена размерной цепи.
30. Напишите и поясните формулу для вычисления допуска замыкающего звена размерной цепи.
31. Как определить верхнее отклонение замыкающего звена размерной цепи, если известны предельные отклонения и передаточные отношения составляющих звеньев этой размерной цепи? Напишите и поясните формулу.
32. Напишите и поясните формулу для вычисления среднего номинального размера составляющих звеньев размерной цепи при расчёте по способу максимума-минимума.
33. В чём преимущества и каковы недостатки расчёта размерных цепей на базе теории вероятностей по сравнению с методом полной взаимозаменяемости?
34. Как определить вероятность попадания непрерывной случайной величины r в интервал от r_1 до r_2 на основании известной кривой распределения $f(r)$? Поясните графически.
35. Напишите и поясните формулу для вычисления математического ожидания непрерывной случайной величины на основании известной функции плотности распределения этой случайной величины.
36. Напишите и поясните формулу для определения математического ожидания непрерывной случайной величины на основании известной функции плотности распределения этой случайной величины и её математического ожидания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств»

а) основная литература:

1. Дунаев, П.Ф. Расчет допусков размеров [Электронный ресурс] : / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 400 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=736 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
2. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 475 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41019 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
3. Муханин, Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 282 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=275 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

б) дополнительная литература:

1. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 376 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2779 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

2. Зырянов, Ю.Т. Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67469 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

3. Малкин, В.С. Техническая диагностика [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64334 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ГОСТ 25346-2013 (ISO 286 – 1:2010): Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки [Электронный ресурс] — URL: http://standartgost.ru/g/ГОСТ_25346-2013

2. РД 50-635-87: Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей [Электронный ресурс] — URL: http://standartgost.ru/g/РД_50-635-87

3. Программа КОМПАС-3D.

г) методические материалы по проведению лабораторных занятий:

1. Безъязычный, В.Ф. Лабораторные и практические работы по технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 600 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37006 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

2. Кайнова, В.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61361 (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

7. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля):

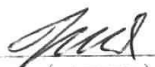
— технические средства специализированной лаборатории, (кафедра КиПРА, ауд. 3-001);

— вычислительная техника компьютерного класса, (кафедра КиПРА, а. 3-313).

Рабочая программа дисциплины «Теория точности в конструировании и технологии радиоэлектронных средств» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств».

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. КиПРА,

 Григорьев А. В.
(подпись)


Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры КиПРА.

Протокол № 3
года

от «21» марта 2016

Зав. кафедрой КиПРА,
д.т.н., профессор


 Юрков Н.К.
(подпись)

Программа одобрена методической комиссией ФПИТЭ

Протокол № 6
года

от «25» марта 2016

Председатель методической комиссии ФПИТЭ,
к.т.н., доцент

 Задера А.В.
(подпись)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата подпись зав. кафед- рой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2015/16					

Примечание — Тексты изменений прилагаются.