



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОФОРМЛЕНИЮ
КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ
ПРОЕКТОВ
ДЛЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

МОСКВА • 1992

Министерство науки, высшей школы и технической политики
Российской Федерации

КОМИТЕТ ПО ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Московский ордена Ленина и ордена октябрьской революции
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ
КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ДЛЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Утверждено
на заседании редсовета
15 июня 1992 г.

Москва

Издательство МАИ 1992

621.396.6 (076) М 545

УДК: 621.396.6 (071.1)

Авторы-составители: В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, Ю.Н. Корниенко, А.С. Назаров, Ю.В. Трегубов, Л.М. Федотов, Ю.В. Чайка

Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов для радиотехнических специальностей /Авт.-сост.: В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, Ю.Н. Корниенко и др. - М.: Изд-во МАИ, 1992. -

40 с., ил.

Приведены требования по выполнению чертежей деталей, методика расчета размерных цепей, обозначение конструкторско-технологической документации в курсовых и дипломных проектах, требования к оформлению текстовой документации и организационные вопросы представления и защиты курсовых и дипломных проектов.

Указания предназначены для студентов радиотехнических специальностей дневной и вечерней форм обучения.

Рецензенты: В.А. Базанов, Б.В. Петров

I. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Чертежи деталей выполняют на стадии рабочего проектирования и поэтому их часто называют рабочими чертежами на детали. Рабочий чертеж содержит все сведения для изготовления и контроля изделия, а именно: графические изображения, полностью отражающие его форму, в необходимом количестве и правильном их расположении на поле чертежа, и технические требования, содержащие различные дан вые, которые невозможно представить графически. Изображаемая деталь должна быть расположена применительно к основной операции ее изготовления, например главный вид штампованной вырубной детали должен быть плоским и т.п.

На чертеже детали в ее изображениях должны быть указаны размеры, их предельные отклонения, допуски на форму и расположение поверхностей, требования на шероховатость поверхности и указание на площадь покрытия, а в технических требованиях - указания на материал-заменитель, требования к материалу и заготовке, метод изготовления для печатных плат, размеры для оправок, качества на неуказанные отклонения размеров, вид покрытия или термообработки, ссылки на другие нормативные документы. Заголовок "Технические требования" не приводят, а их пункты в порядке, указанном выше, нумеруют арабскими цифрами. На чертежах печатных плат и топологических чертежах приводят также таблицы о диаметрах отверстий, зенковки, наличии металлизации, количестве отверстий, материалах слоев с указанием марки, ГОСТ, ОСТ или ТУ, удельного поверхностного сопротивления, а также в ряде случаев таблиц данных для контроля напыленных элементов. При этом указывают заголовок "Таблица" и ее номер арабскими цифрами.

В основной надписи чертежа в соответствующих графах указывают марку и размеры материала заготовки и ГОСТ на нее, массу детали (обычно в килограммах без обозначения единиц измерения или в граммах с добавлением буквы "г"), стадию разработки или производства (литеры 0,01,02 и т.д. - для опытного образца и опытной партии, А - для установочной партии и Б - для серийного или массового производства), масштаб изображения.

Правила нанесения размеров, предельных отклонений и обозначений шероховатости поверхностей установлены ГОСТ 2.307-68, 2.308-79 и 2.789-73 ЕСКД.

Предельные, отклонения линейных размеров (не более 3150 мм) на чертежах указывают одним из следующих способов:

- условными обозначениями полей допусков по стандарту СТ СЭВ 144-75;
- числовыми значениями предельных отклонений в миллиметрах.

Условное обозначение состоит из буквы, определяющей положение допуска относительно номинального размера, и цифры, соответствующей номеру качества (вместо класса точности в ранее действовавших стандартах на допуски и посадки системы ОСТ). Поля допусков отверстий обозначаются прописными, валов - строчными буквами латинского алфавита. Цифра номера качества пишется в одну отроку с буквой. Чем выше номер качества, тем шире допуск на размер. Таблицы числовых значений полей допусков на размеры валов и отверстий для ряда значений буквенно-цифровых качеств приведены в [9].

Многократно повторяющиеся на чертежах предельные отклонения относительно низкой точности (от 12 качества и выше) после номинальных размеров допускается не наносить, а оговорить общей записью в технических требованиях в одном из вариантов:

1. "Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий по H14, валов по h14, остальных - $\pm \frac{IT14}{2}$
2. "Неуказанные предельные отклонения размеров диаметров по H14, h14, остальных - $\pm \frac{IT14}{2}$
3. "Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm \frac{IT14}{2}$

В вышеприведенных обозначениях H14, h14 и $\pm \frac{IT14}{2}$ указано, что для размеров, например, от 30 до 50 мм допуск на диаметр отверстия равен $+\frac{0}{8},62$ мм, на диаметр вала $-\frac{0}{8},62$ мм, а на линейные размеры $\pm 0,31$ мм, т.е. в весьма широких пределах. В старых обозначениях это соответствовало 7 кл. точности и запись была такой: "Размеры без допусков по 7 кл. точности". Напомним, что ранее существовало 10 классов точности: I (для деталей с хорошей центровкой, однородностью посадки и полной Взаимозаменяемостью); 2 и 2а (для деталей взаимозаменяемых при точной сборке), 3 и 3а (для деталей с хорошей взаимозаменяемостью, но пониженной требовательностью к посадкам), 4 и 5 (для соединительных деталей с большим зазором), 7, 8 и 9 (для деталей со свободными размерами).

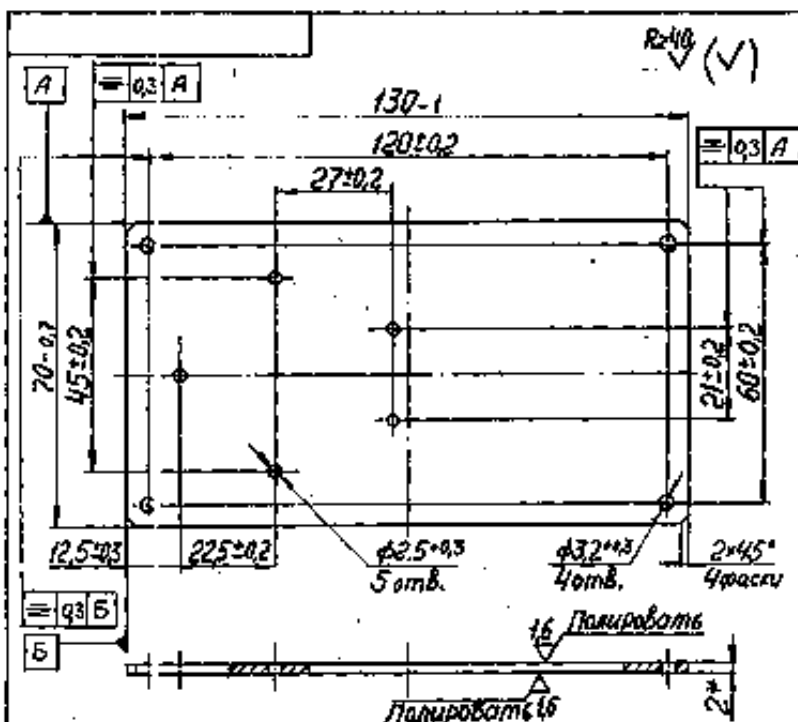
Пример замены номера класса точности на номер квалитета дан в табл. I.

Т а б л и ц а 1

Номер класса точности	I	2	2a	3	3a	4	5	7	8	9
Номер квалитета	6	7	8	9	10	11	12,13	14	15	16

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертеже условными обозначениями либо текстом в технических требованиях. Вид допуска формы или расположения обозначается графическим символом согласно ГОСТ 2.308-79, например, допуски формы: отклонение от плоскостности , отклонение от цилиндричности , отклонение от профиля продольного сечения = ; допуски расположения поверхностей: отклонение от параллельности //, отклонение от перпендикулярности $\perp$, отклонение от соосности  или  (в зависимости от вида проекции), отклонение от симметричности , смещение осей от номинального расположения (позиционный допуск) , отклонение от наклона $\angle$, торцевое и радиальное биение , допуск формы заданного профиля . Сведения о допуске помещают в прямоугольной рамке, разделенной на две или три колонки. В первую вписывают графический символ допуска, во вторую - числовое значение допуска, в третью - при необходимости обозначение базы. Вторая колонка может быть шире и включать в себя обозначение зависимого  допуска. Зависимые допуски расположения назначаются для деталей, которые сопрягаются одновременно по двум и более поверхностям. На рис I показан чертеж детали "Основание I", выполняемой из листового алюминиевого сплава АМг5М (с магнием) толщиной 2 мм методом штамповки-вырубki. Все допуски на размеры обозначены числовыми значениями (без введения квалитетов), а допуски на 4 угловых отверстия обозначены как числовым значением на диаметр, так и позиционными допусками на отклонение от симметричности по двум базам. Этот вариант обозначения мог бы быть заменен на следующий: под полочкой с надписью 4 отв. $\varnothing 3,2^{+0,3}$ надо добавить рамку вида  $0,2$ , а размеры на межцентровые отверстия 45 мм и 120 мм поместить в рамки без указания допусков, т.е.  45 и  120 . Это значит, что цифра 0,2 в общей рамке обозначает допуск $\pm 0,2$ мм на эти размеры и этот допуск является зависимым.

Шероховатость поверхности детали обозначается по ГОСТ 2.789-73 знаком "галочки" (см. рис. I). Над левой линией знака проставляется



1. Материал заменитель: лист ДПРХМ 2 НД 163
ГОСТ 931-78 с покрытием О-Вч(99,8)9.
- 2.*Размер для справок.
3. Покрытие Н12.М6. О-Вч(99,8)9.
4. Остальные Т.Т. по ОСТ 4ГО.070.014.

Рис. I

либо величина среднего арифметического отклонения профиля поверхности Ra (без указания буквами; проставляется для базовой длины от 0,25 до 0,8 мм), либо величина высоты неровностей профиля по десяти точкам Rz буквами и цифрами (и та, и другая величины в микрометрах). Эти две величины взаимосвязаны между собой, а также с ранее существующей градацией классов чистоты поверхности, имеющих знак ∇ (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Класс чистоты поверхности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14
Ra , мкм	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
Rz , мкм	320	160	80	40	20	10	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05
Базовая длина t , мм	8			2,5		0,8				0,25			0,06	

Над правой линией знака может быть оделена полочка, над которой указывают вид обработки, а под ней базовую длину в миллиметрах и иногда направление шероховатости. В частных случаях шероховатость поверхности, не обрабатываемой по данному чертежу, обозначается знаком ∇ ; если вид обработки не установлен, то знаком ∇ , если установлен, то ∇ , а если он является единственным, то еще дополнительно и надписью, например, "полировать". Для разных видов обработки и изготовления деталей характерны свои классы чистоты и экономически достижимые классы точности. Так, при литье металлов в земляные формы (опоки) соответственно 2...4 и 8, 9, в оболочковые формы - 4...6 и 3...5, под давлением - 5...7 и 3...5. Прессование пластмасс позволяет получить 8...10 класс чистоты поверхности и 3...5 класс точности. Вида механической обработки также отличаются по этим показателям: сверление отверстий 4...6 и 4...7, зенкерование чистовое 4...6 и 3...4, фрезерование чистовое 5...7 и 3...4, строгание чистовое 5...8 и 2а, 3, точение чистовое 5...7 и 2...5, шлифование 6...10 и 2, 3, полирование обычное 7...10 и 2, полирование точное 11, 12 и 1.

Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термообработки и других видов обработки проводится согласно ГОСТ 2.310-68 в технических требованиях после олова "покрытие". Если для покрытия выделена отдельная поверхность, то она обозначается буквой А и обводится на чертеже утолщенной штрихпунктирной линией на расстоянии 0,8...1 мм от контура. Данные о термообработке части изделия либо указаны на полочке над ее поверхностью в виде записей, например $h=0,9$ (глубина обработки в миллиметрах) HRC58 (твер-

дость поверхности), либо записью в технических требованиях, например "Термообработка: отпуск при 260...300°C в течение 20 мин".

При обозначении покрытий на рабочих чертежах в виде букв и цифр учитывают: способ нанесения покрытия, материал и толщину покрытия, вид дополнительной обработки. Способы нанесения покрытия делятся на электролитический (не обозначается буквами), химический (Хим.), анодизационный (Ан.), горячий (Гор.), диффузионный (Диф.), металлизационный (Мет.), конденсационный (Кон.), контактный (Конт.), вжигание (Вж.), катодное распыление (Кр.). По виду материала покрытия делят на золотое (Зл.), индиевое (Ин.), кадмиевое (Кд.), кобальтовое (Ко.), медное (М), никелевое (Н), палладиевое (Пд.), родиевое (1%), платиновое (Пл.), серебряное (Ср.), свинцовое (С), хромовое (Х), цинковое (Щ, сплав олово-свинец (ПОС), сплав олово-висмут (О-Ви) и др. Так, например, тройное электролитическое покрытие Н12.М6.0-ВИ (99,8)6 расшифровывается как "никель-медь-сплав олово-висмут", где цифры, стоящие после букв (без скобок), указывают на толщину слоя в микрометрах. Защитное покрытие Ан.Око.хр обозначает анодизационное оксидирование о последующим хромированием, а химическое покрытие олово-висмут толщиной в 6 мкм записывают как Хим. 0-Ви6.

Лакокрасочные покрытия таких деталей, как корпуса аппаратуры и т.п., обозначают буквами и цифрами (марка лака или эмали), словом (цвет покрытия), римской цифрой (класс внешнего вида) и буквой (группа условий эксплуатации). По внешнему виду они делятся на четыре класса: I - поверхность ровная, гладкая, однотонная; недопустимы дефекты поверхности; II - поверхность та же, но допустимы малозаметные дефекты; III - поверхность однотонная, гладкая или с характерным рисунком; допустимы отдельные соринки, штрихи, риски, а также неровности; IV - поверхность однотонная с характерным рисунком; допускаются неровности и другие дефекты, не влияющие на защитные свойства покрытия. По условиям эксплуатации покрытия делят на стойкие внутри помещений (П), атмосферостойкие (А), химически стойкие (Х), водостойкие (В), термостойкие (Т°), маслостойкие (М), бензостойкие (Б) и электроизоляционные (Э). Так, покрытие молотковой эмалью марки МЛ-165 серебристого цвета по классу II в условиях эксплуатации внутри помещений обозначают "Эмаль МЛ-165, серебристый, II. П ГОСТ 12034-77". В технических требованиях обычно указывают, ояолько слоев наносить на поверхность, например "Поверхность А покрыть лаком НЦ-134 ТУ6-Ю-1291-77 в два слоя".

2. РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ В КОНСТРУКЦИЯХ РЭС

Размерная цепь - совокупность взаимно связанных размеров, образующих замкнутый контур. Наиболее часто в практике встречаются размерные цепи, в которых все входящие в них звенья (размеры) параллельны и связаны между собой линейной зависимостью. Размерная цепь состоит из одного замыкающего звена и двух или более составляющих звеньев. Замыкающее звено непосредственно на чертеже не задается, им является последнее из полученных в процессе обработки деталей или сборочной единицы. Возможны звенья, номинальный размер которых равен нулю (зазор или натяг). Каждая размерная цепь замкнута, т.е. при обходе ее в одном направлении от исходного звена приходят к этому звену. Изменение размера любого звена изменяет положение других звеньев и размеров замыкающего звена. Каждое звено обозначается прописной буквой русского алфавита. Звено, с увеличением которого уменьшается номинальный размер замыкающего звена A_0 , называется уменьшающим и обозначается $\vec{A}_j$. Звено, с увеличением которого возрастает номинальный размер замыкающего звена, называется увеличивающим и обозначается $\vec{A}_j$. На рис. 2 представлена деталь (рис. 2,а) и линейная размерная цепь (рис. 2,б).

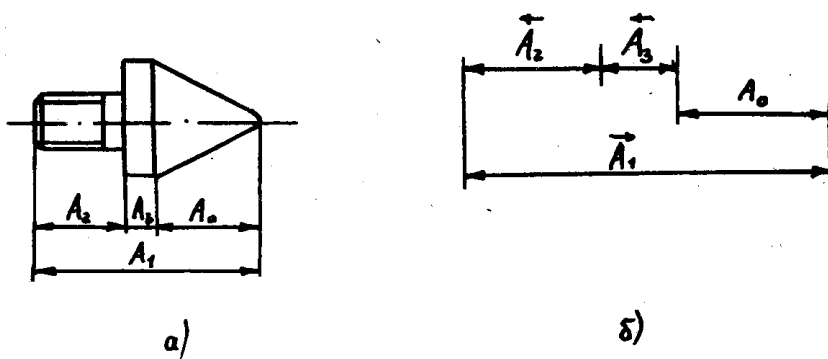


Рис. 2

Номинальный размер замыкающего звена A_0 может быть рассчитан методами: максимума-минимума и вероятностным. Метод максимума-минимума используется при расчете размерных цепей, когда должна быть установлена 100% взаимозаменяемость. Этот метод используется в условиях индивидуального и мелкосерийного производства.

Расчет размерных цепей вероятностным методом должен производиться в тех случаях, когда экономически выгодно назначать более широкие допуски на составляющие звенья, полагая при этом у небольшой части деталей, сборочных единиц выход размеров замыкающего звена за пределы поля допуска. В этом случае необходимо предусмотреть технологические мероприятия, исключающие поставку заказчику изделий с отклонением величин замыкающих звеньев от установленных на них допусков. Данный метод расчета попользуется в условиях крупносерийного и массового производства. Однако расчет усложняется отсутствием данных о законах распределения погрешностей звеньев цепи.

Формулы, применяемые при расчете линейных размерных цепей, приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Наименование и определение термина	Расчетная формула	
	метод максимума-минимума	вероятностный метод
A_0 - номинальный размер замыкающего звена	$A_0 = \sum_{i=1}^n \vec{A}_i - \sum_{n+1}^{m-1} \overleftarrow{A}_i \quad (I)$	где $m-1$ – число составляющих звеньев; n – число увеличивающих звеньев; $m-1-n$ – число уменьшающих звеньев
$A_{0\max}$ наибольший предельный размер замыкающего звена	$A_0 = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{imax} - \sum_{n+1}^{m-1} \overleftarrow{A}_{imin} \quad (II)$	
$A_{0\min}$ - наименьший предельный размер замыкающего звена	$A_0 = \sum_{i=1}^n \vec{A}_{imin} - \sum_{n+1}^{m-1} \overleftarrow{A}_{imax} \quad (III)$	
$(\Delta_B)_0$ - верхнее отклонение замыкающего звена	$(\Delta_B)_0 = \sum_{i=1}^n (\overrightarrow{\Delta_B})_i - \sum_{n+1}^{m-1} (\overrightarrow{\Delta_H})_i \quad (IV)$ или $(\Delta_B)_0 = \Delta_{0cp} + \delta_0$	$(\Delta_B)_0 = \Delta_{0cp} + t_0 \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} K_i^2 \delta_i^2}$ (5)
$(\Delta_H)_0$ нижнее отклонение замыкающего звена	$(\Delta_H)_0 = \sum_{i=1}^n [(\overrightarrow{\Delta_H})_i - (\overleftarrow{\Delta_B})_i] \quad (6)$ $(\Delta_H)_0 = \Delta_{0cp} - \delta_0$	$(\Delta_H)_0 = \Delta_{0cp} - t_0 \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} K_i^2 \delta_i^2}$ (7)

Наименование и определение термина	Расчетная формула	
	метод максимума-минимума	вероятностный метод
δ_0 - допуск замыкающего звена	$\delta_0 = \sum_{i=1}^{m-1} \delta_i \quad (8)$	$\delta_0 = t_0 \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} k_i^2 \delta_i^2} \quad (9)$
	$\delta_0 = (\Delta_B)_0 - (\Delta_H)_0$	
Δ_{0cp} - координата, середины допуска замыкающего звена	$\Delta_{0cp} = \sum_{i=1}^n \vec{\Delta}_{icp} - \sum_{n+1}^{m-1} \overleftarrow{\Delta}_{icp} \quad (10)$ или $\Delta_{0cp} = \frac{(\Delta_B)_0 - (\Delta_H)_0}{2}$	
t_0 - коэффициент риска выбирают в зависимости от принятого риска	См. табл. 4	
λ_i^2 - коэффициент	При законе нормального распределения $\lambda_i^2 = \frac{1}{9}$	

Т а б л и ц а 4

Риск Р, %	...	32	10	4,5	1	0,27	0,1	0,01
t_0	...	1	1,65	2	2,57	3	3,29	3,89

При расчете размерных цепей возникает прямая и обратная задачи, содержание которых дано в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Прямая задача	Параметры	Обратная задача
Должно быть	A_0 - номинальный размер замыкающего звена размерной цепи	Требуется определить
	$(\Delta_B)_0$ и $(\Delta_H)_0$ - верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена	
	δ_0 - допуск замыкающего звена Δ_{0cp} - координата середины поля допуска замыкающего звена	

Прямая задача	Параметры	Обратная задача
Требуется определить	δ_i - допуски на каждое составляющее звено	Должно быть
	$(\Delta B)_i$ и $(\Delta H)_i$ - верхнее и нижнее отклонения каждого составляющего звена	
	Δ_{icp} - координаты середины полей допусков составляющих звеньев размерной цепи	

При решении прямой задачи допуски составляющих размеров определяют по заданному допуску исходного размера TA_0 следующими способами: равных допусков и допусков одного качества.

При способе равных допусков на составляющие размеры назначают примерно равные допуски, руководствуясь средним допуском

$$\delta_{cp} = \frac{\delta_0}{m - 1} \quad (11)$$

По найденному значению δ_0 устанавливают допуски на составляющие размеры, учитывая величину и ответственность каждого размера. При этом должны быть выполнены следующие условия: принятые допуски должны соответствовать стандартным допускам: сумма допусков составляющих размеров должна равняться допуску исходного размера. Способ равных допусков прост и дает хорошие результаты, если номинальные размеры составляющих звеньев размерной цепи мало отличаются друг от друга по величине и могут быть обеспечены одинаковыми технологическими процессами.

Более универсальным и прощающим подбор допусков при любом разнообразии размеров составляющих звеньев является способ допусков одного качества. При этом способе на размеры всех составляющих звеньев назначают допуски из одного качества с учетом номинальных размеров звеньев. Рекомендуется на охватывающие размеры назначать допуски с основным отклонением H , а на охватываемые размеры - с основным отклонением h . Качество принимают по числу единиц допуска

$$a = \frac{\delta_0}{\sum_{j=1}^{m-1} i_j} \quad (12)$$

где i_j стандартная единица допуска для j -го звена.

В системе допусков и посадок единицу допуска (в микрометрах) вычисляют по формулам:

для размеров до 500 мм

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D_m} + 0,001 D_m; \quad (13)$$

для размеров свыше 500 до 10000 мм

$$i = 0,004 D_m + 2,1 \quad (14)$$

Здесь D_m - средний геометрический размер данного интервала: , где -

$$D_m = \sqrt{D_6 D_M} \quad D_6 \text{ и } D_M \text{ - больший и меньший размеры интервала.}$$

Для размеров до 500 мм установлено 13 основных интервалов, которым соответствуют значения единиц допуска, представленные в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Основные интервалы размеров	до 3	свыше 3 до 6		свыше 6 ДО 10		свыше 10 до 18		свыше 18 до 30		свыше 30 до 50	
D _m , мм	1,73	4,24		7,75		13,4		23,2		38,7	
i, мкм	0,55	0,73		0,9		1,08		1,31		1,56	
Основные интервалы размеров	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 250	свыше 250 до 315	свыше 315 до 400	свыше 400 до 500				
D _m , мм	63,2	97,8	147	212	281	355	447				
i, мкм	1,86	2,17	8,52	2,89	3,22	3,54	3,89				

Число единиц допуска для квалитетов ЕСДП о 5-го по 16-й представлено в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Квалитет	5	6	7	8	9	10	II	12	13	14	15	16
Число единиц, а	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000

По значению a , находится квалитет точности на размеры звеньев размерной цепи и из таблицы допусков (табл. 8) конкретные допуски на размеры.

Таблица 8

Интервал размеров, мм	Значение допуска для качества, мкм											
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	200	300	450
Свыше 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	270	400	600
Свыше 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	330	500	750
Свыше 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	400	600	900
Свыше 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	500	750	1100
Свыше 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	580	870	1300
Свыше 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	690	1040	1560
Свыше 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	810	1220	1830
Свыше 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	940	1410	2120
Свыше 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1080	1620	2430
Свыше 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1220	1830	2740
Свыше 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1340	2010	3010
Свыше 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1460	2200	3300

Для удовлетворения условия (8) на один из составляющих размеров A_c допуск назначают по формуле

$$\delta_c = \delta_0 - \sum_{j=1}^{m-2} \delta_j \quad (15)$$

Пример. Выполнить расчет на сочленение типового элемента замены (ТЭЗ) в упрощенной конструкции блока (рис. 3,а). На монтажной панели I с ответными соединителями ТЭЗ 2 установлены кронштейны 3, поддерживающие направляющие 4. Между вертикальными и горизонтальными установочными поверхностями печатной платы ТЭЗ и пазами направляющих имеются зазоры. 5 приведенной конструкции рассчитаем горизонтальную схему размерных цепей (рис 3,б). Замыкающим размером этой цепи будет зазор A_0 . Поле допуска зазора будет характеризовать отклонение ТЭЗ в горизонтальном направлении.

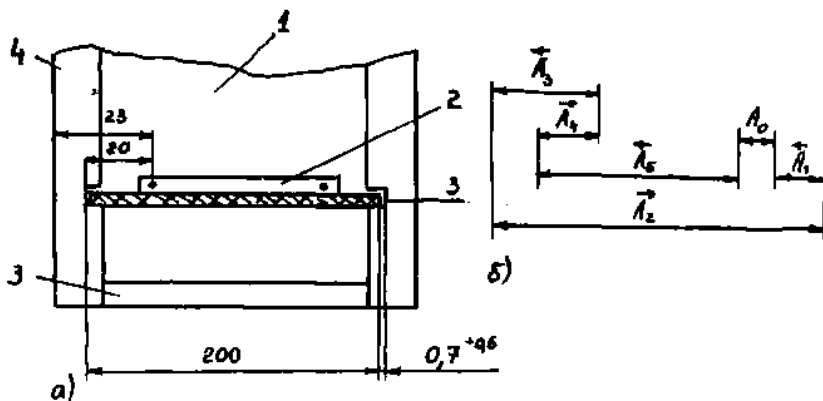


Рис. 3

При решении, прямой задачи методом максимума-минимума определяют допуски на звенья $A_0 = 0,7^{+0,6}$ размерной цепи по известным предельным значениям замыкающего звена $y_d = 0,7^*$. По условию $(\Delta_B)_0 = 600$; $(\Delta_H)_0 = 0$; $\delta_0 = 600$ мкм; число составляющих звеньев $m-1=5$.

Решая способом равных допусков по формуле (II), найдем средний допуск $\delta_{cp} = 600/5 = 120$ мкм. В данной цепи размеры звеньев сильно отличаются, поэтому при подборе допусков для звеньев A_2 и A_5 потребуется увеличить $\delta_{2,5}$, а для звеньев A_1 , A_3 и A_4 уменьшить $\delta_{1,3,4}$. По табл. 8 находим допуски для составляющих звеньев: $\delta_1 = 60$; $\delta_2 = 185$; $\delta_3 = 84$; $\delta_4 = 84$; $\delta_5 = 185$ мкм. Проверяем условия равенства

суммы допусков составляющих звеньев допуску исходного звена. По формуле (8) $\delta_0 = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5$ находим, что $\delta_0 = 600 < 60 + 185 + 84 + 84 + 185 = 598$ мкм.

Находим предельные отклонения всех звеньев в микрометрах. Для составляющих звеньев принимаем поля допусков: для звена A_1 -h11; для звеньев A_2 и A_4 -H10; для звеньев A_3 и A_5 -h10. Предельные отклонения составляющих звеньев, в микрометрах: $(\Delta_B)_1 = 0$; $(\Delta_H)_1 = -60$; $(\Delta_B)_2 = 185$; $(\Delta_H)_2 = 0$; $(\Delta_B)_3 = 0$; $(\Delta_H)_3 = 84$; $(\Delta_B)_4 = 84$; $(\Delta_H)_4 = 0$; $(\Delta_B)_5 = 0$; $(\Delta_H)_5 = 185$.

Для исходного звена по формулам (4) и (6) $(\Delta_B)_0 = 185 + 84 - (-60 - 84 - 185) = 598$; $(\Delta_H)_0 = (0 + 0) - (0 - 0 - 0) = 0$ мкм; окончательно принимаем $(\Delta_B)_0 = +600$ и $(\Delta_H)_0 = 0$ мкм.

Таким образом, $\overleftarrow{A}_1 = 3_{-0,06}$; $\overrightarrow{A}_2 = 207^{+0,185}$; $\overleftarrow{A}_3 = 23_{-0,084}$;

$\overrightarrow{A}_4 = 20^{+0,084}$; $\overrightarrow{A}_5 = 200_{-0,185}$

мм.

Решая способом допусков одного квалитета, по табл. 6 найдем единицы допуска для звеньев: A_1 -i=0,55; A_2 и A_5 -i_{2,5} = 2,89; A_3 и A_4 -i_{3,4} = 1,31. По формуле (12) находим число единиц допуска

$$a = \frac{\delta_0}{i_1 + 2(i_{2,5} + i_{3,4})} = \frac{600}{0,55 + 2(2,89 + 1,31)} = 67$$

По табл. 7

ближайшее число единиц допуска, $a=64$ соответствует квалитету 10, по которому и назначаются допуски.

По табл. 8 для звеньев A_1 - $\delta_1 = 40$; A_2 и A_5 - $\delta_{2,5} = 185$; A_3 и A_4 - $\delta_{3,4} = 84$ мкм.

Проверяем условия равенства суммы допусков составляющих звеньев допуску исходного звена: $\delta_0 < 600 < 40 + 185 + 84 + 84 + 185 = 598$ мкм. Проверка показала, что можно увеличить допуск одного из размеров на 32 мкм. Это возможно только для звена A_1 :

$\delta_1 = 60$ мкм. В связи с тем, что результат повторил расчеты предыдущим способом поля допусков аналогичны.

3. ОБОЗНАЧЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Обилие стандартных и типовых составных частей, применяемых одновременно во многих изделиях, привело к разработке обезличенной десятичной системы обозначения изделий основного и вспомогательного производства и их конструкторских документов во всех отраслях промышленности.

Структура обозначения изделий устанавливается ГОСТ 2.201-80 и состоит из трех частей, разделенных точкой:

- буквенного или буквенно-цифрового кода организации-разработчика;
- кода классификационной характеристики в форме шестизначного десятичного номера;
- порядкового регистрационного номера от 001 до 999, присваиваемого изделиям в пределах каждого номера классификационной характеристики.

При выполнении курсовых и дипломных работ код организации-разработчика устанавливается руководителем (консультантом). Рекомендуется отражать в коде номер учебной группы студента, например, используя в качестве кода буквенное обозначение потока (курса, факультета) и последние 2 или 3 цифры номера группы.

Шестизначный код классификационной характеристики присваивается каждому изделию в соответствии с классификатором ЕСКД. Он состоит из 5 элементов:

- класс (две цифры, укрупненно характеризующие область применения);
- подкласс (одна цифра);
- группа (одна цифра);
- подгруппа (одна цифра);
- вид (одна цифра).

Выдержки из классификатора ЕСКД для класса 46 "Средства радиоэлектронные управления, связи, навигации и вычислительной техники" [12] приведены в приложении.

Пример присвоения обозначения по ГОСТ 2.201-80 автокорреляционному приемнику непрерывных сигналов:

P512.464125.003

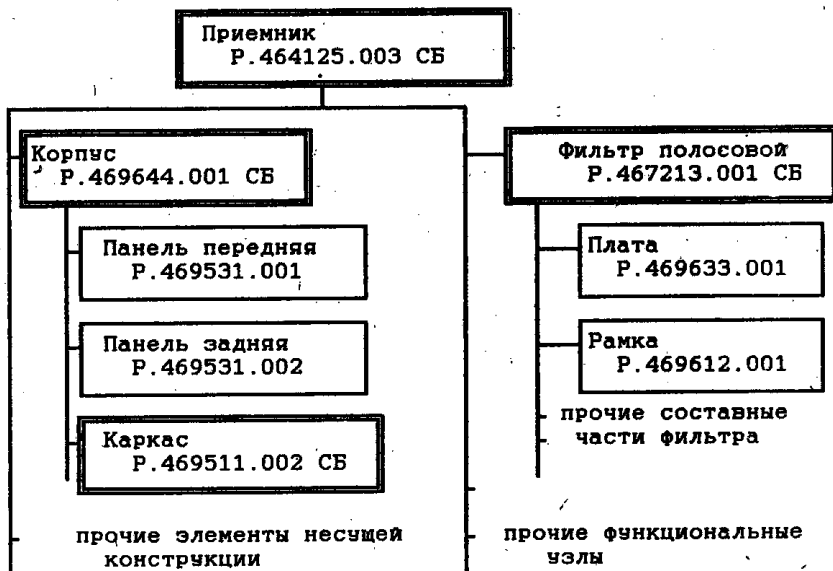
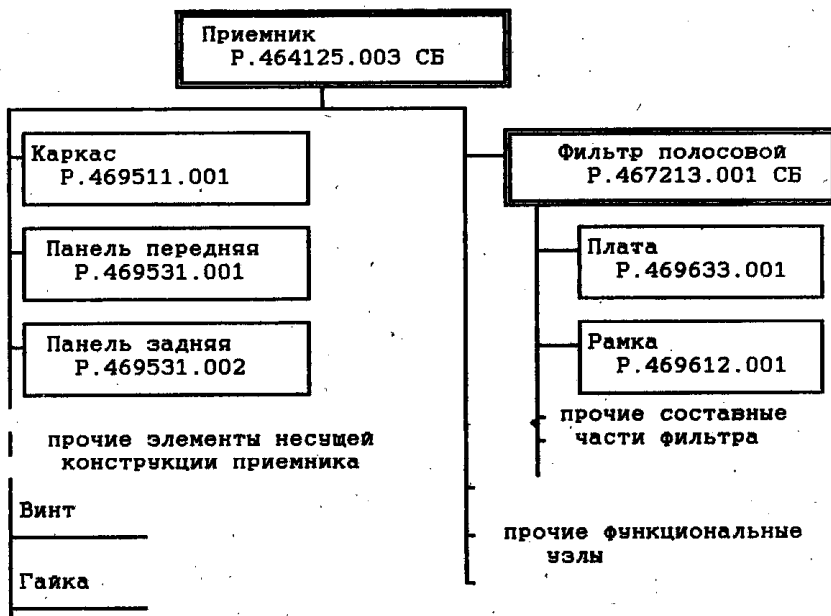
Здесь P512 - код организации-разработчика (номер учебной группы); 46 - вышеуказанный класс; 4 - подкласс 464000 "Устройства приемные, передающие, приемно-передающие, антенные"; 1 - группа 464100 "Приемные (кроме телевизионных)"; 2 - подгруппа 464120 "Приемные, кроме связных, Вещательных и телевизионных для непрерывных сигналов"; 5 - вид "Автокорреляционные"; 003 - порядковый номер в пределах кода 464125.

Классификатор ЕСКД содержит подклассы для присвоения кода законченным устройствам (подклассы от 463000 до 466000), функциональным узлам (подклассы 467000, 468000), а также нефункциональным узлам, включая несущие конструкции и их элементы различного уровня (подкласс 469000).

Следует обратить внимание, что обозначение присваивается каждому изделию, а не отдельному документу (составные части сборочных единиц—детали, и более мелкие сборочные единицы-также являются изделиями). Присвоенный изделию код обозначения проставляется на основном конструкторском документе: для детали - на чертеже детали, для сборочной единицы - на спецификации. Все остальные конструкторские документы (сборочные чертежи, электрические схемы, перечни элементов и т.п.), относящиеся к тому же самому изделию, имеют тот же код обозначения, но с добавлением шифра вида документа (СБ, Э2, ПЭЗ и т.д.). При заполнении спецификации составные части изделия должны указываться только один раз: кодовое обозначение чертежа детали и ее наименование заносятся в раздел "ДЕТАЛИ", а наименование каждой входящей сборочной единицы с кодовым обозначением сборочного чертежа - в раздел "СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ", в разделе "ДОКУМЕНТАЦИЯ" должны перечисляться только те документы, которые относятся к изделию в целом, но не к его составным частям. Отсюда вытекает, что обозначение всех этих документов будет одинаковым и совпадающим с обозначением изделия, отличаться будет только шифр вида документа. Дополнительные документы, например электрические схемы отдельных функциональных узлов корреляционного приемника, являются частью комплекта конструкторской документации на соответствующие входящие сборочные единицы, и их следует занести в спецификации на эти сборочные единицы низшего уровня.

Обозначение документа указывается в основной надписи (в верхней правой графе на первом, листе документа и в соответствующих графах на остальных листах), а на чертежах также в дополнительной рамке на противоположной основной надписи стороне поля чертежа (так называемый "повернутый номер"). Дополнительная рамка располагается вдоль длинной стороны чертежа. Исключением являются чертежи формата А4, на которых дополнительная рамка располагается по короткой стороне параллельно основной надписи.

В процессе разработки рациональной структуры комплектов ИД на изделие и его составные части рекомендуется предварительно составлять структурную схему изделия, отражающую иерархичность его конструкции, вхождение составных частей друг в друга. На вершине располагается прямоугольник с наименованием в кодовом обозначении изделия в целом (удобно сборочные единицы обводить двойным прямоугольником, детали одинарным, а покупные изделия располагать над горизонтальной линией, в ЭТОМ случае двойной прямоугольник символизирует необходимость создания комплекта КД на составное изделие,



одинарный - простого изделия, а линия - отсутствие необходимости разрабатывать КД). От этого прямоугольника проводятся линии связи, к которым пристыковываются прямоугольники и линии с обозначениями составных частей изделия. Если среди составных частей имеются сборочные единицы, процесс дробления для них производится аналогично, вплоть до неделимых изделий. Пример подобной структурной схемы приведен на рис. 4.

Такая структурная схема позволяет упростить процедуру подбора по классификатору кодов для всех составных частей и присвоения им порядковых номеров, а кроме того, учитывать также и тип производства. Например, схема на рис. 4 соответствует мелкосерийному или индивидуальному производству, когда соединение между собой частей несущей конструкции блока приемника (каркаса, передней и задней панели, кожуха и т.д.) и установка и присоединение функциональных узлов выполняются в одном технологическом процессе окончательной сборки. При подготовке комплекта КД для условий серийного или массового производства целесообразно ввести в структуру промежуточную оборочную единицу (или комплекс) - "Корпус в сборе" (рис. 5). Это отражает тот факт, что корпус может собираться в отдельном технологическом процессе, возможно, даже на другом предприятии, а на окончательную сборку поступает в собранном (или частично собранном в случае комплекса) виде.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИКУРСОВОМ И ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В соответствии с требованиями [4, 7] к выполнению технологической части курсовых и дипломных проектов в табл. 9 приведен перечень основных технологических документов для студентов радиотехнических специальностей.

Проектирование технологических процессов (Ш) изготовления радиоэлектронных изделий и систем завершается разработкой технологической документации: текстовой и графической (ГОСТ 3.П04-81).

В зависимости от типа и характера производства (ГОСТ 3.П02-81, табл. 10) в проектах приводятся основные документы текстового описания ТП в виде маршрутных карт (Ж), операционных карт (ОК) и технологических инструкций (ТИ). Можно по согласованию с руководителем, с учетом трудоемкости приводить и другие документы, такие, как маршрутно-операционные карты и т.д. [4].

Таблица 9

Вид проекта	Текстовая			Графическая					
	МК	ОК	ТН	Структурная схема	Схема сборки	Эскизы	Технологическое оснащение		
							ГЧ или ВО	Схем Э1 или Э2	Блок-схема алгоритма контроля
Курсовой проект: -для конструкторско- технологических специальностей	+	+	+	+	+	+	X	+	X
-для схемотематических специальностей	+	-	-	+	X	-	X	+	X
Дипломный проект: -для конструкторско- технологических специальностей	+	+	+	+	+	+	X	+	X
-для схемотематических специальностей	+	X	X	+	X	-	X	+	X

X- выполняется по согласованию с преподавателем

Т а б л и ц а 10

Условное обозначение	Разработка технологической документации на стадии		
	предварительного проекта	опытного образца	серийного (массового) производства
МК	+	+	+
ОК	-	-	+
ТИ	+	+	+
КЭ	-	-	+
5. Структурная схема ТП ^х	+	+	+
6. Схема сборки ^х			
Технологическое оснащение	-	+	+
7. ВО	-	+	+
8. Э1 или Э2	-	+	+
9. Блок-охема алго ритма	+	+	+

^х Документы предусмотрены в учебных целях.

К графическим документам относятся графические изображения технологических схем (структурная схема ТП, схема сборки), эскизы на технологические установи и позиции (карта эскизов КЭ), конструкторская документация на технологическое оснащение, электрическая структурная Э1 или функциональная схема Э2 стенда контроля, блок-схемы алгоритмов контроля изделия.

По согласованию с руководителем допускается приводить графики, кинематические схемы и т.д.

Текстовые документы в виде МК, ОК, ТИ, а также смешанное описание ТП в виде операционно-технологических карт приводятся на стандартных бланках, форма и принципы заполнения определены в пособиях [4 и 7]. Текстовые документы в виде МК, ОК, как правило, помещаются в приложении к пояснительной записке.

Графические документы выполняются на демонстрационных листах формата А1, А2 и т.д. (в зависимости от объема информации), используемых при докладе и защите проекта. Структурная схема ТП и схема сборки предоставляются в соответствии с [7].

Конструкция технологического оснащения оформляется в виде габаритного чертежа (ГОСТ 2.105-73) или чертежа общего вида. На габаритном чертеже изображение изделия выполняется с максимальными упрощениями так, чтобы были видны крайние положения перемещающихся частей изделия, крышек на петлях и т.п. Количество видов должно быть достаточным для того, чтобы дать исчерпывающее представление о внешних очертаниях изделия, о положениях его выступающих частей, об элементах, которые должны быть в поле зрения, о расположении элементов связи изделия с другими изделиями.

На габаритном чертеже наносятся габаритные размеры изделия, установочные и присоединительные размеры. Конструкция специального технологического оснащения разрабатывается с учетом требований эргономики.

Эскизы предназначены для графического пояснения конструкторско-технологического решения и оформляются согласно ГОСТ 2.125-88. Допускается выполнять их без точного соблюдения масштаба, но без искажений наглядности изображения и без затруднений чтения чертежей, а также приводить данные по технологическому маршруту, технологическим режимам, средствам технологического оснащения.

Электрические схемы технологического оснащения оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД к структурным Э1 и функциональным Э2 схемам [3].

Блок-схемы алгоритмов контроля (особенно цифровых схем) оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в единой системе программной документации.

Примеры оформления даны в [8].

5. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В КУРСОВОМ И ДИПЛОМНОМ ПРОЕК- ТИРОВАНИИ

Виды текстовых документов. Информация в текстовом конструкторско-технологическом документе может быть представлена в виде сплошного текста (технические условия, пояснительные записки, расчеты, программы и методики проведения испытаний, инструкции и др.) или текста, разбитого на графы (спецификации, перечни, ведомости, таблицы и т.д.). В состав текстового документа может входить графическая информация в виде иллюстраций: чертежей, схем, фотографий. Часть информации может быть представлена на формализованном языке в виде формул, уравнений, алгоритмов и программ.

Правила построения, изложения и оформления технических условий устанавливает ГОСТ 2.114-70, пояснительной записки, расчетов, программ и методики испытаний - ГОСТ 2.106-68, отчетов о научно-исследовательских работах - ГОСТ 32-81. Однако значительная часть требований по составлению и оформлению названных документов является общей.

Титульный, заглавный и последующие листы документа. Первым, листом текстового документа является титульный лист, который выполняется по ГОСТ 2.105-79. На титульном листе приводятся наименование министерства или ведомства, в систему которого входит организация, разработавшая документ, гриф согласования и утверждения, наименование изделия и документа, подписи разработчиков, год издания документа. За титульным листом помещаются заглавный, а затем последующие листы документа, оформленные рамкой и основной надписью по ГОСТ 2.104-68.

Текст документа разделяется на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, подразделы - нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела также ставится точка. Подразделы могут быть разделены на пункты, пункты - на подпункты.

Пункты имеют порядковую нумерацию в пределах подраздела. Номер пункта состоит из разделенных точками номеров раздела, подраздела и пункта. Подпункты нумеруются в пределах пункта. Обозначение подпункта содержит номер раздела, подраздела, пункта и подпункта. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруются арабскими цифрами.

Наименование разделов записывается в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами, наименование подразделов в виде заголовка с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Например:

5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МИКРОБЛОКА

5.1. Обоснование компоновочной схемы и выбор метода конструирования.

5.2. Выбор конструкционных материалов.

5.3. Разработка конструкции функциональных узлов,

5.3.1. Выбор типоразмера печатных плат.

5.3.2. Расчет размещения элементов на печатных платах.

5.3.3. Описание конструкции функциональных узлов.

5.4. Расчет показателей конструкции микроблока.

5.5. Описание конструкции микроблока.

В текстовом документе помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Нумерация листов в документе сквозная арабскими цифрами, которые проставляются в правых верхних углах листов. На страницах I (титальный лист) и 2 (аннотация) номер страницы не проставляется.

Способы выполнения текстовых документов. Текстовые документы выполняют одним из следующих способов: машинописным на одной стороне листа через два интервала, рукописным, - чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв не менее 2,5 мм, типографским и с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ.

Расстояние от рамки листа до границ текста следует оставлять в начале отрок не менее 5 мм, в конце строк - не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Смещение начала строки в абзацах относительно границы текста составляет 15-17 мм.

Вписывать в текстовые документы, изданные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки, а также выполнять иллюстрации следует черной тушью.

Текст документа должен быть кратким, четким и не должен допускать различных толкований.

Наименование изделия при первом упоминании в тексте документа должно совпадать с его наименованием в основном конструкторском документе. В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом листе должно стоять определение, а затем название изделия. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Научно-технические термины, обозначения и определения следует использовать в соответствии с существующими стандартами. При отсутствии стандартных терминов и определений рекомендуется применять общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте документа не допускается использовать для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу, а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов на русском языке.

Значения физических величин в текстовом документе должны выражаться в единицах СИ. Единицы физических величин, их наименование, обозначения и правила применения устанавливает ГОСТ 8. 417-81.

Обозначение единиц следует писать в строку с числовыми значениями без переноса на следующую строку. Между последней цифрой числа и обозначением единицы необходимо оставлять пробел: 100 Вт, 51 Ом, 80 % 20 К. Исключение составляет обозначение величины о помощью знака, поднятого над строкой (например, 20°). Обозначение величин с предельными отклонениями принято записывать в виде:

100 ±1 Ом.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует разделять точками на средней линии: Н·м, А·Вδ. Произведение обозначений в знаменателе необходимо заключить в скобки: Вт/(м·К). Не рекомендуется применять более одной косой или горизонтальной черты для обозначения отношений, целесообразно использование отрицательных степеней.

Для обозначения кратных и дольных единиц измерения по ГОСТ 8.417-81 используются приставки: тера, гига, мега, кило, гекто, дека, деци, санти, милли, микро, нано, пико. Приставка или ее обозначение пишется слитно с наименованием величины: мегаватт (МВт), киловольт (кВ). Для единиц, образованных как произведение или отношение единиц, приставку следует присоединять к наименованию первой единицы: кПа·с/м.

Аббревиатура в текстовом документе (сокращение по первым буквам слов, например, МПП - многослойная печатная плата) кроме общепринятой - должна раскрываться при первом использовании. При большом числе сокращений они выносятся с расшифровкой на отдельный лист с заголовком: "Принятые сокращения". Лист помещается в документе после "Содержания".

Не следует применять произвольное сокращение слов в тексте документа, кроме общепринятых (т.е. и т.д. и др., г).

Математические знаки $\leq$, $\geq$, $\neq$, $\approx$, ..., проставляют перед или между цифрами. Не допускается попользовать их в тексте вместо соответствующих слов - меньше или равно, не равно, больше или равно, приблизительно, от и до. Математический знак минус (-) в тексте перед отрицательными значениями величин заменяется словом "минус".

Уравнения и формулы в текстовом документе следует выделять из текста свободными строками. Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы Е круглых скобках. Допускается 'сквозная нумерация формул в документе. Нумеровать следует формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

При обращении к формуле по тексту документа номер формулы в тексте указывается в круглых скобках. Например: "как следует из уравнения (5.1)" ...; "после подстановки в (5.2) числовых значений переменных, получим ...". В конце формулы ставится запятая и при необходимости единицы измерения, например мкГн/м. При расшифровке формулы первая строка начинается со слова "где" без двоеточия после него. Расшифровку значений символов с указанием единиц физических величин и коэффициентов выполняют в той же последовательности, в какой они приведены в формуле. Единицы измерения всех физических величин, входящих в формулу, при необходимости указываются в конце расшифровки каждого элемента формулы после запятой. Например: где C_1 - емкость линии, пФ/м; A_1 - расстояние между осями линии, м.

Формулы, которые не вписываются в одну строку, размещают на нескольких строках. Перенос части формулы допускается на знаках равенства, сложения, вычитания и умножения. Эти знаки повторяются в начале и конце переноса. На знаке деления перенос не делается. Разрывать в формулах дроби, выражения под радикалами и т.д. не допускается.

Результаты расчетов, выполненные по уравнениям и формулам, следует приводить с указанием исходного выражения в принятой системе буквенных обозначений, подстановкой всех числовых величин и полученного результата. Буквенные обозначения в исходном выражении необходимо расшифровать.

Таблица в текстовом документе является основной формой представления данных о физических константах, свойствах веществ и материалов. Структура таблицы приведена на рис. 6. Таблица должна иметь номер и заголовок.

Таблицы нумеруют последовательно

арабскими цифрами в пределах раздела. Номер ставится над правым верхним углом таблицы. Ниже номера над рамкой таблицы приводится заголовок.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее

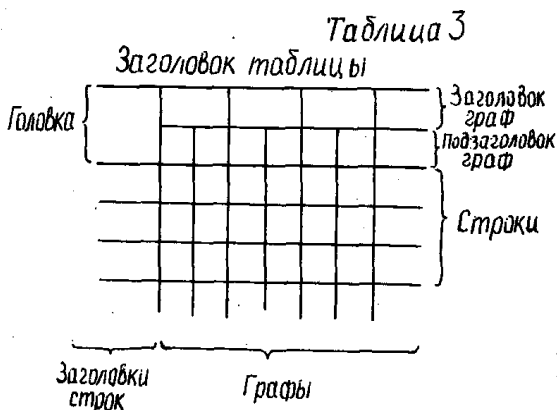


Рис. 6

можно было читать без поворота или с поворотом по часовой стрелке на 90°. При ссылке на таблицу в тексте слово "таблица" может быть заменено сокращением "Табл". Например: "Механические характеристики некоторых конструкционных материалов приведены в табл. 5.1". Если документ содержит только одну таблицу, то ее не нумеруют и слово "таблица" не пишут.

Иллюстрации в текстовых документах. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста, качество иллюстраций должно обеспечивать их четкое восприятие.

Все иллюстрации (графики, схемы, чертежи, диаграммы, фотографии и т.д.) именуются рисунками. Фотографии размером меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги. Рисунки нумеруются последовательно в пределах раздела документа арабскими цифрами. Номер рисунка должен состоять из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой, например, рис. 3.2 - второй рисунок третьего раздела. Номер рисунка ставится под рисунком в центре или смещается к левому краю при наличии подрисуночной подписи. В тексте документа должны быть ссылки на приводимые рисунки с указанием их номеров. Например: "Тепловая схема микроблока приведена на рис. 2.6". Рисунки могут выполняться непосредственно на страницах с текстом или на отдельных листах формата А4. В этом случае на одном листе может быть размещено несколько рисунков. В документе рисунки должны располагаться сразу после первого обращения к ним в тексте.

Список литературы приводится в конце текстового документа под заголовком "Литература". Источники информации в списке следует располагать в порядке появления ссылок в тексте документа. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84. Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку литературы в квадратных скобках.

Приложение. В приложения текстового документа включают вспомогательный материал, дополняющий документ: промежуточные математические выкладки, формулы, расчеты, вспомогательные цифровые данные и др. Приложения начинают с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова "ПРИЛОЖЕНИЕ", напечатанного прописными буквами, и содержательного заголовка. Приложения нумеруют последовательно арабскими цифрами: "Приложение I", "Приложение 2" и т.д.

Текст каждого приложения при необходимости может быть разделен на подразделы и пункты в пределах каждого приложения, перед

ними ставится буква П, например П1.2.3 (третий пункт второго подраздела первого приложения). Аналогично нумеруются таблицы, формулы и иллюстрации в пределах каждого приложения.

6. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Пояснительная записка и графическая часть проекта передаются руководителю дипломного проекта для проверки. Руководитель в устной или письменной форме излагает замечания, подлежащие устранению, и после доработки проекта студентом подписывает его и допускает студента к защите. На дипломный проект руководителем составляется письменный отзыв.

В отзыве руководителя ДП должны быть отмечены:

- а) актуальность и практическая значимость темы проекта;
- б) оригинальные разделы проекта, отличие разработанных

в проекте конструкций и технологических процессов от используемых в настоящее время решений аналогичных задач;

в) характеристика общепрофессиональной и специальной подготовки дипломника, его деловые качества, которые он проявил в период работы над проектом;

г) основные результаты работы, возможность их внедрения в промышленность или использования в научно-исследовательских работах;

д) применение вычислительной техники в расчетах;

е) рекомендация о присвоении дипломнику квалификации "инженер конструктор-технолог РЭС".

Защита курсового проекта принимается комиссией, утверждаемой, кафедрой, в состав которой входят ведущие преподаватели цикла. Студенту предоставляется 5 - 7 минут для краткого изложения основных результатов, полученных при проектировании, после чего члены комиссии задают вопросы и производят оценку проекта.

Процедура защиты дипломного проекта начинается с предварительного просмотра проекта на комиссии, которая утверждается на кафедре. В комиссию включаются преподаватели, аспиранты и инженеры кафедры. Предварительный просмотр дипломного проекта проходит по схеме его защиты на ГЭК. Студент-дипломник делает доклад продолжительностью 10 - 12 минут и отвечает на вопросы, возникшие у членов комиссии. В докладе по дипломному проекту необходимо обратить внимание на следующие моменты:

- а) наименование темы с краткой характеристикой ее актуальности;
- б) исходные данные к проекту и круг решаемых задач;
- в) теоретические методы и физические процессы, положенные в основу решения задачи;
- г) краткий перечень оригинальных решений, полученных в работе, с иллюстрацией на чертежах и графиках;
- д) вопросы надежности, технологии, экономической целесообразности, техники безопасности, решаемые в дипломном проекте;
- е) возможные пути развития темы и внедрения разработок в промышленности.

Комиссия по предварительному смотру дипломного проекта может указать студенту-дипломнику на недостатки доклада, пояснительной записки и графической части, которые должны быть устранены. Положительное решение комиссии выражается в допуске студента к защите дипломного проекта на ГЭК. При наличии в проекте существенных недоработок, ошибок в расчетах, несоответствия содержания проекта заданию на дипломное проектирование комиссия по предварительному смотру принимает решение о недопуске студента к защите дипломного проекта на ГЭК. После успешного прохождения предварительного смотра проект направляется на рецензирование.

Допуск к защите дипломного проекта на ГЭК дает заведующий выпускающей кафедрой при представлении:

- а) дипломного проекта, подписанного руководителем, консультантами по отдельным разделам и рецензентом;
- б) отзыва руководителя проекта;
- в) заключения рецензента;
- г) оформленных документов на оплату труда консультантов и рецензента;
- д) положительного решения комиссии по предварительному смотру проекта.

По желанию студента-дипломника на защиту могут быть представлены также другие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненного проекта, печатные работы по теме, образцы изделия и т.п.

Расписание очередности проведения защиты дипломных проектов по календарным дням в пределах установленных дней защиты составляется выпускающей кафедрой за месяц до начала работы ГЭК. Во время защиты дипломнику может быть задан любой вопрос, относящийся к теме проекта. Отвечать на вопросы следует четко

и кратко. После ответов на вопросы членов ГЭК и присутствующих на защите секретарем ГЭК зачитываются отзыв руководителя проекта и заключение рецензента. Студенту-дипломнику предоставляется право ответить на замечания руководителя проекта и рецензента.

Результаты защиты проекта оглашаются председателем ГЭК.

Дипломный проект сдается в кабинет дипломного проектирования на хранение лично студентом-дипломником. При необходимости передачи проекта предприятию для внедрения в производство с него снимается копия или он передается во временное пользование по письменному разрешению декана или проректора института по учебной работе.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ КЛАССИФИКАТОРА ЕСКД

КЛАСС 460000 - СРЕДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗИ, НАВИГАЦИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Подкласс 460000 — Документация (нормы, правила, требования, методы)

Подкласс 463000 — Устройства вычислительные

Группа 463100 - машины цифровые (кроме перфорационных, клавишных, кассовых)

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Электрон- ные ста- ционарные 463110	463111 10000 оп./с 463112 50000 оп./с 463113 500000 оп./с 463114 1 млн.оп./с 463115 20 млн.оп./с 463116 > 20млн.оп./с 463119 прочие	Электрон- ные для установки на подви- жные объ- екты 463120	463121 10000 оп./с 463122 50000 оп./с 463123 500000 оп./с 463124 1 млн.оп./с 463125 20 млн.оп./с 463126 > 20млн.оп./с 463129 прочие

Группа 463200 - машины аналоговые и аналого-цифровые

Подгруппа	Вид
аналого- цифровые 463260	463261 на операц.усилителях аналого-ориентированные 463262 — " — " сбалансированные 463263 - " - " цифро-ориентированные 463269 прочие

Группа 463500 - передачи, телеобработки данных

Подгруппа	Вид
мультимедиа- плексы передачи данных 463550	463551 центральные программируемые 463552 центральные непрограммируемые 463553 удаленные программируемые 463554 удаленные непрограммируемые 463559 прочие

Подкласс 464000 - Устройства приемные, передающие, приемно-передающие и др.

Группа 464100 - приемные (кроме телевизионных)

Подгруппа	Вид
импульсных сигналов кроме связных, вещательных и телевизионных 464110	464111 прямого усиления перестраиваемые 464112 прямого усиления многоканальные 464113 супергетеродинные перестраиваемые 464114 супергетеродинные многоканальные 464115 автокорреляционные 464116 взаимнокорреляционные 464119 прочие

Подгруппа	Вид
непрерывных сигналов	464121 прямого усиления перестраиваемые
кроме связанных, вещательных и телевизионных	464122 прямого усиления многоканальные
	464123 супергетеродинные перестраиваемые
	464124 супергетеродинные многоканальные
464120	464125 автокорреляционные
	464126 взаимокорреляционные
	464129 прочие

Подгруппа	Вид
связные	464131 с диапазоном частот до 300 кГц
	464132 от 300 кГц до 30 МГц
464130	464133 от 30 МГц до 300 МГц
	464134 от 300 МГц до 3 ГГц
	464135 от 3 ГГц до 30 ГГц
	464136 свыше 30 ГГц
	464138 комбинированные
	464139 прочие

Группа 464500 - передающие(кроме связанных, вещательных, телевизионных)

Подгруппа	Вид
со средней мощностью излучения до 100 Вт	464511 с диапазоном частот от 3 МГц до 30 МГц
	464512 от 30 МГц до 300 МГц
	464513 от 300 МГц до 3 ГГц
	464514 от 3 ГГц до 30 ГГц
	464515 свыше 30 ГГц
464510	464516 прочие

Подгруппа	Вид
со средней мощностью излучения от 100 Вт до 3 кВт	464521 с диапазоном частот от 3 МГц до 30 МГц
	464522 от 30 МГц до 300 МГц
	464523 от 300 МГц до 3 ГГц
	464524 от 3 ГГц до 30 ГГц
	464525 свыше 30 ГГц
464520	464526 прочие

Группа 464600 - прямо-передающие

Подгруппа	Вид
со средней мощностью излучения от 100 Вт до 3 кВт	464621 с диапазоном частот до 3 кГц
	464622 от 3 кГц до 3 МГц
	464623 от 3 МГц до 30 МГц
	464624 от 30 МГц до 300 МГц
	464625 от 300 МГц до 3 ГГц
	464626 от 3 ГГц до 30 ГГц
	464627 свыше 30 ГГц
464620	464628 комбинированные
	464629 прочие

Подкласс 465000 - Устройства ввода, вывода, подготовки данных, процессоры, запоминающие и др.

Подкласс 466000 - Устройства телеграфные. Факсимильные, уплотнения линий связи, отображения информации и др.

Подкласс 467000 - Узлы Функциональные: генераторы, усилители. Фильтры, антенно-Фидерного тракта и др.

Группа 467100 - генераторы, усилители

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
непрерывных сигналов (кроме СВЧ,квантовых)	467111 электронные 467112 диэлектрич. 467113 магнитные 467114 молекулярные 467115 параметрич. 467118 комбинирован. 467110 467119 прочие	импульсных сигналов (кроме СВЧ,квантовых)	467121 электронные 467122 диэлектрич. 467123 магнитные 467124 молекулярные 467125 параметрич. 467128 комбинирован. 467120 467129 прочие
Подгруппа	Вид		
генераторы сигналов (кроме СВЧ)	467161 непрерывных(кроме шумовых) 467162 непрерывных(кроме шумовых) 467163 импульсных 467164 шумовых 467165 качающей частоты 467169 прочие		гармонических негармонических
467160			

Группа 467200 - Фильтры

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
с сосредоточенными параметрами пассивные	467211 верх.частот 467212 нижн.частот 467213 полосовые 467214 режекторные 467215 заградительн. 467210 467219 прочие	с сосредоточенными параметрами активные	467221 верх.частот 467222 нижн.частот 467223 полосовые 467224 режекторные 467225 заградительн. 467220 467229 прочие
с распределенными параметрами пассивные	467241 верх.частот 467242 нижн.частот 467243 полосовые 467244 режекторные 467245 заградительн. 467240 467249 прочие	с распределенными параметрами активные	467251 верх.частот 467252 нижн.частот 467253 полосовые 467254 режекторные 467255 заградительн. 467250 467259 прочие

Подкласс 468000 - Узлы функциональные образования видеосигналов, телефонных телеграфных аппаратов, формирования и обработки сигнала и др.

Группа 468100 — Образования видеосигналов, анализирующие, отклоняющие, Фокусирующие, отклоняющие

Группа 468200 - Формирования и обработки сигналов

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
кодеры, декодеры	468221 амплитудные 468222 частотные 468223 временные 468220 468224 фазовые 468225 импульсные 468225 комбинирован. 468225 прочие	модуляторы, демо-дуляторы	468231 амплитудные 468232 частотные 468233 временные 468234 фазовые 468230 468235 импульсные 468238 комбинирован. 468239 прочие

Анализа-	468241	амплитудные	формы-	468261	резонансные
торы, из-	468242	частотные	рова-	468262	блогинг-генераторы
мерители,	468243	временные	тели	468263	мультивибраторы
подавители-	468244	Фазовые		468264	логические
ли помех	468245	импульсные	468260	468269	прочие
	468248	комбинирован.			
468240	468249	прочие			

Подкласс 469000 - Устройства и узлы нефункциональные средств радиоэлектронных и вычислительной техники.

Группа 469100 - с электротехническими изделиями

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Каркасные 469110	469111	Опорные 469120	469121 тумбы
	469112		469122 стойки
	469113		469123 столы
	469114		469124 основания
	469115		469125 фермы
	469116		469126 колонны
	469117		
	469119		469129 прочие
Панельные 469130	469131	Защитные 469140	469141 кожухи
	469132		469142 стенки
	469133		469143 двери
	469134		469144 корпуса
	469135		469145 крышки
	469136		469149 прочие
	469137		
	469138		
	469139		

Группа 469200 - с электромеханическими изделиями

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Каркасные 469210	469211	Опорные 469220	469221 тумбы
	469212		469222 стойки
	469213		469223 столы
	469214		469224 основания
	469215		469225 фермы
	469216		469226 колонны
	469217		
	469219		469229 прочие
Панельные 469230	469231	Защитные 469240	469241 кожухи
	469232		469242 стенки
	469233		469243 двери
	469234		469244 корпуса
	469235		469245 крышки
	469236		469249 прочие
	469237		
	469238		
	469239		

Группа 469400 - с электрорадиоизделиями

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Каркасные 469410	469411 каркас	Опорные 469420	469421 тумбы
	469412 рамы		469422 стойки
	469413 секции		469423 столы
	469414 стеллажи		469424 основания
	469415 кассеты		469425 фермы
	469416 кронштейны		469426 колонны
	469417 крестовины		
	469419 прочие		469429 прочие
Панельные 469430	469431 панели	Защитные 469440	469441 кожухи
	469432 шасси		469442 стенки
	469433 платы		469443 двери
	469434 щиты		469444 корпуса
	469435 шкафы		469445 крышки
	469436 коробки		469449 прочие
	469437 колодки		
	469439 прочие		

Группа 469500 - с механическими и электрорадиоизделиями

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Каркасные 469510	469511 каркасы	Опорные 469520	469521 тумбы
	469512 рамы		469522 стойки
	469513 секции		469523 столы
	469514 стеллажи		469524 основания
	469515 кассеты		469525 фермы
	469516 кронштейны		469526 колонны
	469517 крестовины		
	469519 прочие		469529 прочие
Панельные 469530	469531 панели	Защитные 469540	469541 кожухи
	469532 шасси		469542 стенки
	469533 платы		469543 двери
	469534 щиты		469544 корпуса
	469535 шкафы		469545 крышки
	469536 коробки		469549 прочие
	469537 колодки		
	469539 прочие		

Группа 469600- с комбинацией изделий (с электромеханическими, электротехническими, оптико-механическими, механическими, электрорадиоизделиями и т.д.)

Подгруппа	Вид	Подгруппа	Вид
Каркасные 469610	469611 каркасы	Панельные 469630	469631 панели
	469612 рамы		469632 шасси
	469613 секции		469633 платы
	469614 стеллажи		469634 щиты
	469615 кассеты		469635 шкафы
	469616 кронштейны		469636 коробки
	469617 крестовины		469637 колодки
	469619 прочие		469639 прочие
Опорные 469620	469621 тумбы	Защитные 469640	469641 кожухи
	469622 стойки		469642 стенки
	469623 столы		469643 двери
	469624 основания		469644 корпуса
	469625 фермы		469645 крышки
	469626 колонны		469649 прочие
	469629 прочие		

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания к курсовому проекту по курсу "Конструирование комплекса бортовой ЭВА" / Авт.-сост.: А.С. Назаров, В.Ф. Борисов, А.А. Мухин и др. - М.: Изд-во МАИ, 1981.
2. Методические указания к курсовому проекту по курсу "Конструирование МЭА" / Под ред. Б.Ф. Высоцкого и Е.М. Тверского. -М.: МАИ, 1984.
3. Методические указания по разработке и оформлению конструкторской части дипломного проекта / Под ред. Б.Ф. Высоцкого. -М.: Изд-во МАИ, 1987.
4. Учебное пособие к курсовому проектированию "Технология РЭС" / Под ред. А.И. Коробова. - М.: Изд-во МАИ, 1990.
5. Методические указания по курсовому проектированию по специальности "Конструирование и технология РЭС" / Авт.-сост.: В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, А.С. Назаров и др. - М.: Изд-во МАИ, 1991.
6. Конструирование РЭС: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию /В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, А.С. Назаров и др. - М.: Изд-во МАИ, 1991.
7. Методические указания к выполнению технологической части дипломного проекта / Под ред. Ю.И. Боченкова. - М.: Изд-во МАИ, 1991.
8. Методические указания по применению ЭВМ в дипломном проектировании / Под ред. А.В. Фомина. - М.: Изд-во МАИ, 1992.
9. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА/ Под ред. Э.Т. Романычевой. - М.: Радио и связь, 1989.
10. Сапрова В.Е., Максимов Н.А. Системы стандартов в электросвязи и радиоэлектронике. - М.: Радио и связь, 1985.
11. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
12. Чекареев А.Н., Пахомов В.В., Молотов П.Е. Классификатор радиотехнических изделий. - Куйбышев: Куйбышевский авиационный институт. 1988.
13. ГОСТ 3.П04-81 ЕСТД. Общие требования к формам бланков и документам.
14. ГОСТ 3.П02-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Оформление чертежей деталей	3
2. Расчет размерных цепей в конструкциях РЭС	9
3. Обозначение конструкторских документов	16
4. Технологическая документация при курсовом и дипломном проектировании	20
5. Оформление текстовых документов в курсовом и дипломном проектировании	23
6. Организационные вопросы представления и защиты курсовых и дипломных проектов	29
Приложение	32
Литература	37

Тем. план 1993, поз. 97

Авторы-составители:

Бориоов Валентин Федорович Трегубов юрий Витальевич
Мухин Андрей Александрович Федотов Леонид Михайлович
Корниенко Юрий Николаевич Чайка Юрий Владимирович
Назаров Андрей Сергеевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ
КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
ДЛЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Редактор А.Д. Маркова
Техн. редактор Е.А. Смирнова

Подписано в печать 9.12.92

Бум. офсетная. Формат 60х84 1/16. Печать офсетная Усл.
печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,50. Тираж 500. Зак.2565/ 582.
Цена 5 р.

Типография издательства МАИ
125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4

ДЛЯ ЗАМЕТОК