

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФПИТЭ  
  
В.Д.Кревчик  
« 21 »  2016 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.2.19.1 – Конструирование механизмов и несущих конструкций 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**

Изучение основ конструирования механизмов и электромеханических устройств, взаимозаменяемости и стандартизации при конструировании механических устройств радиоэлектронных средств, приобретение навыков расчёта механизмов радиоэлектронных средств, их деталей и узлов, несущих конструкций, назначения допусков и посадок, расчёта размерных цепей, конструирования механизмов радиоэлектронных средств с применением пакетов компьютерных программ.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Конструирование механизмов и несущих конструкций РЭС» в учебном плане имеет индекс Б1.2.19.1 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 «Конструирование механизмов и несущих конструкций РЭС» 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).
- Химия и электрохимия (Б1.1.10).
- Промышленная экология (Б1.1.11).
- Материалы конструкций электронных средств (Б1.1.21).
- 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 «Конструирование механизмов и несущих конструкций РЭС»

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
ОПК-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	<b>Знать:</b> правила компьютерного оформления и редактирования чертежей механических деталей и узлов электронных средств
		<b>Уметь:</b> создавать чертёжно-графическую документацию механических устройств радиоэлектронной аппаратуры в компьютерном программном пакете «Компас»
		<b>Владеть:</b> основными методиками и приёмами создания чертёжно-графической документации механических изделий радиоэлектронной аппаратуры
ПК-5	готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств	<b>Знать:</b> основные приёмы и методики сбора и анализа исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств
		<b>Уметь:</b> применять стандартные методики сбора и анализа исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств
		<b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств

#### 4 Структура и содержание дисциплины «Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 6 зачетных единиц, 216 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												
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену	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.
1.	Раздел 1 Назначение и основные требования к механизмам и электромеханическим устройствам РЭС	5	1-2	8	4		4	12	4		4	4	1-2	1-2	2				1-2	
1.1.	Тема 1.1 Механизмы РЭС, их назначение и тенденции в развитии, классификация по функциональному назначению и конструктивным особенностями	5	1-2	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	1-2	1-2	2				1-2	

	стям																		
1.2	<b>Тема 1.2</b> Оценка условий работы механизмов и несущих конструкций РЭС. Характеристика климатических и механических воздействий. Методы защиты от климатических и механических воздействий. Виды нагрузок, испытываемых механическими узлами РЭС. Оценка перегрузок и их учет при расчете деталей и узлов РЭС	5	1-2	2	1		1	4	1,5		1	1,5	1-2	1-2	2				1-2
1.3	<b>Тема 1.3</b> Основные требования к механическим устройствам РЭС. Точность, прочность, жесткость, технологичность и надежность	5	1-2	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	1-2	1-2	2				1-2
2	<b>Раздел 2 Основы теории допусков и посадок</b>	<b>5</b>	<b>3-4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3-4</b>	<b>3-4</b>	<b>3-4</b>				<b>3-4</b>
2.1.	<b>Тема 2.1</b> Поле допуска и допуск. Графическое изображение полей допусков. Понятие посадки	5	3-4	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	3-4	3-4	3-4				3-4
2.2.	<b>Тема 2.2</b> Отверстие и вал в теории допусков и посадок. Предельные размеры и предельные отклонения	5	3-4	2	1		1	4	1,5		1	1,5	3-4	3-4	3-4				3-4
2.3	<b>Тема 2.3</b> Предельные зазоры и натяги. Посадки подвижные, неподвижные и переходные. Графическое изображение посадок	5	3-4	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	3-4	3-4	3-4				3-4

3.	<b>Раздел 3 Действующая система допусков и посадок</b>	5	5-6	8	4		4	12	4		4	4	5-6	5-6	5-6				5-6	
3.1	<b>Тема 3.1</b> Стандартные интервалы размеров и качества. Отклонения основные и неосновные	5	5-6	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	5-6	5-6	5-6				5-6	
3.2	<b>Тема 3.2</b> Ряды основных отклонений. Определение неосновного отклонения по известным основным отклонениям и допуску	5	5-6	2	1		1	4	1,5		1	1,5	5-6	5-6	5-6				5-6	
3.3.	<b>Тема 3.3</b> Посадки в системе отверстия и в системе вала. Обозначение посадок в технической документации	5	5-6	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	5-6	5-6	5-6				5-6	
4.	<b>Раздел 4 Основные понятия теории размерных цепей</b>	5	7-8	8	4		4	12	4		4	4	7-8	7-8	7-8				7-8	
4.1.	<b>Тема 4.1</b> Определение размерной цепи. Плоские и пространственные размерные цепи. Составляющие звенья размерной цепи. Понятие об увеличивающих, уменьшающих и замыкающих звеньях	5	7-8	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	7-8	7-8	7-8				7-8	
4.2.	<b>Тема 4.2</b> Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости. Метод равной точности	5	7-8	2	1		1	4	1,5		1	1,5	7-8	7-8	7-8				7-8	

4.3	<b>Тема 4.3</b> Метод равных допусков. Вероятностный метод расчета размерных цепей. Метод моментов	5	7-8	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	7-8	7-8	7-8				7-8	
5.	<b>Раздел 5 Основы проектирования несущих конструкций РЭС</b>	5	9-10	8	4		4	12	4		4	4	9-10	9-10	9-10				9-10	
5.1.	<b>Тема 5.1</b> Основные вопросы, решаемые при разработке несущих конструкций РЭС	5	9-10	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	9-10	9-10	9-10				9-10	
5.2.	<b>Тема 5.2</b> Каркасные и бескаркасные пластинчатые конструкции. Конструкции типа шасси, панелей	5	9-10	2	1		1	4	1,5		1	1,5	9-10	9-10	9-10				9-10	
5.3.	<b>Тема 5.3</b> Конструкции стоек, блоков, шкафов. Направляющие в несущих конструкциях РЭС	5	9-10	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	9-10	9-10	9-10				9-10	
6.	<b>Раздел 6 Корпусы и корпусные детали механизмов РЭС. Соединение деталей в механизмах РЭС</b>	5	11-12	8	4		4	12	4		4	4	11-12	11-12	11-12				11-12	
6.1.	<b>Тема 6.1</b> Корпусы механизмов и несущие конструкции РЭС. Их назначение и виды. Способы изготовления. Уплотнения, методы герметизации. Особенности расчета при статических и динамических нагрузках	5	11-12	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	11-12	11-12	11-12				11-12	
6.2.	<b>Тема 6.2</b> Конструирование корпусных деталей. Выбор материалов. покрытия и термо-	5	11-12	2	1		1	4	1,5		1	1,5	11-12	11-12	11-12				11-12	

	обработка. Прочность и жесткость. Расчет действующих и допускаемых напряжений																		
6.3.	<b>Тема 6.3</b> Соединения деталей. Неразъемные: расклепыванием, сваркой, пайкой и склеиванием, их конструкция и расчет на прочность. Разъемные: резьбовые, штифтовые, шпоночные и шлицевые, их конструкция и расчет	5	11-12	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	11-12	11-12	11-12				11-12
7.	<b>Раздел 7 Механизмы приводов поворотных антенн</b>	5	13-14	8	4		4	12	4		4	5	13-14	13-14	13-14				13-14
7.1.	<b>Тема 7.1</b> Электродвигатели постоянного и переменного тока. Общие сведения из теории, их свойств и конструкция. Механические характеристики. Рекомендации по их выбору и применению	5	13-14	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	13-14	13-14	13-14				13-14
7.2.	<b>Тема 7.2</b> Сельсины. Общие сведения и свойства сельсинной передачи	5	13-14	2	1		1	4	1,5		1	2	13-14	13-14	13-14				13-14
7.3.	<b>Тема 7.3</b> Потенциометры. Общие сведения и свойства потенциометрической передачи	5	13-14	3	1,5		1,5	4	1		1,5	2	13-14	13-14	13-14				13-14
8.	<b>Раздел 8 Основные положения теории зацепления зубчатых колёс</b>	5	15-16	8	4		4	12	4		4	4	15-16	15-16	15-16				15-16



8.1.	<b>Тема 8.1</b> Зубчатое колесо, колесо, шестерня. Полнос зацепления. Ступень зубчатой передачи. Коэффициент замедления ступени зубчатой передачи. Межосевое расстояние	5	15-16	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	15-16	15-16	15-16				15-16	
8.2.	<b>Тема 8.2</b> Модуль зацепления. Соотношение между моментом на валу зубчатого колеса и его угловой скоростью. Мощность при вращательном движении	5	15-16	2	1		1	4	1,5		1	1,5	15-16	15-16	15-16				15-16	
8.3.	<b>Тема 8.3</b> Деталь. Звено. Кинематическая пара. Элемент кинематической пары	5	15-16	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	15-16	15-16	15-16				15-16	
	<b>Раздел 9 Многоступенчатая зубчатая передача</b>	<b>5</b>	<b>17-18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>17-18</b>	<b>17-18</b>	<b>17-18</b>				<b>17-18</b>	
	<b>Тема 9.1</b> Структурные и кинематические схемы зубчатых передач. Коэффициент замедления многоступенчатой зубчатой передачи	5	17-18	3	1,5		1,5	4	1,5		1,5	1	17-18	17-18	17-18				17-18	
	<b>Тема 9.2</b> Паразитная шестерня. Угол мёртвого хода и его минимизация	5	17-18	2	1		1	4	1,5		1	1,5	17-18	17-18	17-18				17-18	
	<b>Тема 9.3</b> Расчёт зубчатых передач на изгибную прочность. Циклы нагружения зубчатых колёс. Расчёт зубчатых передач на контактную прочность	5	17-18	3	1,5		1,5	4	1		1,5	1,5	17-18	17-18	17-18				17-18	

	<i>Курсовая работа (проект) 36 часов</i>	<b>5</b>																	
	<i>Подготовка к экзамену 36 часов</i>	<b>5</b>																	
	<b>Общая трудоемкость, в часах: 216</b>	<b>5</b>		72	36		36	144	48		48	48	<b>Промежуточная аттестация</b>						
													<b>Форма</b>	<b>Семестр</b>					
													<b>Зачет</b>	–					
													<b>Экзамен</b>	<b>5</b>					

## 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Назначение и основные требования к механизмам и электромеханическим устройствам РЭС	Механизмы РЭС, их назначение и тенденции в развитии, классификация по функциональному назначению и конструктивным особенностям. Оценка условий работы механизмов и несущих конструкций РЭС. Характеристика климатических и механических воздействий. Методы защиты от климатических и механических воздействий. Виды нагрузок, испытываемых механическими узлами РЭС. Оценка перегрузок и их учет при расчете деталей и узлов РЭС. Основные требования к механическим устройствам РЭС. Точность, прочность, жесткость, технологичность и надежность.
2	Основы теории допусков и посадок	Отверстие и вал в теории допусков и посадок. Предельные размеры и предельные отклонения. Поле допуска и допуск. Графическое изображение полей допусков. Понятие посадки. Предельные зазоры и натяги. Посадки подвижные, неподвижные и переходные. Графическое изображение посадок.
3	Действующая система допусков и посадок	Стандартные интервалы размеров и качества. Отклонения основные и неосновные. Ряды основных отклонений. Определение неосновного отклонения по известным основному отклонению и допуску. Посадки в системе отверстия и в системе вала. Обозначение посадок в технической документации.
4	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.
5	Основы проектирования несущих конструкций РЭС	Основные вопросы, решаемые при разработке несущих конструкций РЭС. Каркасные и бескаркасные пластинчатые конструкции. Конструкции типа шасси, панелей. Конструкции стоек, блоков, шкафов. Направляющие в несущих конструкциях РЭС.
6	Корпусы и корпусные детали механизмов РЭС. Соединение деталей в механизмах РЭС.	Корпусы механизмов и несущие конструкции РЭС. Их назначение и виды. Способы изготовления. Уплотнения, методы герметизации. Особенности расчета при статических и динамических нагрузках. Конструирование корпусных деталей. Выбор материалов. покрытия и термообработка. Прочность и жесткость. Расчет действующих и допускаемых напряжений. Соединения деталей. Неразъемные: расклепыванием, сваркой, пайкой и склеиванием, их конструкция и расчет на прочность. Разъемные: резьбовые, штифтовые, шпоночные и шлицевые, их конструкция и расчет.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
7	Механизмы приводов поворотных антенн	Электродвигатели постоянного и переменного тока. Общие сведения из теории, их свойств и конструкция. Механические характеристики. Рекомендации по их выбору и применению. Сельсины. Общие сведения и свойства сельсинной передачи. Потенциометры. Общие сведения и свойства потенциометрической передачи.
8	Основные положения теории зацепления зубчатых колёс	Зубчатое колесо, колесо, шестерня. Полнос зацепления. Ступень зубчатой передачи. Коэффициент замедления ступени зубчатой передачи. Межосевое расстояние. Модуль зацепления. Соотношение между моментом на валу зубчатого колеса и его угловой скоростью. Мощность при вращательном движении. Деталь. Звено. Кинематическая пара. Элемент кинематической пары.
9	Многоступенчатая зубчатая передача	Структурные и кинематические схемы зубчатых передач. Коэффициент замедления многоступенчатой зубчатой передачи. Паразитная шестерня. Угол мёртвого хода и его минимизация. Расчёт зубчатых передач на изгибную прочность. Циклы нагружения зубчатых колёс. Расчёт зубчатых передач на контактную прочность.

### 4.3. Лабораторные занятия

№№ п / п	Наименование лабораторных работ	Раздел учебной дисциплины	Объем в часах
1	Исследование статического момента электромагнитной муфты	1	4
2	Определение зазоров и натягов в сопряжении деталей	2	4
3	Измерение сопрягаемых размеров деталей, определение их качеств точности и построение посадок	3	4
4	Построение и расчет размерных цепей механизмов РЭС	4	4
5	Исследование несущих конструкций РЭС	5	4
6	Исследование прочности несущих конструкций при знакопеременных нагрузках	6	4
7	Исследование кинематики и точности механизмов дистанционной передачи на сельсинах	7	4
8	Исследование мертвого хода и потерь на трение в зубчатой передаче	8	4
9	Исследование кинематики и точности механизмов ручной настройки и отсчетных устройств	9	4

## 5. Образовательные технологии

### 5.1 Лекции

При подготовке курса лекций преподаватель продумывает, на формирование каких 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.

## 5.4 Курсовой проект

В курсовом проекте студенту предлагается учебное проектирование редуктора потенциометрической следящей системы в соответствии с вариантом технического задания, выдаваемым преподавателем.

## 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
1-2	Раздел 1. Назначение и основные требования к механизмам и электромеханическим устройствам РЭС	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Назначение и основные требования к механизмам и электромеханическим устройствам РЭС»	[1]	12
		Выполнение л. р. №1	Исследовать статический момент электромагнитной муфты, составить и защитить отчет		

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
3-4	Раздел 2. Основы теории допусков и посадок	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Основы теории допусков и посадок»	[3]	12
		Выполнение л. р. №2	Определить зазоры и натяги в сопряжениях деталей, составить и защитить отчет		
5-6	Раздел 3. Действующая система допусков и посадок	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Действующая система допусков и посадок»	[3]	12
		Выполнение л. р. №3	Измерить сопрягаемые размеры деталей, определить их качества точности и построить посадки. Составить и защитить отчет		
7-8	Раздел 4. Основные понятия теории размерных цепей	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Основные понятия теории размерных цепей»	[3]	12
		Выполнение л. р. №4	Построить и рассчитать размерную цепь механизма РЭС. Составить и защитить отчет		

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
9-10	Раздел 5. Основы проектирования несущих конструкций РЭС	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Основы проектирования несущих конструкций РЭС»	[4]	12
		Выполнение л. р. №5	Исследовать несущую конструкцию механизма РЭС. Составить и защитить отчет		
11-12	Раздел 6. Корпусы и корпусные детали механизмов РЭС. Соединение деталей в механизмах РЭС	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Корпусы и корпусные детали механизмов РЭС. Соединение деталей в механизмах РЭС»	[4]	12
		Выполнение л. р. №6	Исследовать на прочность несущую конструкцию механизма РЭС при знакопеременных нагрузках. Составить и защитить отчет		
13-14	Раздел 7. Механизмы приводов поворотных антенн	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Механизмы приводов поворотных антенн»	[2]	12
		Выполнение л. р. №7	Исследовать кинематику и точность механизма дистанционной передачи на сельсинах. Составить и защитить отчет		

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
15-16	Раздел 8. Основные положения теории зацепления зубчатых колёс	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Основные положения теории зацепления зубчатых колёс»	[2]	12
		Выполнение л. р. №8	Исследовать мертвый ход и потери на трение в зубчатой передаче. Составить и защитить отчет		
17-18	Раздел 9. Многоступенчатая зубчатая передача	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Курсовое проектирование. Подготовка к экзамену.	Изучить тему: «Многоступенчатая зубчатая передача»	[2]	12
		Выполнение л. р. №8	Исследовать кинематику и точность механизма ручной настройки и отсчетного устройства. 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 выполнении предварительного расчета необходимо пользоваться описанием соответствующей лабораторной работы.

При оформлении отчета по лабораторной работе необходимо включить в него титульный лист, предварительный расчет, схему эксперимента, таблицу с результатами эксперимента, результаты обработки экспериментальных данных и выводы по работе в соответствии с примером оформления соответствующей лабораторной работы.

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

При выполнении проектной работы необходимо пользоваться методическими указаниями к курсовому проектированию, программным пакетом проектирования КОМПАС.



При подготовке к коллоквиумам 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	2	3	4
1.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 1. Назначение и основные требования к механизмам и электромеханическим устройствам РЭС	ОПК-4
2.	Проверка отчета по л. р. №1 и его защита		
3.	Курсовое проектирование		
4.	Экзамен		
5.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 2. Основы теории допусков и посадок	ПК-5
6.	Проверка отчета по л. р. №2 и его защита		
7.	Курсовое проектирование		
8.	Экзамен		
9.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 3. Действующая система допусков и посадок	ПК-5
10.	Проверка отчета по л. р. №3 и его защита		
11.	Курсовое проектирование		
12.	Экзамен		
13.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 4. Основные понятия теории размерных цепей	ПК-5
14.	Проверка отчета по л. р. №4 и его защита		
15.	Курсовое проектирование		
16.	Экзамен		
17.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 5. Основы проектирования несущих конструкций РЭС	ОПК-4
18.	Проверка отчета по л. р. №5 и его защита		
19.	Курсовое проектирование		
20.	Экзамен		

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	2	3	4
21.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 6. Корпусы и корпусные детали механизмов РЭС. Соединение деталей в механизмах РЭС	ОПК-4
22.	Проверка отчета по л. р. №6 и его защита		
23.	Курсовое проектирование		
24.	Экзамен		
25.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 7. Механизмы приводов поворотных антенн	ПК-5
26.	Проверка отчета по л. р. №7 и его защита		
27.	Курсовое проектирование		
28.	Экзамен		
29.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 8. Основные положения теории зацепления зубчатых колёс	ПК-5
30.	Проверка отчета по л. р. №8 и его защита		
31.	Курсовое проектирование		
32.	Экзамен		
33.	Коллоквиум по лекционному материалу	Раздел 9. Многоступенчатая зубчатая передача	ПК-5
34.	Проверка отчета по л. р. №9 и его защита		
35.	Курсовое проектирование		
36.	Экзамен		

### ***Вопросы для собеседования***

*При проверке отчетов по лабораторным работам и их защите* проверяется наличие всех необходимых разделов отчета и правильность их оформления в соответствии с примером оформления. Перечень вопросов для защиты приводится в методических указаниях к соответствующей лабораторной работе.

### ***Вопросы коллоквиума для проведения текущего контроля***

#### **1 контрольная точка**

1. Что общего и в чём различие между зубчатым колесом, колесом и шестерней в зубчатой передаче?
2. Что такое полюс зацепления и как определить его скорость, если известны угловая скорость и диаметр шестерни?

3. Что такое коэффициент замедления ступени зубчатой передачи? Выведите формулу для его вычисления по известным диаметрам зубчатых колёс?
4. Что такое модуль зацепления и в каких единицах он измеряется?
5. Будут ли вращаться в зацеплении зубчатые колёса с разными модулями? Обоснуйте ответ.
6. Что такое межосевое расстояние? Как его определить, если известны модуль и диаметры зубчатых колёс? Обоснуйте ответ.
7. Почему момент на валу зубчатого колеса обратно пропорционален угловой скорости вращения этого зубчатого колеса?
8. Чему равна мощность при вращательном движении? Обоснуйте.
9. Что такое деталь, звено, кинематическая пара и её элемент, кинематическая цепь?
10. На каком теоретическом положении основан принцип построения структурных и кинематических схем механизмов? Что общего и каковы различия между этими видами схем?
11. Из каких деталей, звеньев и кинематических пар состоят зубчатые передачи? Что собой представляют элементы кинематических пар зубчатых передач? Являются ли зубчатые передачи кинематическими цепями?
12. Что такое ступень зубчатой передачи и какое минимальное количество зубчатых колёс содержит многоступенчатая зубчатая передача? В чём разница между редуктором и мультипликатором?
13. Как определить коэффициент замедления многоступенчатой зубчатой передачи, если известны коэффициенты замедления её ступеней? Обоснуйте.
14. На каком валу последовательного многоступенчатого редуктора развивается наибольшая мощность? Который из валов такого редуктора нагружен наибольшим моментом? Обоснуйте.
15. Что такое «паразитная шестерня» и для чего она применяется?
16. Что такое угол мёртвого хода? В каком порядке следует располагать ступени зубчатых редукторов для его минимизации? Обоснуйте.
17. Для чего необходимо рассчитывать зубчатые передачи на изгибную и на контактную прочность?
18. По каким зубчатым колёсам осуществляется расчёт многоступенчатых зубчатых передач на изгибную прочность и почему?
19. Какой цикл нагружения называется симметричным. Поясните с помощью эскиза.
20. Какой цикл нагружения называется пульсационным. Поясните с помощью эскиза.
21. При каком цикле нагружения зубчатых колёс — симметричном или пульсационном — допускаемое контактное напряжение больше и во сколько раз? Поясните с помощью формул.
22. Что такое предел прочности материала зубчатых колёс? Как определяют допускаемые напряжения при расчёте зубчатых колёс на изгибную прочность?
23. Как определить минимально допустимый модуль зацепления, если известно минимально допустимое межосевое расстояние? Обоснуйте.
24. Что такое приведённый модуль упругости материалов зубчатых колёс и в каких единицах он измеряется?
25. Объясните смысл понятий: базовый и верхний пределы контактной выносливости, базовое и нижнее количество циклов нагружения.
26. Что понимается под отверстием и валом в теории допусков и посадок? В чём различие между номинальным и действительным размерами?
27. В чём разница между предельными размерами и предельными отклонениями? Что такое допуск?

28.  $(\Delta d_a = 0,01, \Delta d_i = -0,02)$ ;  $(\Delta d_a = -0,02, \Delta d_i = -0,02)$   $(\Delta d_a = 0,03, \Delta d_i = 0,01)$ ;  $(\Delta d_a = -0,03, \Delta d_i = -0,02)$ ;  $(\Delta d_a = -0,02, \Delta d_i = -0,03)$ . Какие из этих полей допусков невозможны и почему?
29. Изобразите графически следующие поля допусков:  $(\Delta d_a = 0,05, \Delta d_i = 0,01)$ ;  $(\Delta d_a = -0,01, \Delta d_i = -0,05)$ ;  $(\Delta d_a = -0,03, \Delta d_i = -0,02)$ ;  $(\Delta d_a = 0,01, \Delta d_i = -0,02)$ .
30. Что такое наибольший зазор и как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
31. Что такое наименьший зазор и как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
32. Что такое наибольший натяг и как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
33. Что такое наименьший натяг и как его выразить через предельные отклонения отверстия и вала? Обоснуйте.
34. Какие посадки называются неподвижными? Изобразите графически такие посадки в системе отверстия и в системе вала, не указывая цифрами предельные отклонения.
35. Какие посадки называются переходными? Изобразите графически такие посадки в системе отверстия и в системе вала, не указывая цифрами предельные отклонения.
36. Какие посадки называются подвижными? Изобразите графически такие посадки в системе отверстия и в системе вала, не указывая цифрами предельные отклонения.
37. Что такое допуск посадки? Для чего он применяется? Какова зависимость допуска посадки от того подвижная это посадка, неподвижная или переходная.
38. Что такое средний зазор и средний натяг? Выведите формулу для вычисления среднего натяга по известному среднему зазору.
39. Какой знак имеют средний зазор и средний натяг у подвижных и неподвижных посадок? Обоснуйте графически.
40. Если допуски посадок равны, то у каких посадок средний зазор больше: у подвижных или переходных — и почему? Обоснуйте графически.
41. 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?
42. Какое из предельных отклонений считается основным? Сколько рядов основных отклонений предусмотрено в действующей системе допусков и посадок? Как они обозначаются?
43. Что такое посадки в системе отверстия и в системе вала? Из каких рядов назначаются предельные отклонения отверстий в системе отверстия и валов в системе вала?
44. Как обозначаются посадки? Приведите примеры обозначений посадок в системе отверстия и в системе вала.
45. Какие посадки — в системе отверстия или в системе вала — наиболее распространены и почему?
46. Приведите пример ситуации, когда посадку следует назначать в системе вала. Обоснуйте.
47. В каких рядах отклонений оба предельных отклонения являются основными и почему? Изобразите графически поле допуска в этих рядах отклонений.
48. Как определить неосновное отклонение, если известно основное отклонение и допуск в различных рядах отклонений?
49. Какие ряды основных отклонений предназначены для образования подвижных, переходных и неподвижных посадок?
50. Как обозначаются в технической документации поля допусков в соответствии с действующей системой допусков и посадок?
51. Перечислите и охарактеризуйте виды трения между сопрягаемыми деталями механизмов? При каком из них обеспечивается наименьший износ трущихся поверхностей?

## 2 контрольная точка

1. Какой силой обеспечивается прочность неподвижного соединения двух деталей? Что произойдёт, если натяг в неподвижном соединении окажется слишком большим? Слишком маленьким?
2. В каких случаях и для чего приходится учитывать температурные условия работы сопрягаемых деталей механизмов?
3. Какая посадка называется скользящей? Начертите её схему. В каких случаях и для чего при меняется дополнительное крепёжное средство в скользящей посадке?
4. Начертите схему посадок типа  $H/g$ . Для чего применяются эти посадки?
5. Сравните посадки типа  $H/f$  и типа  $H/g$ . Проиллюстрируйте схемой. В какой из этих посадок больше зазор? В каких случаях применяются посадки типа  $H/f$ ?
6. Сравните посадки типа  $H/e$  и типа  $H/f$ . Проиллюстрируйте схемой. В какой из этих посадок больше зазор? В каких случаях применяются посадки типа  $H/e$ ?
7. Сравните посадки типа  $H/d$  и типа  $H/e$ . Проиллюстрируйте схемой. В какой из этих посадок больше зазор? В каких случаях применяются посадки типа  $H/d$ ?
8. Сравните посадки типа  $H/c$  и типа  $H/d$ . Проиллюстрируйте схемой. В какой из этих посадок больше зазор? В каких случаях применяются посадки типа  $H/c$ ?
9. Начертите схему посадки типа  $\frac{H7}{n6}$ . К какому классу посадок относятся посадки типа  $\frac{H7}{n6}$ ,  $\frac{N7}{h6}$ ,  $\frac{H8}{n7}$ ? В каких случаях применяются эти посадки?
10. Для чего применяются и что собой представляют ряды предпочтительных чисел? Как они обозначаются? Какие из этих рядов принято применять в соответствии с международными рекомендациями?
11. Что такое ряд предпочтительных чисел  $R5$ ? Выведите и запишите числа  $[1,10]$  ряда  $R5$ .
12. Какой ряд предпочтительных чисел положен в основу построения нормальных линейных размеров? Выведите и запишите первые 5 чисел этого ряда после числа «1» включительно.
13. Напишите и поясните формулу, по которой определяются допуски с 5-го по 17-й квалитет.
14. Что такое единица допуска? Как она зависит от квалитета и от интервала? Напишите и поясните формулу, по которой определяется единица допуска.
15. Поясните смысл параметра  $D$  в формуле единицы допуска. В какую степень он возводится в этой формуле и почему?
16. Напишите формулы для определения допусков до 5-го квалитета включительно. Как по этим формулам определить допуски для 2-го и 4-го квалитетов?
17. Что такое предпочтительные поля допусков и для чего они применяются? В чём разница между предпочтительными полями допусков и полями допусков основного отбора?
18. В чём разница между основными и комбинированными посадками? Приведите примеры основных и комбинированных посадок из числа рекомендуемых.
19. В какой системе осуществляется посадка внутреннего кольца подшипника с валом и внешнего кольца подшипника с корпусом? Обоснуйте. Как обозначаются отклонения сопрягаемых диаметров подшипника?
20. Чем отличаются друг от друга основные поля допусков: обычного гладкого отверстия и внутреннего отверстия подшипника качения?
21. В каком случае кольцо подшипника испытывает местное нагружение? Какая посадка колец подшипника в этом случае осуществляется?
22. В каком случае кольцо подшипника испытывает циркуляционное нагружение? Какая посадка колец подшипника в этом случае осуществляется?

23. В каком случае кольцо подшипника испытывает колебательное нагружение? Какая посадка колец подшипника в этом случае осуществляется?
24. Какие звенья рассмотренного в лекциях вала с проточками являются увеличивающими, а какие уменьшающими? Обоснуйте.
25. Чему равны передаточные отношения составляющих звеньев рассмотренного в лекциях вала с проточками? Обоснуйте.
26. Пользуясь раздаточным материалом к лекциям, определите исходный квалитет при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если  $A_{cp}=85\text{мм}$ ;  $T_{cp}=100\text{мкм}$ .
27. Пользуясь раздаточным материалом к лекциям, определите допуск первого приближения составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если номинальный размер этого звена  $55\text{мкм}$ , а исходный квалитет  $IT9$ .
28. Определите верхнее отклонение первого приближения  $j$ -го составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если  $T_D = 300\text{мкм}$ ;  $\Delta_{fD} = -200\text{мкм}$ ;  $\Delta_{AD} = 100\text{мкм}$ ;  $\xi_j = -1$ ;  $T_j = 74\text{мкм}$ .
29. Определите нижнее отклонение первого приближения  $j$ -го составляющего звена при расчёте размерной цепи по способу максимума-минимума, если  $T_D = 300\text{мкм}$ ;  $\Delta_{fD} = -200\text{мкм}$ ;  $\Delta_{AD} = 100\text{мкм}$ ;  $\xi_j = -1$ ;  $T_j = 74\text{мкм}$ .
30. Определите допуск составляющего звена размерной цепи, если его верхнее и нижнее отклонения равны, соответственно,  $49\text{мкм}$  и  $25\text{мкм}$ .
31. Определите координату середины поля допуска составляющего звена размерной цепи, если его верхнее и нижнее отклонения равны, соответственно,  $49\text{мкм}$  и  $25\text{мкм}$ .
32. Определите координату середины поля допуска  $\Delta_{O2}$  составляющего звена  $A_2$ , если  $\Delta_{f1} = 12\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f3} = 10\text{мкм}$ ;  $\xi_1 = -1$ ;  $\xi_2 = 1$ ;  $\xi_3 = -1$ ;  $\Delta_{fD} = -50\text{мкм}$ .
33. Определите предельные отклонения составляющего звена, если его координата середины поля допуска  $-28\text{мкм}$ , а допуск  $164\text{мкм}$ .
34. Определите координату середины поля допуска замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев:  $\xi_1 = -1$ ;  $\xi_2 = 1$ ;  $\xi_3 = -1$ ;  $\Delta_{f1} = 12\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f2} = -28\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f3} = 10\text{мкм}$ .
35. Определите верхнее отклонение замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев:  $\xi_1 = -1$ ;  $\xi_2 = 1$ ;  $\xi_3 = -1$ ;  $\Delta_{A1} = 49\text{мкм}$ ;  $\Delta_{A2} = 54\text{мкм}$ ;  $\Delta_{A3} = 41\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f1} = -25\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f2} = -110\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f3} = -21\text{мкм}$ .
36. Определите нижнее отклонение замыкающего звена при следующих параметрах составляющих звеньев:  $\xi_1 = -1$ ;  $\xi_2 = 1$ ;  $\xi_3 = -1$ ;  $\Delta_{A1} = 49\text{мкм}$ ;  $\Delta_{A2} = 54\text{мкм}$ ;  $\Delta_{A3} = 41\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f1} = -25\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f2} = -110\text{мкм}$ ;  $\Delta_{f3} = -21\text{мкм}$ .
37. Чему равны передаточные отношения звеньев размерной цепи по РМ Рис. 1? Обоснуйте.
38. Определите номинальный размер звена  $A_1$  размерной цепи по РМ Рис. 1, если  $A_2 = 8\text{мм}$ ;  $A_3 = 120\text{мм}$ ;  $A_4 = 8\text{мм}$ ;  $A_D = 0,5\text{мм}$ .
39. Определите допуск  $T_j$  звена размерной цепи, если  $\Delta_{Aj} = 150\text{мкм}$ , а  $\Delta_{fj} = -150\text{мкм}$ .
40. Определите координату середины поля допуска  $\Delta_{Oj}$  звена размерной цепи, если  $\Delta_{Aj} = 150\text{мкм}$ , а  $\Delta_{fj} = -150\text{мкм}$ .
41. Определите исходный квалитет для расчёта размерной цепи методом полной взаимозаменяемости, если  $m = 5$ ;  $A_1 = 136,5\text{мм}$ ;  $A_2 = 8\text{мм}$ ;  $A_3 = 120\text{мм}$ ;  $A_4 = 8\text{мм}$ ;  $T_D = 0,3\text{мм}$ .

42. Поле допуска замыкающего звена размерной цепи  $0,5 \pm 0,15$  мм. 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.
43. В некоторой размерной цепи  $m = 5$ ;  $A_1 = 136,5$  мм;  $A_2 = 8$  мм;  $A_3 = 120$  мм;  $A_4 = 8$  мм;  $T_D = 300$  мкм. Расчёт первого приближения по методу полной взаимозаменяемости даёт:  $T_1 = 100$  мкм;  $T_2 = 36$  мкм;  $T_3 = 87$  мкм;  $T_4 = 36$  мкм. Переопределите тот из указанных параметров, который следует переопределить.
44. В размерной цепи  $m = 5$ ;  $\xi_1 = 1$ ;  $\xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = -1$ ;  $\Delta_{\hat{A}_1} = 70,5$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_2} = 18$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_3} = 43,5$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_4} = 18$  мкм. Для каждого звена этой размерной цепи выполняется условие  $\Delta_{\hat{I}_j} = -\Delta_{\hat{A}_j}$ . Определите верхнее отклонение замыкающего звена этой размерной цепи.
45. В размерной цепи  $m = 5$ ;  $\xi_1 = 1$ ;  $\xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = -1$ ;  $\Delta_{\hat{A}_1} = 70,5$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_2} = 18$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_3} = 43,5$  мкм;  $\Delta_{\hat{A}_4} = 18$  мкм. Для каждого звена этой размерной цепи выполняется условие  $\Delta_{\hat{I}_j} = -\Delta_{\hat{A}_j}$ . Определите нижнее отклонение замыкающего звена этой размерной цепи.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. Пользуясь справочными таблицами, приведёнными в РМ к лекциям, оцените в % риск выхода нормально распределённого линейного размера за пределы поля допуска  $\Delta_0 \pm 3\sigma$ .

## Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

### Вопросы для проведения промежуточной аттестации

1. Зубчатое колесо, колесо, шестерня.
2. Полюс зацепления.
3. Степень зубчатой передачи.
4. Коэффициент замедления ступени зубчатой передачи.
5. Межосевое расстояние.
6. Модуль зацепления.
7. Соотношение между моментом на валу зубчатого колеса и его угловой скоростью.
8. Мощность при вращательном движении.
9. Деталь. Звено. Кинематическая пара. Элемент кинематической пары.
10. Структурные и кинематические схемы зубчатых передач.
11. Коэффициент замедления многоступенчатой зубчатой передачи.
12. Паразитная шестерня.
13. Угол мёртвого хода и его минимизация.
14. Расчёт зубчатых передач на изгибную прочность.
15. Циклы нагружения зубчатых колёс.
16. Расчёт зубчатых передач на контактную прочность.
17. Отверстие и вал в теории допусков и посадок.
18. Предельные размеры и предельные отклонения.
19. Поле допуска и допуск.
20. Графическое изображение полей допусков.
21. Понятие посадки.
22. Предельные зазоры и натяги.
23. Посадки подвижные, неподвижные и переходные.
24. Графическое изображение посадок.
25. Стандартные интервалы размеров и квалитеты.
26. Отклонения основные и неосновные.
27. Ряды основных отклонений.
28. Определение неосновного отклонения по известным основному отклонению и допуску.
29. Посадки в системе отверстия и в системе вала. Обозначение посадок в технической документации.
30. Виды трения между сопрягаемыми деталями и соответствующие им посадки.
31. Износ трущихся поверхностей, зазор и смазка.
32. Прочность неподвижного сопряжения и натяг.
33. Учёт температурных условий работы сопрягаемых деталей.
34. Скользящая посадка.
35. Сравнение посадок различных типов и области их применения.
36. Ряды предпочтительных номинальных размеров.
37. Методика расчёта допусков по квалитетам и интервалам.
38. Предпочтительные поля допусков и поля допусков основного отбора.
39. Предпочтительные и рекомендуемые посадки.
40. Основные и комбинированные посадки.
41. Отклонения сопрягаемых деталей подшипника и их обозначения.
42. Посадочные системы, в которых осуществляются посадки подшипников качения.
43. Особенности посадок подшипников качения.
44. Учёт видов нагружений при назначении посадок подшипников качения.
45. 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.



46. Какие размеры вала с проточками, рассмотренного в лекциях, являются составляющими звеньями? Какой размер этой детали является замыкающим звеном? Обоснуйте.
47. Что общего и в чём различие между увеличивающим и уменьшающим звеном размерной цепи?
48. Что такое координата середины поля допуска и как её определить на основании известных предельных отклонений? Поясните графически.
49. Напишите и поясните формулу для вычисления номинального размера замыкающего звена размерной цепи.
50. Напишите и поясните формулу для вычисления координаты середины поля допуска замыкающего звена размерной цепи.
51. Напишите и поясните формулу для вычисления допуска замыкающего звена размерной цепи.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Конструирование механизмов и несущих конструкций РЭС»**

### *а) основная литература:*

1. Крахин, О.И. Стационарные антенны. Расчет и проектирование конструкций [Электронный ресурс] : учебник / О.И. Крахин, Б.А. Левитан, А.П. Кузнецов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 240 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63257](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63257) (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
2. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования. Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 672 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5806](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5806) (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
3. 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=736) (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).

### *б) дополнительная литература:*

1. Леликов, О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин" [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 464 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=745](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=745) (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
2. Пашков, Е.В. Следящие приводы промышленного технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Пашков, В.А. Крамарь, А.А. Кабанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 364 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61367](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61367) (Библиотека ПГУ, Изд-во «Лань», 100% обеспечение).
3. Латыев, С.М. Конструирование точных (оптических) приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 555 с. — Режим дос-

тура: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60655](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60655) (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](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](http://standartgost.ru/g/РД_50-635-87)

3. Программа КОМПАС-3D.

*г) методические материалы по проведению лабораторных занятий:*

1. Механизмы РЭС. Методические указания и задания на проектирование по курсу «Механизмы РЭС и основы взаимозаменяемости». / Составители: Мячин В.Е., Авдоница О.А. Под ред. Тартаковского А.М. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1994. (Библиотека ПГУ, 50 экз.).

2. Исследование конструкций механизмов РЭС, их кинематики и точности. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Механизмы РЭС и основы взаимозаменяемости». / Составители: Мячин В.Е., Трусов В.А. Под ред. Тартаковского А.М. Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1995. (Библиотека ПГУ, 33 экз.).

#### **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 «Конструирование механизмов и несущих конструкций 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,

  
(подпись) Григорьев А. В.

**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


  
(подпись) Юрков Н.К.

Программа одобрена методической комиссией ФПИТЭ

Протокол № 6  
года

от «25» марта 2016

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

  
(подпись) Задера А.В.

**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.