

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
в г. Смоленске**

## **ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ РАБОТ**

Методические указания  
для студентов специальности  
«Промышленная электроника»

**Смоленск      2015**

УДК 621.38 (07)  
О91

Утверждено учебно-методическим Советом ГОУВПО СФМЭИ(ТУ)  
в качестве методического указания для студентов СФ МЭИ(ТУ), обучающихся по  
направлению «Электроника и микроэлектроника» и специальности  
«Промышленная электроника»

Подготовлено на кафедре «Электроника и микропроцессорная техника»

Рецензент:

Канд. техн. наук, доц. ГОУВПО СФМЭИ(ТУ) А.Ю. Пучков

**Оформление курсовых и дипломных работ** : методические указания для  
студентов специальности «Промышленная электроника» / Сост. : М. А. Амелина,  
С. А. Амелин, Ю. В. Троицкий. – Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2013. – 80 с.

Методические указания содержат основные правила изложения и оформления текста пояснительной записки курсового проекта (работы), выпускной работы на соискание степени бакалавра и дипломного проекта. Включены образцы титульных листов, правила рубрикации текста и составления содержания, основы грамотного стиля изложения, правила использования сокращений, оформления формул, таблиц, выводов, ссылок и списка литературы. Изложены также основные требования к иллюстративно-графическому материалу: оформлению рисунков в тексте и ссылок на них, правилам построения принципиальных электрических схем и нумерации компонентов, изготовлению перечня элементов и чертежа печатной платы. В заключительном разделе методических указаний представлены основные правила оформления пояснительной записки с использованием текстового редактора Microsoft WORD.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗЛОЖЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	5
1.1 Титульный лист .....	5
1.2 Оформление текста пояснительной записки .....	5
1.3 Рубрикация пояснительной записки и составление содержания.....	7
1.4 Дополнительные требования к содержанию пояснительной записки по специальности «Промышленная электроника» .....	12
1.5 Стиль изложения .....	18
1.6 Сокращения.....	21
1.7 Нумерация страниц, поля .....	22
1.8 Написание и нумерация формул .....	22
1.9 Таблицы и выводы.....	23
1.10 Ссылки на литературу.....	25
1.11 Список литературы.....	26
2 ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ .....	30
2.1 Нумерация, размещение рисунков в тексте и ссылки на них .....	30
2.2 Изготовление рисунков и текста к ним .....	31
2.3 Основные сведения о диаграммах .....	31
2.4 Экспериментальные диаграммы и осциллограммы .....	33
2.5 Построение логарифмических шкал.....	35
3 ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	36
3.1 Схема электрическая принципиальная.....	36
Общие правила.....	36
Нумерация и обозначение элементов принципиальных схем.....	38
Дополнительная информация на принципиальных схемах.....	40
Перечень элементов принципиальной схемы .....	41
3.2 Выполнение чертежа печатной платы (ПП) .....	43
3.3 Рекомендации по выполнению сборочного чертежа электронного блока .....	46
3.4 Рекомендации по выполнению чертежа общего вида устройства .....	47
3.5 Рекомендации по оформлению внутри пояснительной записки всех видов чертежно-конструкторской документации (ЧКД) .....	47
4 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА MICROSOFT WORD .....	49
4.1 Основные правила создания и форматирования документа Microsoft Word .....	49
4.2 Основные правила набора русскоязычных текстов .....	51
4.3 Использование стилей при наборе и форматировании текста.....	53
4.4 Основные правила использования рисунков .....	54
5 ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ НА СОИСКАНИЕ СТЕПЕНИ БАКАЛАВРА И К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА .....	56
6 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ДОКЛАДА И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПРИ ЗАЩИТЕ ПРОЕКТА (ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ) .....	57
6.1 Доклад .....	57
6.2 Подготовка к ответам на вопросы и замечания.....	59
6.3 Защита проектов (выпускных работ) в ГЭК (ГАК).....	60
6.4 Ошибки при защите дипломных проектов (выпускных работ).....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	62

ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	63
Образец титульного листа курсового проекта .....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	64
Образец титульного листа выпускной работы на соискание степени бакалавра .....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	65
Образец титульного листа дипломного проекта .....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	66
УГО элементов принципиальных электрических схем .....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	69
Пример выполнения принципиальной схемы и перечня элементов .....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	72
Пример выполнения чертежа печатной платы .....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	75
Пример выполнения сборочного чертежа и спецификации .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	78
Пример выполнения демонстрационных чертежей .....	78

# **1 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗЛОЖЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Основные требования к оформлению пояснительной записки к выпускным и дипломным работам, принятые по всем направлениям подготовки в ГОУВПО МЭИ(ТУ), изложены в [1, 2]. Ниже приводятся их конкретизации с учетом изменений ГОСТов и специфики выполнения обязательных заданий по специальности «Промышленная электроника».

## **1.1 Титульный лист**

Лицевая сторона пояснительной записки к курсовому проекту (в том случае если он не переплетается в твердую обложку) изготавливается из бумаги, имеющей по крайней мере в 1,5–2 раза более высокую плотность, чем бумага, на которой изготовлена основная часть пояснительной записки.

Курсовой (дипломный) проект — технический документ, поэтому различные средства украшения титульного листа (надписи разных цветов, художественные шрифты, виньетки т.п.) являются неуместными.

Титульный лист оформляется единообразно всеми студентами специальности согласно форме для конкретного вида работы (курсового проекта, выпускной работы, дипломного проекта), утвержденной руководством кафедры и согласованной с учебным управлением ГОУВПО МЭИ(ТУ).

Образцы титульных листов по состоянию на 1.09.2013 представлены в приложениях (см. ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В). Следует отметить, что в дальнейшем возможны модификации, связанные, например, с изменением полного названия учреждения или министерства (ведомства).

## **1.2 Оформление текста пояснительной записки**

Пояснительная записка оформляется средствами вычислительной техники (рекомендуемая гарнитура шрифта — Times, размер шрифта — 14 пунктов). Текст печатается на листах писчей бумаги форматом А4 (210х297 мм) через 1,5 интервала. Для разворотных таблиц и рисунков допускается формат А3 (297х420 мм). Заголовки таблиц, названия схем допускается печатать через один интервал.

Текст печатается на одной стороне листа и имеет поля следующих размеров:

- верхние и нижние — 20 мм;
- правые — 10 мм;
- левые — 20 мм.

Размеры полей даны согласно ГОСТ 7.32–2001 п. 6.1.2. Так должен выглядеть готовый переплетенный документ. Однако, учитывая, что

переплет производится типографским способом, (слева имеется прошивка документа, а справа — обрезка), следует прибавить слева и справа несколько мм, например 5. Тогда поля при установке параметров страницы в текстовом процессоре MS WORD, будут следующими (см. также с. 22):

верхние и нижние — 20 мм;

правые — 15 мм;

левые — 25 мм;

расстояние до верхнего и нижнего колонтитулов — 1,25 мм.

Абзацный отступ равен 5 знакам (10 мм). Заголовки разделов и подразделов отделяются от текста расстояниями сверху 18 пт, снизу — 12 пт. Текст печатается строчными буквами. Заглавными буквами печатаются аббревиатуры, названия разделов, а также заголовки «АННОТАЦИЯ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» с использованием шрифта одинакового типа и цвета с шрифтом основного текста.

Знаки, символы, обозначения, а также математические формулы должны быть набраны на ПЭВМ (в том числе и с помощью редактора формул). Вписываемые знаки должны иметь размер не меньше используемого шрифта. Надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени и т.п. могут быть меньших размеров, но не менее 2 мм по высоте.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, *применяя шрифты разной гарнитуры и начертания.*

Основную часть пояснительной записки следует делить на разделы, подразделы и пункты. В тексте должна быть соблюдена *соподчиненность разделов, подразделов и пунктов.* Соподчиненность отражается шрифтовым оформлением: более «старшие» заголовки набирают крупнее и ярче, чем «вложенные». Их нумерация выполняется арабскими цифрами, которые отделяются от названий пробелом (точка после последней цифры номера не ставится!). Номер подраздела состоит из цифры, обозначающей номер раздела, и цифры, обозначающей его порядковый номер в составе раздела, отделенных друг от друга точкой. Если подразделы имеют нумерованные пункты, нумерация последних состоит из трех разделенных между собой точками цифр. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста отчета на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию [3]. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа, например:

#### 5.3.2 Расчет элементов схемы задающего генератора

Каждый раздел начинается с новой страницы. Страницы нумеруются от титульного листа и до последнего, цифра 1 на титульном листе не ставится, также не ставится цифра 2 на странице, содержащей аннотацию. Нумерация

страниц выполняется арабскими цифрами сверху посередине на расстоянии приблизительно 1,5 интервала от первой строки текста страницы.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц документа. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Приложения нумеруются буквами (без значка №) и имеют названия. Задание, оформленное на специальном бланке СФМЭИ (ТУ), подшивается последним документом в разделе «ПРИЛОЖЕНИЯ», но не указывается в содержании.

Пояснительная записка дипломной работы должна быть переплетена в жесткую обложку, прочно прошита и подписана автором или заключена в папку для дипломных работ.

### **1.3 Рубрикация пояснительной записки и составление содержания**

Перед написанием пояснительной записки все материалы, полученные в процессе работы над проектом, в соответствии с планом подразделяют на отдельные логически соподчиненные части. Каждую часть снабжают кратким и ясным заголовком, отражающим ее содержание. Заголовки разделов рекомендуется писать прописными буквами шрифта одинакового типа и цвета с шрифтом основного текста.

Пояснительная записка курсового проекта обычно имеет небольшой объем. Поэтому для нее чаще всего (но не всегда) достаточна одноступенчатая рубрикация, при которой весь текст разбивают только на разделы приблизительно равноценной значимости. Все разделы нумеруют в порядке их расположения арабскими цифрами. Объем раздела, как правило, не должен превышать двух–четырёх страниц.

Перечень заголовков разделов, написанный в виде столбца с указанием их порядковых номеров и номеров страниц, с которых эти разделы начинаются, составляет содержание.

Пояснительная записка выпускной работы на соискание степени бакалавра должна иметь следующую структуру: титульный лист, аннотация (на русском и английском языках), содержание, введение, два – четыре раздела с изложением основных результатов работы, заключение, список литературы, приложения. Ориентировочный объем пояснительной записки составляет в среднем 40 страниц (без приложений).

Пояснительная записка дипломного проекта инженера должна включать в себя титульный лист, аннотацию (на русском и английском языках), содержание, введение, пять – семь разделов с изложением основных результатов работы, заключение, список литературы, приложения. Ориентировочный объем пояснительной записки составляет в среднем 60 – 80 страниц (без приложений).

Пояснительная записка выпускной работы на степень бакалавра и инженера имеет больший объем и более сложную рубрикацию. Поэтому в тексте должна быть соблюдена соподчиненность разделов, подразделов и пунктов. Нумерация разделов и подразделов выполняется арабскими цифрами, которые отделяются от названий пробелом. Номер подраздела состоит из цифры, обозначающей номер раздела и цифры, обозначающей его порядковый номер в составе раздела, отделенных друг от друга точкой. Если подразделы состоят из нумерованных пунктов, нумерация последних состоит из трех разделенных точками цифр.

Каждый раздел начинается с новой страницы. Страницы нумеруются от титульного листа и до последнего, цифра 1 на титульном листе не ставится. Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами сверху посередине над строкой.

Содержание следует помещать в начале пояснительной записки, т.е. после аннотации. Содержание дает возможность представить общую структуру пояснительной записки и позволяет быстро найти необходимые сведения. Поэтому более подробное содержание обычно отражает более тщательную работу над проектом. Следует отметить, что хотя АННОТАЦИЯ и СОДЕРЖАНИЕ являются рубриками пояснительной записки, однако не включаются в её содержание (см. примеры на с. 9–11).

В качестве иллюстрации приведено примерное содержание пояснительной записки курсового проекта «Усилитель постоянного тока (УПТ) с преобразованием частоты сигнала».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Анализ технического задания .....	5
2 Обзор УПТ с преобразованием частоты .....	8
3 Структурная схема УПТ .....	10
4 Определение числа каскадов и их параметров.....	12
5 Принципиальная электрическая схема УПТ.....	13
6 Расчет модулятора .....	18
7 Расчет демодулятора.....	20
8 Расчет генератора коммутирующего напряжения .....	22
9 Расчет выходного каскада.....	24
10 Расчет промежуточного каскада.....	25
11 Расчет входного каскада.....	27
12 Расчет мощности, потребляемой УПТ.....	29
13 Расчет параметрического стабилизатора.....	30
14 Конструкторская разработка УПТ.....	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	37
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	38
Приложение А Техническое задание на курсовой проект	



Примерное содержание пояснительной записки выпускной работы на соискание степени бакалавра:

### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	5
2 РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ .....	10
2.1 Выбор структурной схемы генератора и его обоснование .....	10
2.2 Разработка функциональной схемы генератора и описание алгоритма работы ....	12
3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ...	14
3.1 Выбор принципиальной схемы задающего генератора и его обоснование .....	16
3.2 Разработка принципиальной схемы устройства управления .....	19
3.3 Разработка блока цифроаналогового преобразования и его расчет .....	22
3.4 Разработка блока коррекции формы импульсов и его расчет .....	24
3.5 Расчет основных элементов принципиальной схемы устройства .....	27
4 МОДЕЛИРОВАНИЕ УЗЛОВ УСТРОЙСТВА .....	31
4.1 Краткое описание системы моделирования .....	31
4.2 Моделирование задающего генератора при помощи программы MicroCAP-9 ..	33
4.3 Моделирование блока цифроаналогового преобразования при помощи програм- мы Micro-Cap 9 .....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	39
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	40

В раздел «ПРИЛОЖЕНИЯ» выпускной работы на соискание степени бакалавра (для кафедры «Электроника и микропроцессорная техника») под наименованиями ПРИЛОЖЕНИЕ А, Б, В и т.д. (за исключением букв Ё, Ѕ, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь) обычно включаются выполненные согласно ЕСКД функциональная схема и принципиальная схема с перечнем элементов (на листах формата А4 или А3). Допускается оформлять приложения на листах формата А4×3, А4×4 по ГОСТ 2.301-68. Справочные материалы, привлечение которых необходимо для однозначного толкования текста пояснительной записки и принципиальной схемы, также выносятся в приложения. Задание, оформленное на специальном бланке МЭИ(ТУ), подшивается последним документом в разделе «ПРИЛОЖЕНИЯ».

Примерное содержание пояснительной записки дипломного проекта инженера:

### СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК.....	6
2 РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ.....	10
2.1 Обоснование выбора структурной схемы.....	10
2.2 Описание функциональной схемы системы сбора информации.....	12

2.3 Описание функциональной схемы радиопередатчика .....	14
3 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ....	16
3.1 Выбор элементной базы .....	16
3.1.1 Выбор микроконтроллера .....	16
3.1.2 Выбор АЦП .....	17
3.1.3 Выбор типа индикатора .....	19
3.1.4 Выбор остальных элементов .....	20
3.2. Описание принципиальной схемы .....	22
3.2.1 Описание принципиальной схемы устройства сбора информации .....	22
3.2.2 Работа устройства при подключении к нему персонального компьютера .....	25
3.2.3 Описание принципиальной схемы радиопередатчика .....	28
3.2.4 Схема опроса клавиатуры .....	30
3.3 Расчет элементов принципиальной схемы .....	32
3.3.1 Расчет элементов устройства сбора информации .....	32
3.3.2 Расчет элементов усилителя и фильтра радиопередатчика .....	34
3.3.3 Расчет элементов задающего генератора радиопередатчика .....	36
3.3.4 Расчет элементов манипулятора радиопередатчика .....	38
3.4 Машинный анализ схемы задающего генератора с помощью программы MICRO-CAP 9 .....	40
3.5 Расчет потребляемой мощности .....	43
3.6 Расчет надежности .....	45
4 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....	47
4.1 Алгоритм работы микроконтроллера .....	47
4.2 Программы ввода информации по каналам данных .....	49
4.3 Программы передачи информации в персональный компьютер .....	51
5 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА .....	53
5.1 Конструкция печатных плат .....	53
5.2 Выбор размеров печатной платы .....	55
5.3 Размещение и установка элементов на печатной плате .....	56
5.4 Разработка проводящего рисунка .....	58
5.5 Методы изготовления печатных плат .....	60
5.6 Применение САПР .....	63
6 ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА .....	65
6.1 Меры по защите окружающей среды при изготовлении, эксплуатации и утилизации устройства .....	65
6.2 Конструктивные решения, обеспечивающие требования эргономики .....	68
6.2.1 Требования к органам управления .....	68
6.2.2 Эргономический расчет клавиатуры .....	69
6.2.3 Требования к средствам отображения информации .....	71
6.2.4 Эргономический расчет индикатора .....	73
6.2.5 Конструкция корпуса устройства .....	75
6.3 Охрана труда .....	77
6.3.1 Организация рабочего места оператора .....	77
6.3.2 Показатели санитарно-гигиенической обстановки на рабочем месте .....	79
7 ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА .....	81
7.1 Определение объема инвестиций и источников финансирования инвестиционно- го проекта производства устройства сбора информации .....	81
7.2 Определение себестоимости и рыночной цены единицы изделия .....	84
7.3 Расчет показателей эффективности инвестиционного проекта .....	88
7.4 Анализ чувствительности инвестиционного проекта .....	91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	94
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А Устройство сбора информации. Схема электрическая принци- пальная .....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Устройство сбора информации. Печатная плата.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ В Устройство сбора информации Сборочный чертеж .....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Устройство сбора информации. Чертеж общего вида .....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Программа работы микроконтроллера .....	102

В раздел «ПРИЛОЖЕНИЯ» дипломного проекта инженера помимо документов, рекомендуемых для выпускной работы (см. с. 9), включаются чертежи печатной платы, сборочный и общего вида (см. подраздел 3.5). Следует отметить, что все чертежи (принципиальная схема, сборочный чертеж и печатная плата, чертеж общего вида) в приложениях выполняются на форматах А4 или А3. При масштабном уменьшении размеров чертежа (обычно происходящем при использовании формата А3 для крупных чертежей), приводящем к уменьшению размеров основной надписи, чертеж следует выполнять как рисунок, входящий в соответствующее приложение. При этом он снабжается соответствующей подрисуночной подписью. Например:

Рисунок А.1 — Уменьшенная копия чертежа принципиальной электрической схемы

При использовании форматов А3, А2, А1 необходимо соблюдать *правила складывания листа* внутри приложения РПЗ (в соответствии с рис. 1.1).

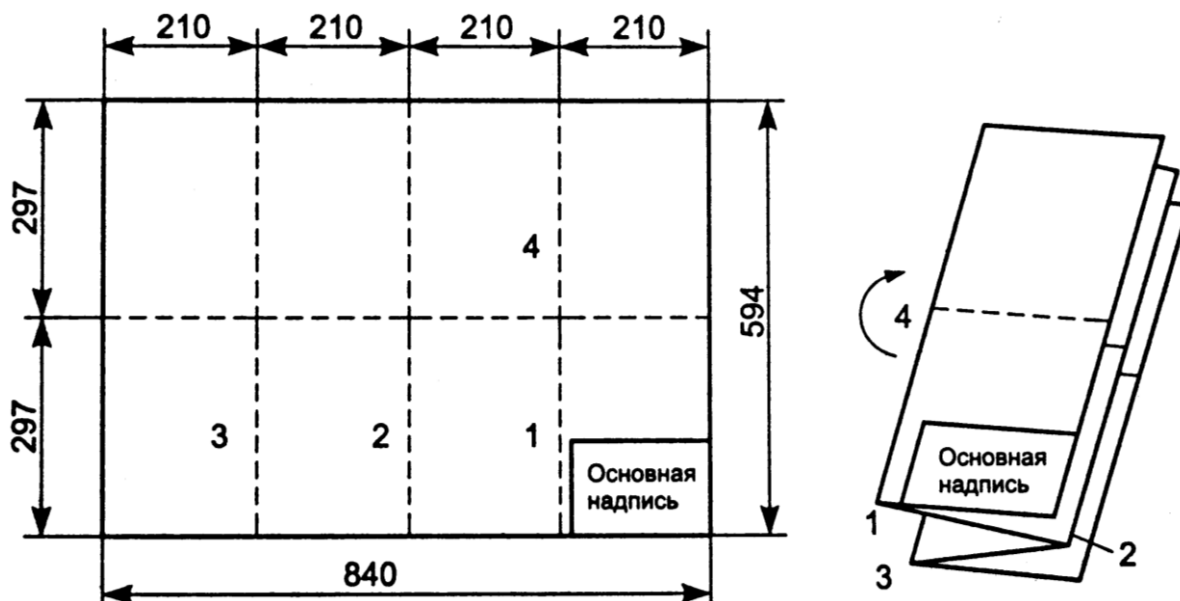


Рисунок 1.1 — Пример складывания графического документа до формата А4

При большом объеме программного обеспечения как приложения могут быть оформлены листинги отлаженных программ, управляющих работой устройства. Необходимо обратить внимание на то, что листинги программ должны приводиться с подробными комментариями, четко обозначающими подробный алгоритм работы устройства.

## 1.4 Дополнительные требования к содержанию пояснительной записки по специальности «Промышленная электроника»

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) является основным документом при защите дипломного проекта (выпускной работы) и должна содержать исчерпывающие сведения о выполненной работе. Являясь законченным научно-техническим документом, РПЗ строится по системе, принятой для научно-технических отчетов [3].

Следует обратить внимание на то, что в пояснительной записке должно содержаться не описание готового изделия, а *описание творческого процесса его создания*. При последовательном восприятии текста РПЗ должна четко прослеживаться логическая связь: техническое задание – патентный поиск – сравнение технико-экономических показателей существующих образцов с проектируемым – обоснование выбора (разработка) функциональной схемы — разработка на ее основе принципиальной схемы и т.д.

Ниже приведены требования к содержанию основных разделов РПЗ.

**Аннотация** объемом до 0,5 с. включает библиографическое описание работы (Ф.И.О. автора, название, количество страниц, иллюстраций, таблиц, приложений, использованных источников), и краткую информацию о ее содержании [3].

Рекомендуется на этой же странице дать текст аннотации на одном из европейских языков (английском, французском или немецком).

Аннотацию располагают на с. 2, при этом ее не нумеруют.

**Обозначения и сокращения.** Включается в пояснительную записку (ПЗ), если последняя содержит большое количество обозначений и аббревиатур (более 10), представляющих собой первые буквы словосочетаний (предложений), набранные заглавными символами. В перечне обозначения и аббревиатуры располагаются в алфавитном порядке.

Если ПЗ содержит малое количество аббревиатур и обозначений, то их перечень может отсутствовать. В этом случае их расшифровка даётся при первом употреблении, а при последующих употреблении даётся сама аббревиатура (например сокращение ПЗ в предыдущем и настоящем абзацах).

**Введение.** Во введении должны быть отражены современное состояние и актуальность выбранной темы диплома, определены методы решения поставленных задач и сформулирована цель разработки (исследований). Объем введения составляет не более 4 – 5 страниц.

### **Основные результаты работы.**

В первом разделе, как правило, приводится обзор научно-технической литературы, рассматриваются методы решения задач, определенных темой диплома, и обосновывается или предлагается конкретная методика решения поставленной задачи.

Анализируется состояние работ по теме проекта, для чего проводится патентный поиск по материалам, опубликованным за последние 5 лет. Па-

тентный поиск начинается с отбора материала по реферативным журналам, бюллетеням изобретений и другим источникам. Отобранные материалы анализируются и результаты сводятся в таблицу (табл. 1.1).

**Таблица 1.1** — Результаты патентного поиска (пример)

Предмет поиска (объект, его составные части). Классификационные индексы	Источники информации, по которым проведен поиск	Научно-техническая и патентная документация, отобранная для поиска	Сущность технического решения в анализируемом источнике информации
Синтез частот H03B21/02	База данных РОСПАТЕНТа <a href="http://www.rupto.ru">http://www.rupto.ru</a> , фонды патентной библиотеки РФ.	“Direct digital frequency synthesis enabling spur elimination” PST/US99/00873 от 21.01.1998	Цифровой синтез частоты с расширением динамического диапазона за счет исключения аналогового сумматора
Цифро-аналоговое преобразование H03M1/00, H03M1/62, H03M1/88	База данных РОСПАТЕНТа <a href="http://www.rupto.ru">http://www.rupto.ru</a> , фонды патентной библиотеки РФ.	(19)RU(11)2255413 (13)C1 от 27.06.2005	Цифро-аналоговое преобразование модуля комплексного сигнала по значениям квадратурного сигнала
Устройство измерения динамических параметров широкополосных усилителей. УДК 621.317.799 МКИ 01P04Г НОЗГ НОЗК	Р. ж. «Радиотехника» с №1 2000 г. по №10 2006г.  Р.ж. «Электроника» с №1 2000 г. по №10 2006 г.  Р. ж. «Метрология и измерительная техника» с №1 2000 г. по №10 2006 г., с.17-21.	1. Достал И. Операционные усилители. М.: Мир, 1982.  2. Брагин А.А., Мизюк Г.Л. Измерение времени установления испытательного сигнала типа скачка электрического напряжения. Ж. «Измерительная техника» №2, 198	Описаны структурные схемы измерения времени установления, скорости нарастания и частотных параметров, дан анализ переходных процессов ОУ.  Анализируется осциллографический способ измерения времени установления. Способ не поддается автоматизации. Используя дифференцирование выходного сигнала ОУ, способ позволяет измерить время установления и скорость нарастания выходного напряжения.

**Таблица 1.2** — Техничко-экономические показатели данного вида техники (пример)

Наименование сравниваемого параметра и единица измерения	Значение технико-экономических показателей					
	Лучшие отечественные и зарубежные образцы аналогичного назначения (страна, фирма, модель, год освоения)				Объект разработки	Прогноз на 2008 г.
	Россия	США	Великобритания	Германия		
Модель	14КПЛ-500					
Измеряемые параметры	статические	статические и время установления	статические и время установления	статические, время установления и скорость нарастания	статические, время установления, скорость нарастания, частота единичного усиления	
Погрешность измерения %	5	5–стат., 10–время	5–стат. 10–время	5–стат. 15–время	5–стат. 10 динам.	5–стат. 5–дин.
Габариты	700x500x1000	500x300x300	500x400x500	500x500x500	700x400x300	

Сравнение основных показателей лучших зарубежных и отечественных образцов с разрабатываемым показывает, что разрабатываемый образец должен обеспечивать измерение большего числа параметров при значительном снижении массогабаритных показателей, достигнутых в лучших отечественных образцах.

На основании анализа информации производится сравнение технико-экономических показателей лучших известных образцов данного вида техники с показателями, заложенными в техническом задании проекта (см. табл. 1.2 и нижеследующий текст вывода).

Творческий подход к решению поставленной в дипломе задаче предполагает выявление противоречий между требованиями технического задания и существующими техническими решениями (по технико-экономическим показателям). Разрешение этих противоречий (то есть решение научно-технической проблемы, поставленной в техническом задании) и осуществляется дипломным проектом. Это достигается применением новых более совершенных элементов и устройств, либо использованием новых алгоритмов, реализуемых студентом в проекте.

В последующих разделах анализируется конкретный объект разработки (исследования), описываются схемы, модели, технологии, излагаются результаты экспериментов и математических расчетов, проводится их анализ.

Каждый раздел должен заканчиваться *выводами*, в которых в краткой форме излагаются результаты данного этапа работы и конкретизируются задачи и методы их решения в последующих разделах.

В основной текстовой части РПЗ для специальности «Промышленная электроника» должны быть отражены следующие вопросы [4]:

- выбор и описание функциональной схемы устройства;
- выбор и описание принципиальной схемы устройства и его основных узлов;

- расчет номинальных значений компонентов принципиальной схемы и основных параметров всего проектируемого устройства;
- расчет надежности;
- результаты экспериментальных исследований;
- конструкторско-технологическая разработка;
- охрана труда и техника безопасности;
- охрана окружающей среды;
- экономические вопросы;

Разработка функциональной схемы включает в себя следующие основные этапы:

- точную постановку задачи;
- выявление систем входных и выходных параметров;
- разработку алгоритма работы устройства;
- построение собственно функциональной схемы.

Формализованно работа устройства задается блок-схемой алгоритма, графами переходов, таблицами переходов и выходов или временными диаграммами. При разработке функциональной схемы сложных устройств алгоритм работы задается укрупненно с указанием лишь основных операций, принципиально необходимых для достижения поставленной цели.

Функциональная схема является документом, разъясняющим процессы в схеме, реализующие заданный алгоритм работы. Функциональная схема строится из совокупности узлов известного назначения с указанием функциональных связей между ними. Функциональные узлы изображают условными графическими обозначениями, принятыми в соответствующих стандартах или в виде прямоугольников с поясняющими надписями [4]. Для каждой функциональной группы указываются системы входных и выходных параметров. На свободном поле схемы могут помещаться временные диаграммы, поясняющие изменение этих сигналов во времени, математические зависимости, определяющие взаимосвязь параметров и т.п.

Принципиальная схема является документом, определяющим полный состав элементов и все связи между ними. Принципиальная схема разрабатывается на основе функциональной схемы. Выбор элементной базы и схемотехнических решений должен обеспечить оптимальные технико-экономические показатели разрабатываемого устройства. Максимально используются схемы большой и средней степени интеграции; используются серии интегральных схем с минимальной потребляемой мощностью при выполнении других технических требований, определяемых особенностью проекта и условий производства. В описании схемы указывается, как в ней реализованы отдельные узлы функциональной схемы. Особое внимание уделяют оригинальным схемотехническим решениям, обеспечивающим достижение требуемых характеристик. Обосновываются режимы работы всех элементов схемы.

Расчетная часть составляет не менее 20% общего объема РПЗ и может включать в себя:

- расчет статических и динамических режимов работы основных узлов;
- синтез и анализ цифровых автоматов;
- согласование всех узлов проектируемого устройства по информационным и электрическим характеристикам;
- расчет метрологических показателей.

Для проведения расчетов широко используются персональные компьютеры и системы автоматизированного проектирования.

*Примеры расчета:*

- расчет типовых электронных узлов (ключи, усилительные каскады, активные фильтры, мультивибраторы на ИМС, тактовые автогенераторы и т.п.);
- спектральный и энергетический анализ выходных сигналов функциональных узлов;
- расчет погрешностей функциональных узлов, вносимых нестабильностью элементов;
- расчет чувствительности выходных параметров схемы к изменению параметров составляющих ее компонентов;
- расчет конструктивных параметров трансформаторов, катушек индуктивности, тонкопленочных конденсаторов, резисторов, печатных проводников и т.п.;
- статистическая обработка результатов эксперимента.

Соотношение отдельных частей расчета и их конкретизация зависят от темы проекта. Например, в проектах, связанных с разработкой программного обеспечения процесса управления или диагностики, объем расчетной части электронных схем может быть значительно снижен (но не исключен полностью).

Конструкторско-технологическая часть проекта включает в себя разработку печатной платы и сборочного чертежа всего устройства (или при большом объеме — одного из функциональных узлов устройства с числом корпусов не менее 10). Трассировка печатных соединений должна обеспечить необходимый уровень помехозащищенности.

Сборочный чертеж функционального узла включает в себя плату и все навесные элементы, разъемы, крепежные и изоляционные детали. К сборочному чертежу составляется спецификация.

Конструктивное исполнение всего разрабатываемого устройства, состоящего из нескольких отдельных конструктивных узлов, представляется чертежом общего вида изделия.

Внешний вид и конструкция изделия должны отвечать требованиям технической эстетики, эргономики и демонстрировать умение студента правильно компоновать отдельные узлы электронного устройства.



Расчет надежности — это определение надежности разрабатываемого устройства при заданных характеристиках надежности составляющих его элементов и заданных внешних условиях работы.

В экспериментальной части должны указываться цель и программа конкретных испытаний, излагаться их сущность, оцениваться точность и достоверность полученных данных. Для обработки результатов следует широко использовать статистические методы. Проведение эксперимента оформляется протоколом, в котором указываются приборы, используемые в эксперименте, их метрологические характеристики, результаты эксперимента, отклонение их от теоретических значений. Здесь также приводятся осциллограммы исследуемых процессов, фотографии собранных устройств и т.п. В случае машинного эксперимента (имитационного моделирования) приводятся осциллограммы (характеристики), полученные в процессе моделирования на мониторе компьютера.

Раздел «Охрана труда» должен быть органически связан с темой дипломного проекта и включать в себя конкретные конструктивные и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасные и комфортные условия работы с проектируемым устройством.

Проводится анализ потенциально опасных и вредных факторов производственной среды и разрабатываемого оборудования; разрабатываются меры, исключающие вредные воздействия указанных факторов на обслуживающий персонал. Особое внимание уделяется взаимосвязи человека и машины.

С учетом эргономических требований обеспечивается

- рациональное расположение органов управления и регулировок;
- рациональное расположение, размеры и цвет надписей на передней панели;
- рациональные размеры и фотометрические параметры индикаторов, учитывающие условия эксплуатации.

Раздел «Охрана окружающей среды» разрабатывается параллельно с разделом «Охрана труда». В нем рассматриваются следующие вопросы:

- источники загрязнения окружающей среды при изготовлении устройства;
- анализ источников влияния на окружающую среду при эксплуатации разрабатываемого устройства и меры, принимаемые в проекте для уменьшения этого влияния;
- опасность воздействия на окружающую среду при утилизации разрабатываемого устройства и меры, рекомендуемые для снижения этого влияния.

В заключении подводится итог проведенной работы, формулируются главные выводы по результатам разработки (исследования), показывающие достигнутый уровень решения проблемы. Также показывается вклад, внесен-

ный лично дипломником в решение поставленной проблемы. Объем заключения составляет обычно 1 – 2 страницы.

**Список использованных источников.** В список, с указанием библиографических данных, включается литература по усмотрению автора дипломного проекта. Если в дипломе сделаны ссылки на научную информацию, позволяющую принять конкретное решение, включение в список литературы первоисточника является обязательным. Может включать в себя использованную техническую литературу, статьи, патентные материалы, технические отчеты, стандарты.

**Приложения.** В приложения включаются материалы (таблицы, содержащие результаты экспериментов, схемы, чертежи, распечатки программ), а также справочные материалы, подтверждающие выводы и рекомендации дипломной работы.

## 1.5 Стил ь изложения

Ясность мысли, простота и логичность расположения материала — таковы основные требования к стилю изложения пояснительной записки.

При работе над текстом проекта следует добиваться точного, законченного и в то же время наиболее простого и понятного построения фраз, формулировок и выводов. Необходимо избегать длинных и запутанных предложений. При этом без ущерба для излагаемой мысли повышается эффективность ее восприятия.

В научно-технической литературе приняты неопределенно-личная и безличная формы изложения [5], подчеркивающие объективный характер явлений и процессов, общепринятый характер действий и решений.

Анализ стилистики курсовых проектов показывает, что некоторые студенты ведут изложение от собственного имени, что попросту неграмотно. Например, пишут, «выбираю диод...», «принимаю равным...», «рассчитываю по формуле...» и т. п. Многие употребляют обороты с местоимением «мы»: «выбираем транзистор...», «округляем до...», «выбираем схему» и т. д.

Правильно писать в зависимости от времени свершения действия: «выбирается диод...» или «выбран диод...», «принимается равным...» или «принят равным...» и т. д.

Предложения рекомендуется строить, например, так:

- Смещение на базе транзистора определено графическим построением на его входной динамической характеристике (рис. 6).
- Сопротивление резистора  $R_6$  выбрано таким, что входной ток увеличивается не более чем в два раза.
- Четырехзарядный счетчик импульсов построен на интегральных микросхемах серии K155.
- Коэффициент гармоник  $K_f$  находится по формуле (3).
- Расчет нагрузочной характеристики стабилизатора ведется по формуле...
- Для крупносерийного производства однослойных печатных плат общего применения из фольгированного пластика выбирается способ печати через трафарет [6].

Больше всего стилистических погрешностей студенты допускают при изложении расчетов, когда в состав предложения входят формулы. Предложение с формулой нужно строить так, чтобы слова, символы и знаки формулы составляли грамматически правильную конструкцию с законченным смыслом.

Например:

Не рекомендуется

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора, рассчитана по формуле

$$P_K = I_{OK}(E_K - R_K I_{OK}).$$

Рекомендуется

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора,

$$P_K = I_{OK}(E_K - R_K I_{OK}).$$

Не рекомендуется

Определяется напряжение источника питания  $E_{II}$ :

$$E_{II} = 2(\sqrt{2P_K R_H} + U_{K \min}).$$

Необходимое число вентиля в плече выпрямительного моста находится по формуле

$$N = U_{обр} / U_{обр \ доп}.$$

Рекомендуется

Напряжение источника питания

$$E_{II} = 2(\sqrt{2P_K R_H} + U_{K \min}).$$

Необходимое число вентиля в плече выпрямительного моста

$$N = U_{обр} / U_{обр \ доп}.$$

При описании процессов в электронных схемах, принципа действия устройств, конструкции элементов и узлов при изложении расчетов не следует смешивать в одной фразе настоящее время с прошедшим или будущим, совершенный вид с несовершенным и т. д. Например:

Не рекомендуется

Мультивибратор опрокидывается, когда напряжение на базе запертого транзистора станет равным нулю.

Рекомендуется

Мультивибратор опрокидывается, когда напряжение на базе запертого транзистора становится равным нулю.

Не следует злоупотреблять страдательным залогом, так как он утяжеляет речь. Например:

Не рекомендуется

Советскими учеными было сделано много открытий в области квантовой электроники.

Транзистором была совершена настоящая революция в электронике.

Рекомендуется

Российские ученые сделали много открытий в области квантовой электроники.

Транзистор совершил настоящую революцию в электронике.

Страдательный залог уместно употреблять в предложениях, в которых нет и не должно быть указаний на действующее лицо. Например:

За короткий период транзисторы подверглись значительным усовершенствованиям.

На развитие электронной промышленности были направлены значительные средства.

Описывая технологические операции и процессы, нужно с осторожностью пользоваться возвратными глаголами. Например:

### Не рекомендуется

После сборки плата устанавливается на стенд, регулируется, а затем передается на контроль.

При описании схем, операции и устройств некоторые студенты вместо прямой и точной глагольной формы сказуемого часто прибегают к сочетанию отглагольного существительного того же корня, что и глагол, из которого оно образовано, с глаголами типа «осуществлять», «производить», «оказывать», «подвергать» и т. д. Такие фразы утяжеляют речь. Например:

### Не рекомендуется

Регулирование частоты колебаний мультивибратора осуществляется путем изменения напряжения смещения, подаваемого на базы транзисторов.

Повышение температурной стабильности режима работы усилителя осуществляется включением термистора.

### Рекомендуется

После сборки плату устанавливают на стенд, регулируют, а затем передают на контроль.

Частота мультивибратора регулируется изменением напряжения смещения, подаваемого на базы транзисторов.

Температурная стабильность режима работы усилителя повышается включением термистора.

Некоторые студенты злоупотребляют словосочетанием «имеет место» и глаголами «имеется», «предусмотрена» и «бывают» в значении «есть». Их следует заменять прямыми и точными словами. Например:

### Не рекомендуется

Для крепления платы к блоку на ее углах имеются отверстия.

Наибольшие потери в изоляции имеют место на высоких частотах.

### Рекомендуется

Для крепления платы к блоку на ее углах пробиты отверстия.

Наибольшие потери в изоляции наблюдаются на высоких частотах.

Если в первом левом предложении лишь упоминается о существовании отверстий, то в правом предложении при том же количестве слов содержится указание на способ их изготовления.

Часто пропускаются предлоги при разделительных союзах «или», «либо» и при однородных словах, требующих разных предлогов, что иногда приводит к искажению смысла. Например:

### Не рекомендуется

Радиатор транзистора крепится к плате или панели.

Электрические соединители установлены на исследуемом блоке, термостате и блоке контроля.

### Рекомендуется

Радиатор транзистора крепится к плате или к панели.

Электрические соединители установлены на исследуемом блоке, в термостате и на блоке контроля.

Из-за неумелого употребления местоимений третьего лица вместо существительных часто возникают смысловые ошибки. Вот характерный пример:

«Для крепления платы к раме на ней имеются защелки». Здесь невозможно понять, где установлены защелки.

Нужно избегать засорения языка вводными словами, канцеляризмами, пустыми трафаретными выражениями, архаизмами. Часто употребляются такие портящие речь слова и выражения: на сегодняшний день, практически, фактически, вообще говоря и т. п.

## 1.6 Сокращения

Стремясь быстрее написать пояснительную записку, многие студенты широко применяют произвольные сокращения слов и словосочетаний, а некоторые слова заменяют математическими знаками и т. п. Безусловно, сокращения в пояснительной записке нужны и полезны, но они должны выполняться по установленным правилам и соответствовать нормам литературного русского языка.

Сокращениями необходимо пользоваться умеренно. Многочисленные сокращения утомляют читателя и затрудняют понимание смысла написанного.

Основные требования к сокращениям: понятность читателю, благозвучность, соблюдение правил сокращений в тексте и последовательность в их применении, которая означает, что все однотипные слова должны либо сокращаться, либо не сокращаться [5].

### *Основные формы сокращения*

1. *Графические* — в них вместо части, отсеченной от конца слова, ставят точку, вместо выкинутой середины слова — дефис. Сокращенное до нескольких букв отсечением его конечной части слово принято заканчивать на согласной. Сокращение должно позволить читателю легко и безошибочно восстановить полное слово. Поэтому графические сокращения — обычно сокращения общепринятые, которые понятны всем или значительному большинству читателей. Например: и т. д., т. е., шт., ин-т, з-д, ун-т и др. Большинство графических сокращений допустимо только в сочетании с именами собственными, числами, датами или при ссылках и сопоставлениях. Например: проф. А.А. Иванов, 18 р., 34 к., 2005 г., см. табл. 12, ср. рис. 4 с рис. 6.

2. *Буквенные аббревиатуры* — образуют из первых букв слов сокращаемого словосочетания. Различают аббревиатуры общепринятые: СНГ, ЦСКА, ЭВМ и т. д.; специальные, принятые в специальной литературе и понятные читателям, которым она адресована, например УНЧ, АЧХ, ИМС, БИС и т.д.; а также индивидуальные, применяемые только в данном труде.

Индивидуальные аббревиатуры желательно применять как можно реже, поскольку они затрудняют восприятие излагаемого материала. Их применяют, когда в тексте многократно встречаются устойчивые словосочетания. Индивидуальные сокращения следует оговорить при первом упоминании, поместив за сокращаемым сочетанием слов его аббревиатуру, написанную

прописными буквами в скобках, например мощный высокочастотный транзистор (МВЧТ), генератор опорной частоты (ГОЧ). Далее в тексте аббревиатура употребляется без скобок. При большом количестве индивидуальных аббревиатур составляют список принятых сокращений, который помещают после аннотации (или перед введением).

## 1.7 Нумерация страниц, поля

Нумерация страниц начинается с титульного листа. Номер страницы проставляют арабской цифрой сверху посередине над строкой. На странице 1 (титульный лист) и в месте расположения аннотации номер страницы не ставят. Нумеруют все без исключения страницы независимо от их содержания. Не нумеруют только чистые страницы, поэтому у пояснительной записки, написанной на одной стороне бумажных листов, число страниц равно числу листов.

На страницах поля нужно оставлять по всем четырем сторонам (см. также с. 6). Размер левого поля для переплета — 25 мм, правого — 15 мм, размер верхнего и нижнего полей — 20 мм. Площадь листа, отведенную под текст или рисунки, не следует ограничивать рамкой, неоправданно затрачивая на проект дополнительное время.

## 1.8 Написание и нумерация формул

Несложные однострочные нумерованные формулы можно помещать внутрь текста. Например:

При  $I_B > I_K / V_0$  транзистор насыщен.

Расчетную формулу принято рассматривать как составную часть предложения, которое ее поясняет. Формула обычно занимает отдельную строку, номер формулы ставится в конце строки. Знаки препинания ставятся сразу после формулы (но не после ее номера). В одной фразе может быть приведена группа формул, разделяемых знаками препинания или союзами. В конце формул и в тексте перед ними знаки препинания расставляют в соответствии с правилами пунктуации, так как формула не нарушает грамматической структуры фразы.

Многострочные, нумерованные формулы, а также формулы с *экспликациями* (расшифровкой использованных символов) располагают на середине отдельной строки, причем пробелы сверху и снизу оставляют достаточными для того, чтобы формула отчетливо выделялась среди текста. Набор формул на компьютере должен производиться шрифтом основного текста (в случае однострочных формул) и на 1–2 пункта меньшим шрифтом для дву- и многострочных частей формул. Надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени и т.п. могут быть меньшего размера по отношению к основному шрифту, но не менее 2 мм по высоте.

Появляющиеся в формулах новые символы должны быть расшифрованы в экспликации, помещаемой непосредственно под формулой. После формулы перед экспликацией ставят запятую (но не после номера формулы). Первую строку экспликации начинают со слова «где», двоеточие после него не ставят. Расшифровку символов приводят в экспликации в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Если правая часть формулы содержит дробь, то вначале расшифровывают символы числителя, а затем знаменателя. Расшифровку каждого символа предпочтительно (хотя и не обязательно) давать с новой строки, выравнивая колонку строк по знаку тире. В конце каждой строки ставят точку с запятой, а в конце последней строки — точку. Например:

Уравнение вольт-амперной характеристики идеального полупроводникового диода можно записать так:

$$i = I_S(e^{u/\varphi} - 1),$$

где  $I_S$  — ток насыщения;  $\varphi$  — температурный потенциал.

В экспликации *расчетной формулы* после текста расшифровки символов необходимо приводить обозначения единиц физических величин, которые от текста отделяют запятой. Например:

Катушка с замкнутым тороидальным магнитопроводом имеет индуктивность

$$L = \frac{\mu\mu_0 w^2 S}{l_{cp}}, \quad (3.12)$$

где  $L$  — индуктивность, Гн;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м — магнитная проницаемость вакуума;  $\mu$  — относительная магнитная проницаемость ферромагнетика;  $w$  — число витков;  $S$  — площадь поперечного сечения магнитопровода,  $\text{м}^2$ ;  $l_{cp}$  — длина средней линии индукции в магнитопроводе, м.

Формулы, на которые имеются ссылки в тексте (например, по которым в проекте многократно выполняют расчеты), нумеруют арабскими цифрами. Нумерация формул (а также рисунков и таблиц) может быть сквозной по всему тексту, но чаще используется двойная нумерация внутри раздела, причем первое число совпадает с номером главы, а второе, отделенное от первого точкой, обозначает порядковый номер в составе раздела. Номер формулы заключают в круглые скобки и помещают у правого края полосы. Для формулы, представляющей собой дробь с горизонтальной чертой как знаком деления, номер формулы выравнивают по этой черте [5].

При ссылке в тексте на формулу указывают ее номер в круглых скобках. Например: «... согласно формуле (3.12)».

## 1.9 Таблицы и выводы

По способу оформления табличного материала различают таблицы и выводы.

*Таблицей* называют цифровой, реже текстовый или иллюстративный материал, сгруппированный в определенном порядке в колонки (графы), разделенные линейками. Важными достоинствами таблицы являются наглядность и компактность.

В таблицы сводят только такие данные, которые не поддаются воспроизведению в форме графиков, диаграмм или формул. Основные требования к таблицам: логичность и экономичность построения, удобство чтения, единообразие построения однотипных таблиц.

Таблица обычно состоит из следующих элементов (табл. 1.3): тематического заголовка, определяющего содержание таблицы; головки, состоящей из заголовков граф; строк — всей остальной части таблицы, у которой левую графу называют боковиком [5]. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

**Таблица 1.3** — Цены обмоточных проводов, руб. за 1000 кг

Марка провода	Диаметр провода, мм				
	0,08	0,16	0,33	0,64	1,30
ПЭЛ	3000	1700	1350	1230	1090
ПЭВ-1	6220	3300	1690	1360	1125
ПЭВ-2	6400	3370	1730	1330	1145

Головка

Строки

Боковик                      Графы (колонки)

Для таблиц допустима как *сквозная*, так и *двойная нумерация* арабскими цифрами (причем предпочтительнее вторая). Для конкретной пояснительной записки определяющим является требование *единообразия стиля*. Так, например, если рисунки имеют двойную нумерацию, то для таблиц также используется двойная нумерация, если используются рисунки со сквозной нумерацией, то она же используется и для таблиц. Основные заголовки в головке и в боковике пишут с прописной буквы, а подчиненные, расположенные ниже объединяющего их заголовка, — со строчной.

В зависимости от сложности и назначения таблицы, в ней могут отсутствовать некоторые из указанных элементов. Например, у таблицы, которая нужна только по ходу чтения текста и лишена самостоятельного значения, может отсутствовать тематический заголовок. Тематический заголовок не нужен, если таблица составляет содержание параграфа или другого подраздела. В этом случае заголовок подраздела заменяет заголовок таблицы (так например поступают при оформлении таблиц в приложениях). В простых таблицах могут отсутствовать головка или боковик. Обязательно присутствие ссылки на таблицу в тексте.

Табл. 1.4 и табл. 1.5 иллюстрируют оформление в проекте таблицы с результатами расчета и выбора резисторов и конденсаторов для усилительного каскада.



**Таблица 1.4** — Результаты расчета резисторов усилительного каскада

Обозначение резистора	Расчетное значение		Тип	Номинальное значение		
	сопротивления, кОм	мощности, Вт		Сопротивления, кОм	отклонения, %	мощности, Вт
$R_K$	4,6	0,01	C2-23	4,64	$\pm 1$	0,062
$R_3$	0.35	0,73	МЛТ-1	0,348	$\pm 2$	1.0
$R_{Б1}$	4,2	0,02	C2-23	4,22	$\pm 1$	0,062
$R_{Б2}$	0,38	0.001	C2-23	0,383	$\pm 1$	0,062
$R_\Phi$	0,93	0,01	C2-23	0,931	$\pm 1$	0,062

**Таблица 1.5** — Результаты расчета конденсаторов усилительного каскада

Обозначение конденсатора	Расчетное значение		Тип	Номинальное значение		
	емкости, мкФ	напряжения, В		емкости, мкФ	отклонения, %	Напряжения, В
$C_p$	70	6	K50-6	100	$\pm 10$	10
$C_\Phi$	60	20	K50-3	100	—	25
$C_3$	31	2	K50-6	50	$\pm 10$	6

При переносе таблицы на следующую страницу тематический заголовок таблицы не повторяют, а указывают, что это продолжение или окончание таблицы с заданным номером, например:

Продолжение таблицы 1.3

Окончание таблицы 1.3

**Вывод** — таблица, колонки которой разделяют не линейками, а пробелами. Вывод содержит небольшое число колонок, чаще всего две. Как правило, у вывода нет тематического заголовка. Вывод не нумеруется, так как он непосредственно продолжает текст и входит в синтаксический строй предшествующего выводу предложения.

В проекте в форме выводов приводят основные данные полупроводниковых приборов, интегральных микросхем, функциональных элементов и узлов. Например:

Требованиям, предъявляемым к транзистору каскада, отвечает транзистор типа КТ203В, который имеет следующие параметры:

Предельная частота усиления в схеме ОБ	5 МГц
Коэффициент усиления тока базы в режиме малого сигнала, не менее	38 – 200
Предельное напряжение эмиттер-база	10 В
Ток коллектора	10 мА

## 1.10 Ссылки на литературу

При разработке проектов, создании научных трудов и т. п. широко используют различные литературные источники, из которых заимствуют теоретические положения, результаты экспериментальных исследований, методы расчета, цитаты, справочные данные и др. Принято указывать источники заимствования, т. е. делать на них ссылки, позволяющие читателю познать

миться с этим источником при критическом разборе работы или для углубления своих знаний в данной области.

Ссылку на литературный источник в тексте сопровождают порядковым номером [3, 6], под которым этот источник включен в общий указатель (список литературы). Номер источника в тексте заключают в прямые скобки.

Например:

Расчет многокаскадного усилителя начинают [3] с определения числа каскадов и их основных параметров.

Если ссылка делается с указанием страницы, то кроме номера по списку внутри скобок ставят номер страницы. Например: [6, с. 24].

Не рекомендуется оперировать номерными ссылками на источники как словами для построения фраз. Например:

Не рекомендуется

В [5] показано, что у транзисторного усилителя низкой частоты влиянием емкости монтажа на его работу можно пренебречь. Расчет триггера ведется методом, изложенным в книге [4].

Рекомендуется

Показано [5], что у транзисторного усилителя низкой частоты влиянием емкости монтажа на его работу можно пренебречь. Расчет триггера ведется общепринятым методом [4].

Распространенной ошибкой в курсовых проектах является отсутствие ссылок на литературные источники. Но встречаются проекты, в которых буквально перед каждой формулой имеется ссылка на литературный источник. При расчете какой-либо электронной схемы ссылку на источник, из которого заимствован метод расчета, следует делать только один раз, в начале расчета.

При ссылке на литературный источник можно не приводить в проекте схемы, диаграммы, характеристики, формулы и др., которые используются при расчетах и описываются в тексте источника.

Не следует делать ссылки на источник при использовании общеизвестных формул, ясных теоретических положений. Необходимо ссылаться на источник при заимствовании эмпирических формул, полученных опытным путем рекомендаций.

Не рекомендуется делать ссылки в тексте на неопубликованные материалы (например, на конспекты лекций).

## 1.11 Список литературы

В указатель (список) литературы, снабженный заголовком «Список использованных источников», включают все использованные при работе над проектом источники. Источники следует располагать в порядке появления первых ссылок на них в тексте.

Сведения о книгах должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, издательство и год издания [6]. Фамилию автора следует указывать в именительном падеже. При наличии четырех и более авторов их фамилии указываются после названия книги, ограниченного сим-

волом «/». Если книга имеет более четырех авторов, то допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «[и др.]». Заглавие книги следует приводить в том виде, в котором оно дано на титульном листе книги. Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже. Допускается сокращение только двух городов: Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб) (или Ленинград (Л.)). Например:

*Книга с одним автором*

1. **Щука, А. А.** Электроника: Учебное пособие / А. А. Щука ; под ред. проф. А. С. Сигова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

*Книга с числом авторов от двух до трех включительно:*

2. **Гусев, В. Г.** Электроника и микропроцессорная техника / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – М. : Высшая школа, 2004. – 790 с.
3. **Бродин, В. Б.** Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В. Б. Бродин, А. В. Калинин. – М. : Издательство ЭКОМ, 2002. – 400 с.
4. **Костиков, В. Г.** Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование : учебник для вузов / В. Г. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2001. – 344 с.
5. **Китаев, В. Е.** Расчет источников электропитания устройств связи : учеб. пособие для вузов / В. Е. Китаев, А. А. Бокуняев, М. Ф. Колканов ; под ред. А. А. Бокуняева. – М. : Радио и связь, 1993. – 232 с.
6. **Титце, У.** Полупроводниковая схемотехника : справочное руководство / У. Титце, К. Шенк ; пер. с нем. ; под ред. А. Г. Алексеенко. – М. : Мир, 1982. – 512 с.

*Книга с четырьмя и более авторами:*

7. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры : справочник / Г. С. Найвельт [и др.] ; под ред. Г. С. Найвельта. – М. : Радио и связь, 1985. – 576 с.
8. Электронные промышленные устройства : учеб. для студ. вузов спец. «Пром. электрон.» / В. И. Васильев [и др.]. – М. : Высш. шк., 1988. – 303 с.
9. Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций / А. И. Солонина [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 768 с.

Если на титульном листе книги автор (авторы) не указан (справочники, коллективные труды, сборники и т.п.), но указан редактор, то ссылку начинают с названия книги, затем приводят инициалы и фамилию редактора, а дальше указывают те же элементы и в той же последовательности, что и при ссылке на книгу под фамилией автора [6]. Например:

10. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем : Справочник : в 2 т. / под ред. В. А. Шахнова. Т. 2. – М. : Радио и связь, 1988. – 368 с.
11. Полупроводниковые запоминающие устройства / под ред. А. Ю. Гордонова. – М. : Радио и связь, 1981. – 322 с.
12. Малый бизнес: перспективы развития : сб. ст. / под ред. В. С. Ажаева. – М. : ИНИОН, 1991. – 147 с.

Сведения о статье из журнала (или другого периодического издания), сборника научных трудов (или тезисов докладов) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование журнала (сборника),

наименование серии (если таковая имеется), год выпуска, номер журнала [6]. Фамилию и инициалы автора(ов) и название статьи дают по тем же правилам, что и для книги. Наименование журнала должно следовать после символов «//», завершающих заглавие статьи с фамилией(ями) автора(ов). Например:

13. **Илиодоров, В. А.** Дробные делители и умножители частоты / В. А. Илиодоров // Радио. – 1981. – № 9. – С. 21–22.
14. **Иванченко, Е. Д.** Нелинейные искажения в усилителях на транзисторах / Е. Д. Иванченко // Полупроводниковые приборы в технике электросвязи / под ред. И. Ф. Николаевского. – М. : Связь, 1968. – Вып. 2. – С. 34–36.
15. **Лидоренко, Н. С.** Об электрической природе материи и перспективах электротехники / Н. С. Лидоренко // Электричество. – 1976. – № 7. – С. 1–6.
16. Вероятностно-статистические оценки предельных по мощности режимов электроэнергетических систем / Н. Д. Анисимова, Н. К. Круг, К. Б. Саркисян, З. Г. Хвоцинская // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1983. – № 1. – С. 38–47.

*или*

17. Вероятностно-статистические оценки предельных по мощности режимов электроэнергетических систем / Н. Д. Анисимова [и др.] // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1983. – № 1. – С. 38–47.
18. **Souder, W. E.** Scoring methodology for assessing the suitability of management science models / W. E. Souder // Management science. – 1982. – Vol. 18. – № 10. – P. 526–543.
19. **Цаценкин, В. К.** Калибровка шаговых и бесконтактных двигателей постоянного тока / В. К. Цаценкин // Тр. Моск. энерг. ин-та. – М., 1981. – Вып. 550. – С. 44–50.
20. **Бражников, А. В.** Анализ многофазного инвенторного асинхронного электропривода / А. В. Бражников, В. Ф. Бражников, Б. П. Соусмин // Системы и устройства электро-механики: сб. науч. трудов. – Новосибирск: Новосиб. электротехн. ин-т, 1982. – С. 54–63.
21. **Андреев, А.А.** Определяющие элементы организации научно-исследовательской работы / А.А. Андреев, М.Л. Закиров, Г.Н. Кузьмин // Тез. докл. межвуз. конф. Барнаул, 14–16 апр. 1997 г. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 1997. – С. 21–32.

Сведения о промышленных каталогах, прейскурантах и других подобных документах должны включать: заглавие, вид документа, город, организацию, выпустившую документ, год выпуска [6]. Например:

22. Машина специальная листогибочная ИО 217М [Текст] : листок-каталог : разработчик и изготовитель Кемер. з-д электромонтаж. изделий. – М., 2002.

*Примеры описания патентных документов:*

23. **Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00.** Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.
24. **Заявка 1095735 Российская Федерация, МПК7 В 64 G 1/00.** Одноразовая ракетаноситель [Текст] / Тернер Э. В. (США) ; заявитель Спейс Системз/Лорал, инк. ; пат. поверенный Егорова Г. Б. – № 2000108705/28 ; заявл. 07.04.00 ; опубл. 10.03.01, Бюл. № 7 (I ч.) ; приоритет 09.04.99, № 09/289, 037 (США). – 5 с. : ил.
25. **А. с. 1007970 СССР, МКИЗ В 25 J 15/00.** Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов [Текст] / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25–08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с. : ил.

26. **А.с. 10580114 СССР, МКИЗ Н 01 Р 7/10.** Диэлектрический резонатор [Текст] / Ю.М. Белобородов, А.А. Липатов, Т.Н. Устименко, В.В. Шевченко (СССР) // Открытия. Изобретения. – 1983. – № 44.

Примеры библиографического *описания стандартов, инструкций*:

27. **ГОСТ 7.32-2001.** Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Взамен ГОСТ 7.32 – 91; Введ. 01.07.2002. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 19 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
28. **ГОСТ Р 517721–2001.** Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – IV, 27 с. : ил. ; 29 см.
29. Система стандартов безопасности труда : [сборник]. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 102, [1] с. : ил.
30. Правила учета электрической энергии [Текст] : (сб. основных норматив.-техн. док., действующих в обл. учета электроэнергии). – М. : Госэнергонадзор России : Энергосервис, 2002. – 366 с. : ил.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ

### 2.1 Нумерация, размещение рисунков в тексте и ссылки на них

В пояснительной записке проекта иллюстрацию, независимо от ее содержания (схема, чертеж, диаграмма, фотография), называют *рисунком*. Другие обозначения иллюстрации, например черт. 2, фот. 2 и т. п., не допускаются.

Рисунки нумеруют в порядке их расположения в тексте. Нумерация рисунков может быть сквозной по всему тексту, но предпочтительнее использование двойной нумерации внутри раздела, причем первое число совпадает с номером раздела. Рисунки, которые располагают на отдельных страницах или вклейках большого формата, включают в общую нумерацию [3, 5].

При оформлении курсовых проектов, в случае небольшого объема целесообразно использовать сквозную нумерацию рисунков по всему тексту пояснительной записки, например рисунок 1, рисунок 2,...рисунок 9. В дипломных и выпускных работах используется двойная нумерация рисунков в пределах одного раздела, например рисунок 4.5 (пятый рисунок четвертого раздела).

Рисунок нужно помещать около текста, в котором он впервые упоминается. Но это указание не препятствует объединению нескольких рисунков на отдельном листе формата А4, которые, по возможности, нужно стремиться размещать ближе к тексту. Рисунки необходимо помещать так, чтобы их можно было рассматривать, не поворачивая записку. Если такое размещение затруднено, рисунки располагают так, чтобы *для их рассмотрения записку надо было бы повернуть по часовой стрелке*.

Ссылку на рисунок рекомендуется не оформлять отдельным предложением, которое иногда лишь дублирует подпись к рисунку, а ставить в текст на место, удобное для перерыва в чтении, в виде заключенных в круглые скобки сокращения «рис.» и номера рисунка. Например:

#### Не рекомендуется

На рис. 2 показан одновибратор с эмиттерной связью, задерживающий импульс на 5 мс.

На рис. 6 изображены выходные характеристики транзистора КТ815, которые используются для расчета каскада.

#### Рекомендуется

Одновибратор с эмиттерной связью (рис. 2) задерживает импульс на 5 мс.

Для расчета каскада используются выходные характеристики транзистора КТ815 (рис. 6).

Если ссылка делается на рисунок, отдаленный от места, где он упоминается, например, вторично, следует помещать сокращение «см.». Например:

В каскаде ОЭ (рис. 3.8), так же как и в каскаде ОБ (см. рис. 3.4), сопротивление нагрузки включают в цепь коллектора.

## **2.2 Изготовление рисунков и текста к ним**

Количество иллюстраций в проекте определяется его содержанием и должно быть достаточным для того, чтобы придать изложению ясность и конкретность, помочь читателю полнее и глубже понять его содержание.

Между рисунком и текстом должна существовать органическая связь: рисунок дополняет и обогащает текст, а текст разъясняет рисунок. В проекте рисунки (чертежи, схемы и т. п.) выполняют научно-познавательные функции и их графика должна соответствовать комплексу государственных стандартов, входящих в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Рисунки выполняют на листах с текстом или на отдельных листах формата А4 предпочтительно средствами компьютерной графики. Каждый рисунок необходимо снабдить номером и подрисуночной подписью, которые располагаются снизу от рисунка и выравниваются по центру [3]. Пояснительные надписи и расшифровка параметров могут быть размещены в подрисуночной подписи или на свободном поле рисунка. Графики должны иметь на осях обозначения величин с размерностью и несколько чисел, определяющих масштаб. В тексте должна присутствовать ссылка на рисунок и его обсуждение. Рисунок приводится после первой ссылки на него.

В курсовых проектах, как и в других научно-технических трудах, рекомендуется избегать текстовых надписей на рисунках. Элементы рисунка обозначают цифрой посредством линии-выноски, которая другим своим концом упирается в обозначаемый элемент. Цифровые обозначения поясняют в тексте или под рисунком.

## **2.3 Основные сведения о диаграммах**

Диаграммы, называемые также графиками, представляют собой наиболее удобный и наглядный способ представления информации о функциональных зависимостях. Для повышения информативности диаграммы необходимо изготавливать по общепринятым правилам (ГОСТ 2.319–81).

В проекте электронного устройства диаграммы обычно используют:

- а) для иллюстрации функциональных зависимостей, определивших некоторое техническое решение;
- б) для показа временных процессов;
- в) для расчета элементов и режимов;
- г) для изображения характеристик.

По диаграммам, отнесенным к п. «а» и «б», расчетов не производят, поэтому они обычно не имеют ни числовых шкал на осях координат, ни координатной сетки (рис. 2.1). В диаграмме без шкал оси координат заканчивают стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. Символы, откладываемые на осях величин, пишут вблизи стрелок вне поля диаграммы.

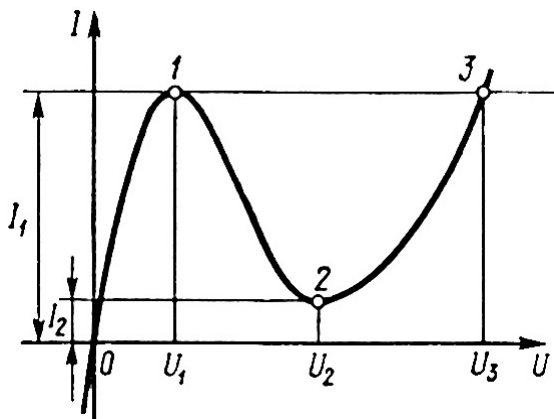


Рисунок 2.1 — Диаграмма для информационного изображения функциональной зависимости

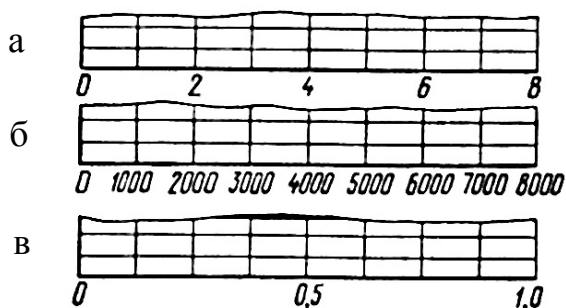


Рисунок 2.2 — Шкала диаграммы построена правильно (а), проставлены лишние числа (б), недостаточно чисел (в)

внешней стороны, а единицы изменения величин указывают в конце шкалы между предпоследним и последним числами (рис. 2.3), причем при недостатке места допускается не наносить предпоследнее число. Если же указаны *наименования* откладываемых по осям величин, то их единицы измерения наносят вместе с наименованием после запятой (рис. 2.4).

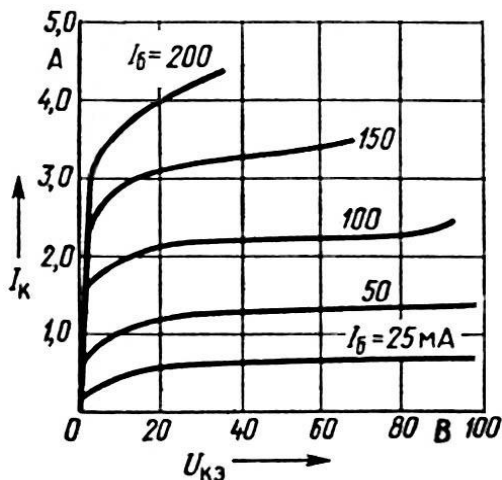


Рисунок 2.3 — Выходные статические характеристики транзистора КТ805

Линию функциональной зависимости (кривую) выполняют примерно вдвое толще, чем линии осей.

Диаграммы, используемые для расчетов, обычно имеют координатную сетку, шаг которой соответствует масштабу шкал осей. Линии координатной сетки выполняют примерно вдвое тоньше, чем линии осей.

Числа на шкалах пишут за пределами рамки диаграммы, обязательно указывая первое и последнее числа шкалы. Числа проставляют равномерно, причем количество чисел на шкалах должно быть умеренным (рис. 2.2). Если числа проставлены плотно, то они зрительно сливаются. Если же шкала оцифрована редко, то пользование диаграммой затруднено из-за необходимости вычислять промежуточные значения шкалы.

В диаграмме со шкалами *символы* откладываемых на осях величин помещают у середины шкалы с ее

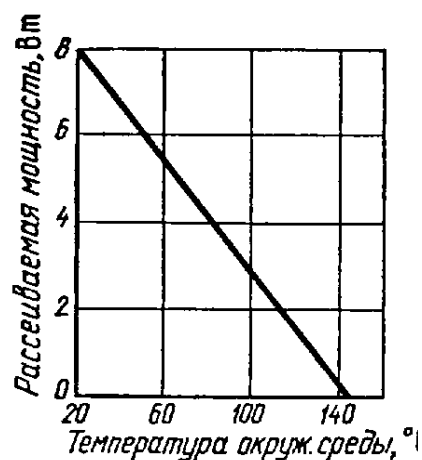


Рисунок 2.4 — Тепловая характеристика радиатора



При объединении символа с обозначением единицы измерения их помещают в конце шкалы за последним числом (рис. 2.5). Следует избегать дробных и многозначных чисел на шкалах, представляя такие числа в виде произведения целых чисел на постоянный множитель вида  $10^n$ , где  $n$  — целое число.

Следует отметить, что автор пояснительной записки может выбрать любой из трех способов оформления диаграмм со шкалами (рис. 2.3, 2.4, 2.5), необходимо лишь *придерживаться единства выбранного стиля по всей пояснительной записке*.

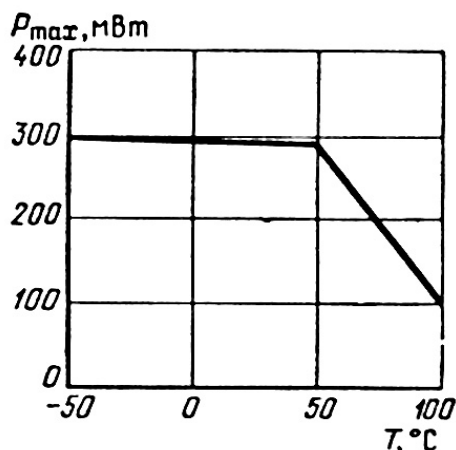


Рисунок 2.5 — Зависимость допустимой рассеиваемой мощности на стабилитроне от температуры характеристики транзистора КТ805

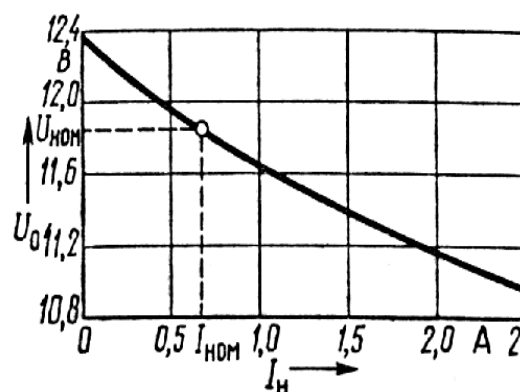


Рисунок 2.6 — Нагрузочная характеристика выпрямителя

Если изображаемая на диаграмме кривая отстоит далеко от нулевого значения одной или обеих шкал, рекомендуется эти шкалы начинать с чисел, обеспечивающих рациональное использование *поля диаграммы*, в результате чего при неизменных размерах диаграммы повышается ее наглядность и точность (см. рис. 2.4).

На заимствованных из справочников характеристиках электронных приборов и т. п. должны быть сделаны графические построения, по которым в проекте определены режимы, постоянные и переменные составляющие токов, напряжений и др. Точки кривой, проецируемые на оси диаграммы, изображают на кривой кружками, а их проекции на осях обозначают символами, буквами или числами (см. рис. 2.6), при этом точки со шкалами соединяют тонкими штриховыми линиями.

## 2.4 Экспериментальные диаграммы и осциллограммы

В курсовых проектах и работах с экспериментальным разделом обычно имеются экспериментальные диаграммы и осциллограммы, содержащие информацию об основных результатах экспериментального исследования.

*Экспериментальные диаграммы* строят по точкам, каждая из которых фиксирует результат одного (или среднего из серии) измерения.

Для обозначения точек применяют различные условные знаки (рис. 2.7), которые на диаграмму наносят так, чтобы результат измерения совпадал с центром тяжести знака. Условные знаки не должны перечеркиваться линиями координатной сетки и кривыми.

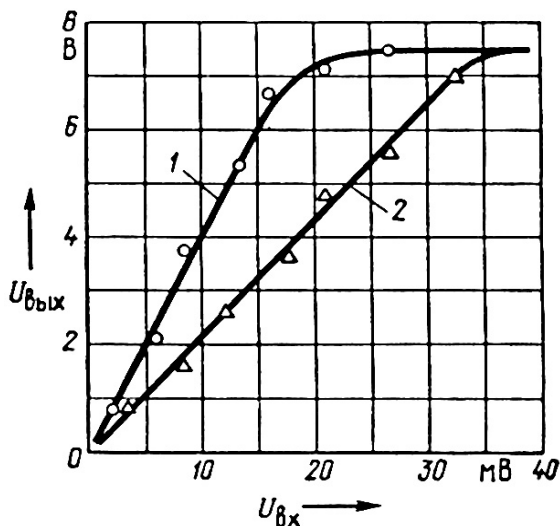


Рисунок 2.7 — Амплитудная характеристика усилителя без обратной связи (1) и с отрицательной обратной связью (2)

которые или даже большинство точек оказываются вне гладкой кривой. Поэтому неправильно проводить кривую через все точки, так как возникает неопределенность в проведении кривой. Можно полагать, что с наибольшей вероятностью истинную функциональную зависимость отображает та кривая, от которой суммарные отклонения ординат точек, лежащих над кривой и под кривой, равны.

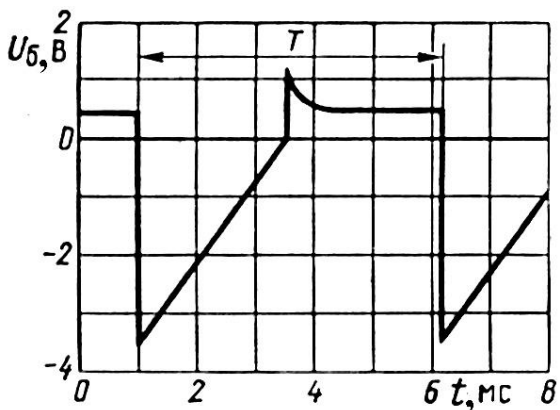


Рисунок 2.8 — Осциллограмма напряжения на базе транзистора в мультивибраторе

следует снабжать координатной сеткой (рис. 2.8), на которой выделяют линию развертки (ось абсцисс), совмещенную при закороченном входе осциллографа с одной из горизонтальных линий координатной сетки экрана. Цифровые шкалы на осциллограммы наносят так же, как на диаграммы.

Показ точек на экспериментальной диаграмме обязателен. По количеству точек, их расположению относительно наиболее вероятного хода экспериментальной кривой на основе теоретических представлений можно сделать выводы о достаточности частоты измерений, соответствии точности приборов эксперименту, правильности метода эксперимента, характере погрешности и т. д.

В электрических системах функциональные зависимости, исключая процессы коммутации и регенерации, отображаются гладкими кривыми. Но из-за погрешностей измерений неко-

Если на диаграмме изображают две и более кривые, то для каждой кривой точки обозначают своими знаками, чтобы принадлежность точек была очевидна (см. рис. 2.7).

Осциллограммы при исследовании обычно получают фотографированием с экрана осциллографа, снабженного координатной сеткой. Обработка осциллограммы при этом минимальна и сводится к указанию цены деления или нанесению на осциллограмму цифровых шкал. Осциллограмму следует

При регистрации периодического процесса на осциллограмме показывают интервал, превышающий период, причем слева должна быть видна часть предыдущего, а справа — часть следующего периода. Эти же требования предъявляются к *осциллограммам периодических процессов, полученных методами компьютерного имитационного моделирования.*

## 2.5 Построение логарифмических шкал

Если откладываемая на оси диаграммы величина  $N$  изменяется в широком диапазоне, то применяют логарифмическую шкалу. В проектах наиболее часто в логарифмическом масштабе откладывают частоту на амплитудно-частотных, фазочастотных характеристиках, напряжения на амплитудных характеристиках усилителей и др.

Для построения логарифмических шкал применяют систему десятичных логарифмов. Отрезок шкалы, на котором величина изменяется в десять раз, называют декадой. Линии, разграничивающие декады, делают толще.

Используемая для построения шкалы мера  $l$  пропорциональна логарифму откладываемой на оси величины  $N$ :

$$l(N) = M \lg N,$$

где  $M$  — масштабный коэффициент шкалы, равный длине декады.

Если на оси диаграммы длиной  $L$  нужно разместить  $m$  декад, то, очевидно,  $M = L/m$ . На логарифмической шкале указывают не логарифм числа, а само число. Шкала начинается с числа  $10^n$ , где  $n$  — нуль или любое целое число. Разработка логарифмической шкалы сводится к разработке первой декады, так как вся шкала состоит из ряда декад, отличающихся лишь тем, что числа шкалы каждой последующей декады увеличены на один порядок по сравнению с предыдущей (рис. 2.9). Шкала в пределах декады должна быть оцифрована равномерно, а количество чисел на шкалах декад — одинаково.

При расчете и анализе систем автоматического регулирования применяют *логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАЧХ)*, на осях абсцисс которых откладывают логарифмы частоты, а на осях ординат — логарифмы относительных амплитуд. Логарифмические характеристики

имеют то преимущество, что для многих простых систем их приближенно аппроксимируют отрезками прямых, а перемножение двух передаточных функций сводится к сложению ординат двух логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик.

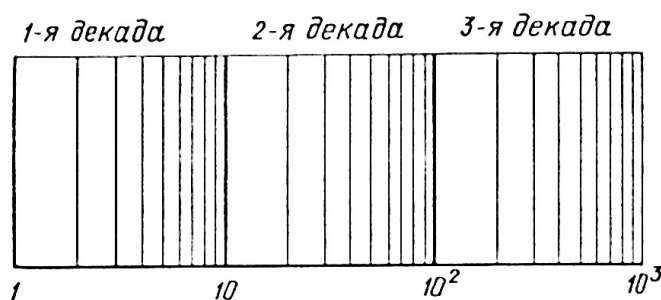


Рисунок 2.9 — На оси абсцисс диаграммы построена логарифмическая шкала

## **3 ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

### **3.1 Схема электрическая принципиальная**

#### **Общие правила**

Принципиальная электрическая схема входит в комплект чертежно-конструкторской документации как базовая схема.

Правила построения и выполнения принципиальных электрических схем установлены стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.701–84, ГОСТ 2.702–75). Чтобы правильно и быстро начертить принципиальную электрическую схему, необходимо знать следующие основные правила [5, 7]:

1. На принципиальной схеме изображают все элементы и устройства, необходимые для осуществления заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются выходные и входные цепи.

2. Все элементы электронных устройств (ЭУ) (электрорадиоэлементы (ЭРЭ) и интегральные микросхемы (ИМС)) на схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО), установленных в стандартах ЕСКД (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Г).

3. Условные графические обозначения (УГО) изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения.

Допускается все обозначения пропорционально уменьшать, при этом расстояние (просвет) между двумя соседними линиями УГО должно быть не менее 2,0 мм.

Допускается размеры УГО увеличивать при вписывании в них поясняющих знаков (обозначения микросхем и т.п.).

УГО элементов изображаются на схеме в положении, указанном в соответствующих стандартах или повернутыми на угол  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается УГО некоторых элементов изображать повернутыми на угол  $45^\circ$  (например, диоды в матрицах), или изображать зеркально повернутыми. Элементы цифровой техники допускается поворачивать на угол  $90^\circ$ . При повороте входы должны быть расположены сверху, а выходы снизу. УГО цифровых элементов имеет форму прямоугольника, разделенного на три поля: основное и два дополнительных, расположенных слева и справа от основного поля. Для простых элементов дополнительные поля могут отсутствовать. В основное поле помещают обозначения функции, выполняемой элементом, в дополнительных полях — обозначение функционального назначения выводов.

4. Графические обозначения элементов и соединяющие их линии электрической связи следует располагать на схеме так, чтобы обеспечить наи-

лучшее представление о структуре и действии ЭУ. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Линии связи показываются, как правило, полностью. Допускаются обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. Обрыв линии связи оканчивают стрелкой. Около стрелки указывают адрес подключения или необходимые характеристики цепей (например, потенциал и т.д.).

Для упрощения схемы допускается несколько электрически несвязанных линий сливать в общую шину, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией. При этом общую шину допускается изображать толще в 2 раза. При слиянии линии связи каждую линию помечают в месте слияния и при подходе к контактам элементов цифрами, буквами, сочетаниями цифр и букв или обозначениями, принятыми для электрических цепей. В схемах с повторяющимися элементами одного типа и имеющими большое число выводов одного функционального значения, допускается один элемент изображать полностью, а остальные повторять сокращенно. В зоне сокращаемой группы выводов указывают метки первого и последнего выводов, а линии связи объединяют в одну групповую линию связи [5, 7].

Линии связи, обозначающие входные цепи, следует располагать, начиная с левой стороны или сверху листа. Выходные цепи заканчивают на правой стороне или внизу листа.

5. Графические обозначения элементов следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схем и графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

6. В соответствии с ГОСТ 2.751–73 в узлах электрической связи необходимо показать точки в виде зачерненных кружков. Особенно важно отчетливо показывать точки в местах пересечения линий. Порой бывает трудно понять действие ЭУ только потому, что на небрежно изготовленной схеме (в особенности на ее копии) в месте пересечения линии нет отчетливо видимых точек и неясно, имеются ли между ними электрические связи.

Экспериментальный макет ЭУ, собранный по схеме, на которой ошибочно нанесена всего одна такая точка, окажется не работающим и потребуются время, иногда значительное, чтобы установить причину его бездействия. Несомненно, с хорошо видимыми точками схема более рельефна и читается легче. Указанные ошибки исключаются, если в соответствии с ГОСТ 2.751-73 на схеме применять только Т-образные соединения

7. На полной принципиальной схеме ЭУ, вычерчиваемой обычно на листе ватмана, должны быть отображены конструктивные особенности устройства: показано разбиение схемы по платам (или конструктивно законченным блокам), даны условные обозначения видов соединений (соединители, клеммы, переключо-

чатели и т.п.), указаны механические связи между электрическими элементами, способы регулирования параметров элементов, применение экранирования.

8. Вычерчивая схему, следует предусматривать около условных обозначений элементов место для записи их позиционных обозначений.

Наглядность, удобочитаемость схемы — важные ее достоинства. Хаотичное расположение элементов схемы, неудачная трассировка линий связи между ними с большим числом поворотов и пересечений, нетрадиционное изображение типовых схем — все это делает схему трудно понимаемой. Напротив, схемы, у которых условные обозначения элементов, линии связи выровнены по горизонтали и по вертикали, трассы линий связи проложены экономно, легко читаются и их действие постигается значительно быстрее.

Практика показывает, что не удастся удовлетворительно вычертить полную принципиальную электрическую схему ЭУ, имея ее фрагменты в виде схем входящих в нее функциональных элементов. Нужен черновой набросок полной схемы, ее эскиз. Часто автора схемы устраивает только второй или даже третий эскиз. Ситуация для творчества обычная.

## Нумерация и обозначение элементов принципиальных схем

Каждый элемент или устройство, входящее в изделие и изображенное на схеме должно иметь позиционное обозначение в соответствии со стандартом. Некоторые позиционные обозначения (буквенные коды) в соответствии с ГОСТ 2.710 приведены в таблице 3.1.

Для быстрого нахождения упоминаемых в тексте элементов на схеме принята *позиционная система* их нумерации (ГОСТ 2.702–75). По этой системе порядковые номера элементам схем следует присваивать начиная с единицы в пределах каждого вида элементов (резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и т.д.), которым на схеме дано одинаковое буквенное обозначение, например  $R1, R2, R3; C1, C2, C3; DD1, DD2$  и т.д.

Обозначение элемента (позиционное обозначение) в общем случае состоит из трех частей, указывающих вид элемента, его номер и функцию. Вид и номер являются обязательной частью условного буквенно-цифрового обозначения. При разнесенном способе расположения элементов (устройств) к номеру элемента добавляют условный номер изображаемой части элемента или устройства, отделяя его точкой, например,  $A1.1, DD1.1, DS1.2$ . При составлении перечня элементов на объект записывают только основную часть обозначения, т.е.  $A1, D1, DD1, DS1$ .

Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме *сверху вниз в направлении слева направо*.

**Таблица 3.1** — Буквенные коды позиционных обозначений наиболее распространенных видов элементов

Наименование элемента	Обозначение	Наименование элемента	Обозначение	Наименование элемента	Обозначение
1. Устройство (общее обозначение)	<b>A</b>	17. Генератор, источник питания, кварцевый генератор	<b>G</b>	35. Устройство коммутационное	<b>S</b>
2. Преобразователи неэлектрических величин в электрические	<b>B</b>	18. Батарея	<b>GB</b>	36. Выключатель или переключатель	<b>SA</b>
3. Громкоговоритель	<b>BA</b>	19. Устройство индикаторное и сигнальное	<b>H</b>	37. Выключатель кнопочный	<b>SB</b>
4. Телефон	<b>BF</b>	20. Звонок	<b>HA</b>	38. Трансформатор	<b>T</b>
5. Фотоэлемент	<b>BL</b>	21. Индикатор знаковый	<b>HG</b>	39. Прибор электровакуумный и полупроводниковый	<b>V</b>
6. Микрофон	<b>BM</b>	22. Индикатор световой сигнализации	<b>HL</b>	40. Диод, стабилитрон	<b>VD</b>
7. Конденсатор	<b>C</b>	23. Реле, контакторы, пускатели	<b>K</b>	41. Электровакуумный прибор	<b>VL</b>
8. Схема интегральная	<b>D</b>	24. Катушка индуктивности, дроссель	<b>L</b>	42. Тиристор	<b>VS</b>
9. Схема интегральная аналоговая	<b>DA</b>	25. Двигатель	<b>M</b>	43. Транзистор	<b>VT</b>
10. Схема интегральная цифровая	<b>DD</b>	26. Амперметр	<b>PA</b>	44. Линии и элементы СВЧ	<b>W</b>
11. Устройство хранения информации	<b>DS</b>	27. Частотомер	<b>PF</b>	45. Антенна	<b>WA</b>
12. Устройство задержки	<b>DT</b>	28. Омметр	<b>PR</b>	46. Соединения контактные	<b>X</b>
13. Элементы разные	<b>E</b>	29. Вольтметр	<b>PV</b>	47. Штырь	<b>XP</b>
14. Лампа осветительная	<b>EL</b>	30. Ваттметр	<b>PW</b>	48. Гнездо	<b>XS</b>
15. Разрядник, предохранитель, устройство защиты	<b>F</b>	31. Резистор	<b>R</b>	49. Соединитель высокочастотный	<b>XW</b>
16. Предохранитель плавкий	<b>FU</b>	32. Терморезистор	<b>RK</b>	50. Электромагнит	<b>YA</b>
		33. Шунт измерительный	<b>RS</b>	51. Фильтр кварцевый	<b>ZQ</b>
		34. Варистор	<b>RU</b>		

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними (рис. 3.1).

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей, параметры, подлежащие измерению и адреса внешних точек, к которым должны быть подключены входные и выходные цепи. В этих случаях характеристики цепей и адреса внеш-

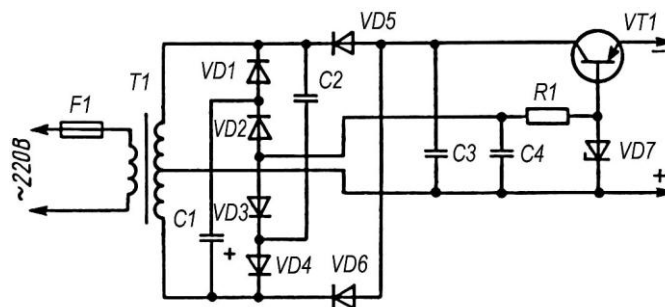


Рисунок 3.1 — Нумерация элементов на схеме стабилизированного источника постоянного напряжения

них соединений допускается записывать в виде таблиц с колонками «Контакт», «Цепь», «Адрес» [7, 8]. Таблицы помещаются вместо УГО элементов (разъемов, плат и т.д.) и им присваиваются позиционное обозначение элемента, например X1. Таблицы могут выполняться разнесенным способом, в этом случае головку таблицы указывают один раз. Если несколько последовательно расположенных контактов соединены между собой, то их допускается записывать в графе «Конт.» через запятую или через три точки, например, 1, 2,; 1...5. Количество граф в таблице можно сократить или внести новую.

Такие же таблицы помещают на линиях, изображающих входные и выходные цепи (не заканчивающиеся на схеме соединителями, платами и т.п.). В этом случае позиционные обозначения таблицам не присваивают.

При наличии в схеме на изделие нескольких одинаковых элементов, устройств или функциональных групп соединенных параллельно или последовательно допускается вместо изображения всех элементов, устройств или функциональных групп изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними штриховыми линиями. При этом на штриховой линии указывают общее число одинаковых элементов. При присвоении позиционных обозначений учитываются элементы (устройства, функциональные группы), не изображенные на схеме [4, 7].

Если в изделие входит несколько одинаковых устройств, не имеющих самостоятельных схем, или одинаковых функциональных групп, то на схеме допускается не повторять схемы этих устройств или функциональных групп [4, 7]. При этом устройство или функциональную группу изображают в виде прямоугольника, ограниченного штрих-пунктирной линией, а принципиальную схему такого устройства или функциональной группы изображают внутри одного (большого) прямоугольника или на свободном поле чертежа с соответствующей надписью, например «Схема блока АБВГ.XXXXXX.XXX».

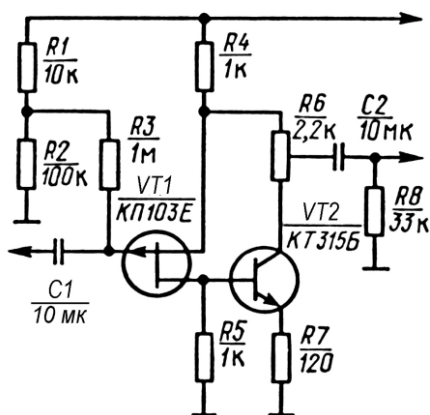


Рисунок 3.2 — Пример записи номиналов компонентов на схеме усилителя

### Дополнительная информация на принципиальных схемах

Около условных графических обозначений элементов допускается указывать *номиналы* резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности, а также *маркировку* электровакуумных, ионных, полупроводниковых приборов и микросхем (рис. 3.2).

Для разгрузки принципиальной схемы от излишних надписей применяют упрощенный способ обозначения единиц измерения величин (ГОСТ 2.702–75):



### Сопротивлений

от 0 до 999 Ом.....без указания единицы измерения,  
от  $1 \cdot 10^3$  до  $999 \cdot 10^3$  Ом. ....в килоомах с обозначением единицы измерения  
строчной буквой к  
от  $1 \cdot 10^6$  до  $999 \cdot 10^6$  Ом. ....в мегаомах с обозначением единицы измерения  
прописной буквой М  
Свыше  $1 \cdot 10^9$  Ом .....в гигаомах с обозначением единицы измерения  
прописной буквой Г

### Емкостей

от 0 до  $9999 \cdot 10^{-12}$  Ф..... в пикофарадах без указания единицы измерения,  
от  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $9999 \cdot 10^{-6}$  Ф ...в микрофарадах с обозначением единицы измерения  
строчными буквами мк.

В условных обозначениях резисторов могут быть нанесены символы, показывающие номинальную мощность резисторов.

Примеры выполнения принципиальной схемы и перечня элементов представлены в приложении (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Д).

## Перечень элементов принципиальной схемы

Обязательным приложением к принципиальной схеме (ЭЗ) является перечень элементов (ПЭЗ). Правила выполнения этого документа регламентирует ГОСТ 2.701–84, п. 2.6. Перечень выполняют в виде таблицы, либо на листе с изображением полной принципиальной схемы (обязательно на первом), либо на листах формата А4 самостоятельным документом, который помещают в пояснительную записку [3, 7].

Если на первом листе принципиальной схемы есть свободное место, то на нем размещают перечень элементов. При этом его располагают, как правило, над основной надписью (штампом) вплотную к правой рамке (см. рис. И.2). Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

При выполнении перечня в виде самостоятельного документа, его оформляют на листах формата А4 (297х210 мм). При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов». Перечень элементов (ПЭ) записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен. Для первого и последующего листов ПЭ используются различные основные надписи (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Д).

Основные надписи чертежей принципиальной схемы и перечня элементов выполняются согласно ГОСТ 2.104-2006.

Связь перечня с условными графическими обозначениями элементов на схеме осуществляется через позиционные обозначения элементов.

В графах таблицы перечня элементов указывают следующие данные:

- В графе «Поз. обозн.» — позиционное обозначение элемента, устройства, функциональной группы;
- в графе «Наименование» — наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основе которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия);
- в графе «Кол.» — общее количество элементов данного номинала или типа.

Элементы в перечне записываются группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы буквенных обозначений, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В графе «Поз. обозн.» — вписывают позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковым номерами, например: R1, R2; C2...C12, в графу «Кол.» — общее количество элементов.

*Не допускается* вписывать в одну строку элементы одного типа с одинаковыми параметрами, но с непоследовательными порядковыми номерами, например: R1, R3, R7.

Если элементы имеют одинаковую первую часть позиционных обозначений, то ее выносят в заголовок, записывают в графе «Наименование». При записи однотипных элементов допускается не повторять в каждой строке наименование элемента, а записывать его в виде общего наименования к соответствующей группе элементов. В общем наименовании записывают наименование, тип и обозначение документа, на основании которого применены эти элементы.

Если позиционные обозначения присваивают элементам в пределах устройств или одинаковых функциональных групп, то элементы, относящиеся к устройствам и функциональным группам, записывают в перечень отдельно [7, с. 78]. Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование» и подчеркивают. На одной строке с наименованием в графе «Кол.» указывают общее количество одинаковых устройств или функциональных групп. Далее записываются элементы, входящие в функциональную группу, в порядке, рассмотренном выше.

Ниже наименования устройства (функциональной группы) оставляют одну свободную строку, выше — не менее одной свободной строки.

Если в изделии имеются элементы, не входящие в устройства (функциональные группы), то при заполнении перечня вначале записываются эти элементы без заголовка. Затем записывают устройства, не имеющие самостоя-

тельных принципиальных схем, а также функциональные группы с входящими в них элементами [7, с. 78].

Если параметры элементов выбирают при регулировании изделия, то на схеме и в перечне их обозначают звездочкой ( $R1^*$ ), а на поле схемы над основной надписью помещают сноску «\*Подбирают при регулировании». В перечень записывают элементы, параметры которых наиболее близки к расчетным.

### 3.2 Выполнение чертежа печатной платы (ПП)

Правила выполнения чертежей печатных плат устанавливаются ГОСТ 2.417–91. Термины, применяемые в стандарте, и их определения — по ГОСТ 20406-75, а обозначения чертежей печатных плат — по ГОСТ 2.201–80. Чертежи односторонней (ОПП), двусторонней (ДПП) и многослойной печатных плат должны иметь наименование «Плата печатная», при этом на МПП выпускается сборочный чертеж «Плата печатная. Сборочный чертеж», состоящий из отдельных листов с указанием порядкового номера слоя.

Изображение каждого слоя МПП размещают на отдельных листах сборочного чертежа. Материалы печатных слоев следует записывать в спецификацию в раздел «Материалы» с указанием размера слоя и количества слоев.

Чертежи печатных плат выполняются в натуральную величину ( $M1:1$ ) или с увеличением 2:1, 4:1, 5:1, 10:1. Чертежи с шагом координатной сетки 0,50 мм выполняют в масштабе не менее 4:1. Размеры на чертеже печатной платы указываются одним из нижеприведенных способов:

- размерными линиями в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307-68;
- нанесением координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат;
- комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в прямоугольной или полярной системе координат;
- в виде таблицы координат элементов проводящего рисунка (проводников, контактных площадок и т. п.).

При задании размеров нанесением координатной сетки все линии сетки должны нумероваться. Шаг нумерации определяется конструктивно с учетом насыщенности и масштаба изображения. Оцифровка линий координатной сетки может быть как в миллиметрах, так и в количестве линий сетки. Допускается выделять на чертеже отдельные линии координатной сетки, при этом на чертеже следует помещать указания типа: «Линии координатной сетки нанесены через одну». Координатную сетку следует наносить на чертеже ПП на все поле чертежа либо на часть поверхности ПП, либо рисками по периметру контура печатной платы.

Основной шаг координатной сетки в соответствии с ГОСТ 10317–79 должен быть 2,5 мм. При использовании шага координатной сетки менее ос-

нового следует применять шаг, равный 1,25; 0,625 (0,5) мм. Шаг 0,5 мм применять не рекомендуется. Шаги координатной сетки 0,625 и 0,5 мм не распространяются на присоединительные размеры любых навесных элементов, устанавливаемых на печатные платы. Размер каждой стороны печатной платы должен быть кратным: 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине от 100 до 350 мм, 10 при длине более 350 мм.

Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм, а соотношение сторон печатной платы не более 3:1. Допуски на линейные размеры сторон выбираются согласно ГОСТ 25346–89 и ГОСТ 25347–82.

За начало отсчета в прямоугольной системе координат на главном виде ПП принимают:

- центр крайнего левого нижнего отверстия;
- левый нижний угол ПП;
- левую нижнюю точку, образованную выносными линиями.

На чертеже может быть дана таблица значений координат (в частности, при машинном проектировании) монтажных и контактных отверстий контактных площадок и т.д. (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Е).

При смещении оси отверстия относительно угла координатной сетки, указываются размеры смещения оси отверстия относительно оси отверстия, принимаемого за базовое. При этом размеры указывают либо на поле печатной платы, либо делают выноску на свободное поле чертежа.

Проводники на чертеже обозначаются одной линией, являющейся осью симметрии проводника, с указанием на чертеже ширины проводника. Проводники шириной 2,5 мм и более изображаются двумя линиями. Если они совпадают с линиями координатной сетки, то ширина проводника на чертеже не указывается. Отдельные элементы рисунка печатной платы (проводники, экраны, изоляционные участки и т.п.) допускается выделять на чертеже штриховкой, чернением и т.п. без ущерба однозначности восприятия чертежа (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Е).

Места на печатной плате, которые не допускается занимать проводниками, на чертеже ограничиваются штрих-пунктирной утолщенной линией.

Круглые контактные площадки с отверстиями, в том числе имеющие зенковку, и контактные площадки произвольной формы, не обозначенные размерами, изображают на чертеже одной окружностью. Допускается контактные площадки изображать на чертеже условно в виде квадрата, прямоугольника, многоугольника и т. п. Размеры и форму контактных площадок указывают в технических требованиях чертежа.

Отверстия, близкие по диаметру, изображают окружностью одного диаметра с обязательным указанием условного обозначения диаметра отверстия в соответствии с ГОСТ 2.307–68, а количество отверстий и их размеры указывают в таблице, приводимой на поле чертежа ПП (ГОСТ 2.307–68).

Размеры и конфигурацию крепежных, конструктивных, технологических отверстий следует выбирать по ГОСТ 11284–75. Диаметры монтажных и переходных металлизированных и неметаллизированных отверстий приведены в табл. 3.2. Металлизированные отверстия выполняются без зенкерования.

Диаметр отверстия, его условное обозначение, диаметр контактной площадки, наличие металлизации, количество отверстий следует объединять в таблицу.

**Таблица 3.2** — Диаметры монтажных и переходных отверстий

Номинальный диаметр монтажного отверстия, мм		Максимальный диаметр вывода навесного элемента, мм
Неметаллизированного	Поверхность металлизированного с учетом металлизации	
0,5	0,4	—
0,7	0,6	До 0,4
0,9	0,8	0,4 – 0,6
1,1	1,0	0,6 – 0,8
1,6	1,5	0,8 – 1,3
2,1	2,0	1,3 – 1,7

На изображении печатной платы допускается наносить надписи, позиционные обозначения элементов (в соответствии с электрической схемой), знаки (полярность конденсаторов и т.д.).

Технические требования располагают над основной надписью без заголовка, каждый пункт нумеруется порядковым номером 1, 2, 3 и т.д.

Технические требования на чертежах ПП излагают в такой последовательности:

1. Способ изготовления;
2. Ссылка на документацию устанавливающую требования, предъявляемые к печатным платам;
3. Шаг координатной сетки;
4. Ширина печатных проводников и ее отклонения;
5. Минимальная ширина проводника в узких местах;
6. Минимальное расстояние между соседними проводниками;
7. Расстояние между контактными площадками и между проводником и контактной площадкой в узких местах;
8. Форма и размеры контактных площадок;
9. Отклонения на отверстия;
10. Защитное покрытие проводников и металлизации отверстий;
11. Маркировка.

Допускается вводить дополнительные пункты или опускать некоторые из перечисленных выше.

Обозначение материала ПП указывают в графе 3 основной надписи, выполняемой согласно ГОСТ 2.104-2006. Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

### **3.3 Рекомендации по выполнению сборочного чертежа электронного блока**

Сборочный чертеж электронного блока, содержащий, как сборочную единицу, печатную плату с навесными и установочными элементами, выполняется в соответствии с ГОСТ 2.109-73. Все радиоэлектронные элементы изображаются упрощенно, допускается не изображать печатные проводники и отверстия (указать только оси). Элементы, имеющие особенности крепления или изоляционные прокладки, устанавливаемые при креплении элемента к плате, должны быть изображены на поле чертежа, с указанием особенностей крепления.

Позиционные обозначения элементов наносятся условно на изображение элемента. От радиоэлектронных элементов выноски не дают. Выносные линии указываются только от элементов крепления (винты, гайки, шайбы) лепестков кронштейнов, самой печатной платы и т.п.

На чертеже даются габаритные размеры платы как справочные и размеры, которые необходимо выдержать, например высота установки радиоэлементов на плате.

Над основной надписью чертежа помещают технические и технологические требования к размерам, монтажу и установке радиоэлемента, требования к пайке, покрытию, возможности регулирования и т.д. (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Ж).

К сборочному чертежу составляется спецификация. Спецификация определяет состав сборочной единицы и необходима для комплектования и изготовления изделия.

Спецификация оформляется на отдельных листах формата А4 (297х210 мм). Основная надпись (штамп) на первом и последующем листах оформляется подобно перечню элементов (ГОСТ 2.104-2006).

В общем случае спецификация состоит из разделов, располагаемых в следующем порядке:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

В разделах «Сборочные единицы» и «Детали» запись изделий производится в порядке возрастания номеров обозначения. В трех последних разделах запись производится по группам, объединенным по их функциональным признакам (например, крепежные изделия, радиоэлектронные изделия и т.д.), в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований изделий (например, болты, винты, гайки и т.д.), в пределах каждого наименования — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия (например, винт М3х10, винт М3х12, М4х12, М4Х20 или резистор МЛТ-0.5-1 кОм  $\pm 5\%$ , МЛТ-0.25-50 кОм  $\pm 5\%$  и т.д.). В приложении (ПРИЛОЖЕНИЕ Ж) приведен пример выполнения сборочного чертежа и спецификации.

### **3.4 Рекомендации по выполнению чертежа общего вида устройства**

Чертеж общего вида устройства должен содержать:

- изображение разработанного устройства в трех проекциях;
- изображение сборочных единиц, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединенных по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры (габаритные, присоединительные, установочные, справочные); параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу;
- изображение всех органов управления, вынесенных на лицевую панель, заднюю, верхнюю и боковые стенки;
- надписи, относящиеся к органам управления, выполненные в соответствии с требованиями эргономики;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие (на линиях-выносках);
- техническую характеристику (при необходимости), размещаемую над основной надписью.

При необходимости, для улучшения наглядности восприятия внешнего вида изделия, чертеж общего вида может быть заменен рисунком в аксонометрии.

### **3.5 Рекомендации по оформлению внутри пояснительной записки всех видов чертежно-конструкторской документации (ЧКД)**

Если в процессе выполнения дипломной работы создается чертежно-конструкторская документация (принципиальная схема с перечнем элементов, сборочный чертеж со спецификацией и т.п.), то она, как правило, включается в приложение пояснительной записки (см. также с. 11).

*Первый*, общепринятый вариант включения ЧКД в приложение. Чертеж распечатывается на плоттере на листах соответствующего формата, при этом не должно происходить масштабирования (изменения размеров чертежа). После этого документ обрезается с соответствующими отступами от рамки чертежа (5 мм — сверху, снизу, справа, 20 мм — слева), при необходимости складывается по правилам в соответствии с форматом А4 ПЗ (см. с. 11) и подшивается в соответствующее место ПЗ. Обычно чертежу предшествует лист с названием приложения, например:

#### ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема электрическая принципиальная

*Второй* вариант, часто используемый в том случае, если распечатка производится на принтере обычного формата А4, или широкоформатном А3.

В электронном документе MS WORD в месте вставки приложения ставится «Разрыв раздела со следующей страницы». Далее для следующего раздела указываются необходимые параметры страницы приложения (А3 или А4) и ориентация (книжная или альбомная). После этого на страницу приложения вставляется чертеж предварительно сохраненный в векторном формате EMF (enhanced metafile Windows — расширенный метафайл Windows) или растровом GIF. Следует отметить, что при подобной вставке чертежа в документ MS Word хотя бы вследствие наличия ограничений области печати и полей документа происходит неизбежное масштабирование чертежа, приводящее к изменению размеров штампа и основной надписи. Поэтому в этом случае масштабированная копия чертежа оформляется как рисунок приложения и снабжается соответствующей подрисуночной подписью, например:

Рисунок А.1 — Уменьшенная копия чертежа принципиальной электрической схемы

Рисунок Б.2 — Уменьшенная копия перечня элементов (лист 2)

Рисунок В.1 — Уменьшенная копия сборочного чертежа

При таком оформлении ЧКД в приложениях следует помнить о необходимости различения информации на чертеже и не уменьшать чертеж до слишком малых размеров, используя при необходимости печать на широкоформатном принтере А3 или плоттер (см. *первый* способ).

При дефиците места для подрисуночной подписи промасштабированного чертежа, она может быть выполнена в нижнем колонтитуле. При этом следует не забывать ставить разрыв раздела после каждого чертежа приложения и менять нижний колонтитул (ставить соответствующую подрисуночную подпись).



## 4 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА MICROSOFT WORD

### 4.1 Основные правила создания и форматирования документа Microsoft Word

При наборе пояснительной записки (как впрочем, и других текстовых документов) в редакторе Microsoft Word следует помнить, что, помимо текстовой информации, документ Microsoft Word содержит еще и служебную информацию, определяющую структуру документа. Это информация определяет параметры и взаимное расположение основных объектов, с которыми оперирует текстовый редактор. Основными *объектами* Word являются *абзац, формула, таблица, рисунок, надпись*. Форматирование документа в текстовом редакторе должно проводиться изменением параметров объектов (а не какими либо другими способами). Пренебрежение этим правилом существенно усложняет процесс перекомпоновки текстового документа, а также создает дополнительные сложности при распечатке текста на принтере, отличном от установленного в системе Windows в момент набора текста (вплоть до необходимости полного переформатирования всего текста). Косвенным признаком правильно набранного текста является отсутствие «лишних» служебных символов (в режиме просмотра служебных символов). Например:

#### Неправильно

```

→ → → → → .....МОСКОВСКИЙ¶
→ → → → → .....ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ-ИНСТИТУТ¶
→ → → → → (ТЕХНИЧЕСКИЙ-УНИВЕРСИТЕТ)¶
→ → → → → ФИЛИАЛ-в-г.-СМОЛЕНСКЕ¶
→ Факультет: Автоматизация элект- → Кафедра:.....Промышленной с
ронной техники → → → → → ..электроникой
→ → → Специальность:..Промышленная электроника¶
→ → → Специализация:..Офисная электроника¶
→ → → → → КУРСОВОЙ-ПРОЕКТ¶
→ → → → → Расчетно-пояснительная записка¶
→ → → → → Тема: Программно-управляемый генератор сигналов¶
.....Студент¶
.....Иванов Олег-Викторович¶
.....Руководитель проекта¶
.....К.т.н.-доцент Новиков-Александр-Альбертович¶
.....Заведующий кафедрой¶
.....д.т.н.-профессор-Дьяконов-Владимир-Павлович¶
.....«Проект-допущен к защите»¶
.....к.т.н.-доцент Новиков-Александр-Альбертович¶
→ → → → → .....Смоленск.....1995-г.¶

```

#### Правильно

```

МОСКОВСКИЙ¶
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ-ИНСТИТУТ¶
(ТЕХНИЧЕСКИЙ-УНИВЕРСИТЕТ)¶
ФИЛИАЛ-в-г.-СМОЛЕНСКЕ¶
Факультет: Автоматизация элект- Кафедра: Промышленной с
ронной техники электроникой
Специальность:..Промышленная электроника¶
Специализация:..Офисная электроника¶
КУРСОВОЙ-ПРОЕКТ¶
Расчетно-пояснительная записка¶
Тема: Программно-управляемый генератор сигналов¶
Студент¶
Иванов Олег-Викторович¶
Руководитель проекта¶
К.т.н.-доцент Новиков-Александр-Альбертович¶
Заведующий кафедрой¶
д.т.н.-профессор-Дьяконов-Владимир-Павлович¶
«Проект-допущен к защите»¶
к.т.н.-доцент Новиков-Александр-Альбертович¶
Смоленск.....1995-г.¶

```

В обычном режиме просмотра и при распечатке на принтере оба документа будут выглядеть одинаково.

Наиболее распространенной ошибкой начинающих пользователей Word является использование пробелов, символов табуляции и пустых абзацев для форматирования текстов. Это, в первую очередь, характерно для тех, кто уже имеет навык работы на печатной машинке или в текстовом редакторе LEXICON и ему подобных. Поэтому следует помнить, что при использовании WORD (как впрочем, и большинства других современных текстовых редакторов) **нельзя**:

- Формировать отступ сверху и снизу абзаца вставкой пустых абзацев (клавиша Enter)<sup>1</sup>;
- Формировать абзацный отступ или центрирование строки по горизонтали вставкой пробелов или символов табуляции;
- Задавать местоположение текстовой надписи на строке вставкой пробелов или символов табуляции;
- Создавать многоколоночные текстовые фрагменты или списки вставкой пробелов или символов табуляции.

Грамотный набор текста в редакторе Word должен состоять из следующих этапов:

1. *Задание типа принтера, на котором планируется печатать текст.* От типа принтера может зависеть ширина символов текста, предельная ширина страницы и некоторые другие параметры, определяющие размещение форматируемого текста на листе.

2. *Задание параметров страницы.* Определяет формат (размер) используемой страницы, ее ориентацию (книжная или альбомная) и размер полей.

3. *Задание параметров используемого по умолчанию абзаца (стиля).* Если в тексте используется несколько типов абзацев (стилей), то их целесообразно формировать на основе используемого по умолчанию.

4. *Задание основных стилей абзацев.* Используется для формирования единства стилей оформления текста (например, названий разделов, подразделов, пунктов, формул, подрисуночных надписей и т.п.). Может происходить уже при наборе текста по мере необходимости (более подробно об использовании стилей см. ниже).

Для форматирования текста желательно использовать только штатные средства. Так, например, для форматирования абзаца нужно задать его параметры, а именно: абзацный отступ (в см) — отступ первой строки абзаца от края абзаца; отступ сверху (в пт) — расстояние в пунктах текста до предыдущего абзаца или другого объекта; отступ снизу (в пт) — расстояние до следующего абзаца или объекта; межстрочный интервал — расстояние в ин-

---

<sup>1</sup> Иногда все же это правило приходится нарушать в целях экономии времени работы над текстом: отступы заголовков, подрисуночных подписей и т.п. зачастую удобнее формировать вставкой пустых абзацев с 2 раза меньшим кеглем шрифта и одиночным интервалом.

тервалах или пунктах текста между центральными линиями строк абзаца. К основным параметрам абзаца можно отнести также основной тип (гарнитуру) шрифта и его размер (кегель).

Для сохранения единства стиля набираемого текста (что является одним из важных требований грамотного набора) необходимо использовать команду «копирование формата» или задавать *стили* набираемых абзацев (второе предпочтительно).

Аналогичные правила следует применять и при использовании других объектов.

## 4.2 Основные правила набора русскоязычных текстов

Для русскоязычных текстов существует ряд правил набора [9], относящихся преимущественно к использованию знаков препинания, дефисов, кавычек и пр. Естественно, эти правила были разработаны в ту пору, когда компьютеров еще и в помине не было. Однако большая часть их реализована в настоящий момент в ряде текстовых процессоров и программ верстки, в том числе Microsoft Word 2003 и последующих версиях.

**Кавычки.** Использование знаков минут и секунд ( ' и ") вместо обычных кавычек неприемлемо. Кроме того, для русского языка неприемлемы кавычки вида ” ” или “ ”. Можно использовать исключительно кавычки типа « » и „ ”, причем первые — предпочтительнее. Две верхние кавычки (так называемые «лапки») используются только в текстах латиницы. Как правило, WORD сам распознает, на каком языке Вы пишете, и ставит соответственно либо «елочки», если набирается русский текст, либо “лапки”, если текст набирается латиницей<sup>1</sup>.

**Знаки препинания.** Точка никогда не ставится в конце заголовков и отделенных от текста подзаголовков. Если же подзаголовок является частью основного текста, то в конце его ставится соответствующий знак препинания. Точки не используются в колонтитулах, заголовках и строках таблиц, подписях под рисунками, схемами и диаграммами. *Внимание!* Наиболее неправильное использование точки, резко понижающее удобочитаемость текста и заставляющее глаз «спотыкаться», встречается в сокращениях. В таких *общепринятых сокращениях*, как обозначения системы мер (га, мм, см, кг, км, кВт и так далее), условные сокращенные обозначения (тел, в/м, б/у, х/б) *точка никогда не ставится!* В то же время, если слово сокращается не по общепринятым методам, или же общепринятого обозначения не существует, точка должна стоять (кв., эл. прибор, кв. м). Также ставится точка в сокращениях и т. д., и т. п.

---

<sup>1</sup> При необходимости любые разновидности кавычек в MS WORD могут быть набраны при использовании следующего пути меню-подменю: Вставка\Символ\Символы\Обычный текст и Вставка\Символ\Специальные знаки.

Запятая ставится при отделении десятичной доли от целого в дробном числе. Использование точек «на американский манер» недопустимо! Дробные числа должны записываться как 3,25; 100,5; но никак не 3.25, 100.5. *Перед знаками препинания* (точка, запятая, вопросительный/восклицательный знаки, многоточие и т. д.) *никогда не ставится пробел*. Он отбивается только после знака. Вместо трех подряд идущих точек используется символ многоточия (<Alt> <Ctrl> <. >). Это связано с тем, что при автоматическом выравнивании абзаца по ширине расстояния между соседними точками в разных многоточиях могут оказаться разными, что недопустимо. Обычно в умолчательных установках WORD подразумевается автозамена трех подряд идущих точек на символ многоточия.

При использовании кавычек и скобок знак препинания в конце ставится только один раз! (То есть, если скобки, как здесь, обособлены, и внутри них в конце фразы стоит какой-либо знак, то снаружи ни этот знак, ни точка уже не ставится!) Если скобки (как здесь), к примеру, стоят в середине предложения, то знаки препинания ставятся вне скобок. Если скобка заканчивает предложение, то точка ставится также за скобкой (например, так). Те же правила относятся и к кавычкам.

**«Черточки».** Бывают трех видов: тире (<Ctrl> <Alt> <don.→>), короткое тире (<Ctrl> <don.→>) и дефис. Дефис (-) используется только в сложных словах типа все-таки, мало-помалу, Олимпиада-80 и подобных и никогда не отбивается пробелами. Тире (—) используется во всех остальных случаях и отбивается с двух сторон — так оно куда лучше выглядит. Существует еще одно правило: тире не должно начинать строку. Поэтому перед тире необходимо вставлять неразрывный пробел (*Вставка\Символ\Специальные символы* или <Ctrl><Shift><пробел>), а после тире — обычный. Короткое тире (–) — довольно малоупотребительный элемент набора. Оно используется при указании границ диапазона: 15–20, XIX–XX вв. И, также как и дефис, не отбивается пробелами. Оно же используется в качестве знака «минус» в арифметических выражениях.

**Пробелы.** Фамилия от инициалов отбивается неразрывным пробелом, а между инициалами — также ставится неразрывный пробел или же инициалы не отбиваются друг от друга совсем. Два примера: Чехов А. П. и Чехов А.П. Такое же правило используется и в сокращениях типа «и т. д., и т. п.» (или «и т.д., и т.п.»). Если уж вы вставляете пробел в этих сокращениях (что, в общем-то, верно), то позаботьтесь о том, чтобы он был неразрывным. Также неразрывным должен быть пробел, разделяющий порядки в больших числах типа 10 000 000 000... Пробелами никогда не отбиваются от предшествующего числа знаки %, °, показатели степени — <sup>2</sup>, <sup>3</sup>, <sup>x</sup>, подстрочные индексы — H<sub>2</sub>O и математические знаки –, +, =, :, x. Пробел также не ставится после открывающей кавычки или скобки и перед закрывающей кавычкой или скобкой.

Неразрывный пробел всегда ставится перед единицами измерения (100 км) и после знаков №, §, © (№ 5, § 3, © Кащавцев С. С.).

### 4.3 Использование стилей при наборе и форматировании текста

Еще один немаловажный принцип, которого следует придерживаться при наборе текста: учитесь набирать стильно. Это означает, что при наборе вы должны использовать стили [9].

Стиль — это совокупность качеств, однозначно определяющих принадлежность текста или абзаца к определенной целевой группе. Стилиевое единство текста — важный фактор восприятия. Несомненно, можно вводить стили ближе к концу набора текста, но тогда придется переопределять стили всех ранее набранных абзацев, что может привести к изменению форматирования. Единожды воспользовавшись стилями на стадии набора, вы сразу почувствуете, насколько легче вам будет подготовить действительно удачный и красивый текст.

Стили текста бывают разными. Основное отличие заключается в том, к какому элементу текста относится стиль. Так, к примеру, Microsoft Word имеет два вида стилей: применяемых к абзацу в целом и применяемых только к одному или нескольким символам. В то же время практически все распространенные программы верстки поддерживают только стили, применяемые к абзацу в целом (так называемые Paragraph Styles).

Стиль абзаца включает в себя всю совокупность свойств текста данного абзаца, а именно:

- гарнитуру шрифта; кегль и начертание шрифта, интерлиньяж шрифта, цвет фона и текста;
- выключку текста (то есть выравнивание текста в рамках абзаца);
- значения параметров абзаца: абзацный отступ (или втяжка), правая и левая границы абзаца, отбивка абзаца от предыдущего и следующего за ним абзацев, определение стилей следующих за данным абзацев (так, к примеру, вполне понятно, что за заголовком должен следовать обычный текст набора);
- позиции табуляторов;
- кернинг и трекинг текста в рамках абзаца;
- оформление рамок и бордюриков вокруг абзаца;
- разливка текста по полосе: запрет висячих строк, запрет на разрыв абзаца, удержание следующего абзаца и так далее.

Практически во всех текстовых редакторах, равно как и программах верстки, используется принцип описания стиля «по образцу». Это значит, что вам необходимо, определив, сколько и каких стилей вам понадобится, набрать небольшое количество текста, содержащего все эти стили, один раз оформить весь текст так, как вы хотите его видеть, а затем просто использовать отдельные абзацы текста как шаблон для создания стилей. Так, например, в MS Word вам нужно просто вставить курсор внутри уже отформатированного текста и применить команду «*Формат/Стиль/Создать...*» (контекст-

ное меню>стили>сохранить выделенный фрагмент как новый экспресс-стиль), после чего ввести имя для соответствующего вновь создаваемого стиля.

При создании стилей лучше всего начинать с основных стилей текста, отстраивая затем на их основе стили списков, заголовков, сносок и так далее. Дело в том, что можно (и нужно) создавать такие стили, которые будут опираться на уже существующие. Так, если стиль списка (назовем его *Список*) отличается от стиля основного текста (*Основной*) только абзацными отступами, то нужно указать этому стилю в качестве «родителя» именно *Основной* и задать нужные значения отступов. В таком случае при изменении тех параметров стиля *Основной*, которые не переопределяются явно в стиле *Список*, допустим, размера или гарнитуры шрифта, эти изменения будут внесены и в стиль *Список*, и во все стили, созданные на его основе, обеспечивая единство оформления текста. Именно в этом и заключается вся сила стилей.

Стили позволяют легко и непринужденно изменить оформление всего текста. Представьте себе, что у Вас есть текст страниц на двести, в котором штук восемьдесят заголовков, а вы решили изменить шрифт в заголовке. Если при наборе вы не воспользовались стилями, то вам придется вручную определять оформление для каждого из этих восьмидесяти заголовков. Если же все они принадлежат к одному стилю, то вам достаточно будет изменить только описание данного стиля, и все заголовки в вашем тексте будут изменены автоматически.


#### 4.4 Основные правила использования рисунков

В документе WORD можно использовать рисунки двух типов: созданные внутренним векторным редактором и импортированные из файлов основных графических форматов (*wmf*, *emf*, *gif*, *jpg*, *bmp*, *pcx*, *tif* и др.), созданных внешними графическими редакторами или полученных сканированием.

К первому типу относятся, как правило, несложные рисунки и диаграммы, хотя при помощи операции группировки внутренним редактором можно создавать достаточно сложные рисунки.

Доступ к средствам встроенного редактора осуществляется при помощи панели «Рисование» (*Вставка>Фигуры*). Желательно, чтобы все элементы рисунка были привязаны к сетке (по умолчанию шаг сетки равен 0,32 см, поэтому его, как правило, приходится уменьшать). Все элементы законченного рисунка первого типа должны быть сгруппированы. Рисунок с подрисуночной подписью создается при помощи объекта «Надпись», в которую вставляется подготовленный рисунок и текст подписи (так удобно поступать при использовании мелких рисунков, обтекаемых по контуру текстом). При использовании рисунков во всю ширину страницы, удобнее сгруппированный рисунок с присвоенным положением «в тексте» вставлять непосредственно в пустой абзац.

Взаимодействие рисунка или надписи (с рисунком и подписью к нему внутри) с текстом документа задается командой «Обтекание» (Контекстное меню надписи>Формат надписи>положение).

Рисунки второго типа вставляются в текст командами «Вставка\Рисунок\Из файла». Или просто втягиванием файла с помощью протяжки левой клавишей мыши из любой программы типа браузера (Проводник, ACDSee, Total Commander и пр.). Вставка осуществляется в виде объекта, с параметрами, заданными по умолчанию, которые могут быть изменены по общим правилам. После вставки, как правило, необходимо изменить размеры рисунка и подкорректировать границы . Следует отметить, что иногда при вставке рисунков в растровом формате (*bmp*, *psx*, *tif* и др.), для получения качественного изображения, необходимо проводить предварительное утолщение линий растрового чертежа (если рисунок выполнен в очень тонких линиях) при помощи внешнего графического редактора. При этом для достижения желаемого результата, возможно также придется увеличить разрешение исходного рисунка.

Итак, рисунок с обтеканием текстом вместе с одной или несколькими подрисуночными подписями удобнее всего выполнять с использованием объекта «Надпись», как сказано выше. Кроме того, в объект надпись могут вставляться сгруппированные и несгруппированные векторные рисунки с автофигурами, вырезанные или скопированные простым выделением объектов на *полотне* рисования. Помните что полотно с нарисованной на нем векторной картинкой с автофигурами вставить в надпись нельзя!

Для создания достаточно сложных векторных рисунков средствами WORD в последних версиях MS Office используется исключительно объект «Полотно» (Вставка>Фигуры>Новое полотно). Для него также можно устанавливать взаимодействие с текстом с помощью команды контекстного меню *Форматировать полотно*. Для дипломных работ, как правило устанавливается положение «в тексте», при этом абзац с полотном не имеет отступов и в нем устанавливается выравнивание «по центру». В этом случае в следующем за полотном абзаце набирается подрисуночная подпись.

Однако создавать подрисуночную подпись(-и) в полотне с обтеканием текстом менее удобно, приходится добавлять надписи.

Поэтому рекомендуется использовать полотно для целей векторного рисования в WORD или для вставки векторных рисунков во всю полосу набора с положением «в тексте». При необходимости изготовления векторных рисунков с обтеканием текстом готовые нарисованные и сгруппированные картинки лучше вырезать из полотна и вставлять в надпись. В нее же следующим абзацем добавляется подрисуночная подпись. Разумеется, это относится к случаю когда рисунки небольшого размера взаимодействуют с текстом «С обтеканием вокруг рамки» — достаточно редкий случай для дипломных работ.

Подробно правила оформления ПЗ в WORD рассмотрены в [10].

## **5 ПОДГОТОВКА К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ НА СОИСКАНИЕ СТЕПЕНИ БАКАЛАВРА И К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Выпускная работа на степень бакалавра и дипломный проект считаются допущенными к защите после получения на титульном листе подписей научного руководителя, заведующего кафедрой и при наличии письменной рецензии рецензента и отзыва научного руководителя.

Рецензент назначается распоряжением по выпускающей кафедре из числа научных сотрудников или преподавателей кафедры.

Расписание защит доводится до сведения студентов за три недели до даты заседания ГАК.

За 10 – 14 дней до заседания ГАК научному руководителю рекомендуется провести предварительные защиты работ своих соискателей с докладом автора, ответами на вопросы и обсуждением результатов работы.

Полностью оформленную (но не сброшюрованную) пояснительную записку к диплому автор передает руководителю за 2 – 3 дня до предзащиты.

По результатам предзащиты автор вносит последние исправления и корректировку в текст пояснительной записки, подписывает ее у руководителя за 7 – 9 дней до защиты, переплетает ее, и, не позднее чем за 5 – 7 рабочих дней до защиты передает сброшюрованную записку рецензенту.

Рецензия и пояснительная записка к выпускной работе (дипломному проекту) должны быть переданы на подпись заведующему кафедрой для допуска к защите не позднее, чем за 2 рабочих дня до заседания ГАК.

Рецензия должна в развернутом виде отражать достоинства и недостатки пояснительной записки и иметь объем в 1–2 с. машинописного текста.

В соответствии с действующими в России стандартами для многоуровневого высшего образования *в рецензии и отзыве* научного руководителя должна быть *обязательно указана оценка работы по пятибалльной шкале*.

В случае неудовлетворительного состояния подготовки соискателя к защите руководитель письменно сообщает об этом заведующему кафедрой как минимум за 4 рабочих дня до заседания ГАК.

Объем графического материала, выносимого на защиту выпускной работы, должен составлять не менее 2–4 листов (плакатов, чертежей, графиков, схем, формул, таблиц). Объем графического материала, выносимого на защиту дипломного проекта, должен составлять не менее 6–8 листов (плакатов, чертежей, графиков, схем, формул, таблиц). Чертежи представляются на листах ватмана стандартного формата (A1) и должны соответствовать ГОСТ. Предпочтительным является выполнение чертежей с помощью компьютерной графики (с использованием струйного принтера или плоттера), однако допускается выполнение их и вручную тушью или карандашом. Примеры выполнения демонстрационных чертежей приведены в приложениях (см. ПРИЛОЖЕНИЕ И).

Защищаемый имеет также право пользоваться доступными техническими средствами (персональным компьютером, проектором и т.п.).



## 6 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ДОКЛАДА И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПРИ ЗАЩИТЕ ПРОЕКТА (ВЫПУСКНОЙ РАБОТЫ)

### 6.1 Доклад

Удачно сделанный доклад обеспечивает до 50% успеха при защите проекта (выпускной работы), поэтому его подготовке следует уделить особое внимание. *Продолжительность доклада* должна составлять:

- 5–7 минут для курсового проекта,
- 8–10 минут для выпускной работы,
- 10–15 минут для дипломного проекта инженера.

В течение указанного времени (ни в коем случае не выходя за верхнюю границу!) необходимо успеть изложить результаты почти полугодовой работы. Учитывая опыт защит дипломных проектов в ГЭК и выпускных работ бакалавров в ГАК, можно рекомендовать следующую *структуру доклада*:

- вступление,
- постановка задачи,
- состояние вопроса,
- пути решения задачи,
- полученные результаты,
- дополнительные разделы (для дипломных проектов и выпускных работ),
- заключение.

1. *Вступление* должно быть очень коротким, состоять из одной–двух фраз и определять область, к которой относится тема проекта (выпускной работы).

2. После этого необходимо очень четко и коротко сформулировать цель проекта, дать *постановку задачи*. Это сразу определяет круг вопросов, которые могут рассматриваться в проекте, и обеспечивает правильное восприятие представляемых материалов.

3. Абсолютное большинство проектов не являются пионерскими, они базируются на уже известных знаниях, результатах, имеют некую «основу», с которой и начинается творческая часть работы автора проекта. Именно это надо коротко осветить как *состояние вопроса*. Обычно этот материал представлен в обзорных разделах проекта.

4. *Пути решения задачи* — один из основных разделов доклада. Здесь необходимо кратко рассмотреть возможные подходы к решению поставленной задачи и более подробно представить выбранный автором проекта, объяснить, как решалась задача, и обосновать правильность принимаемого решения.

5. *Полученные результаты* должны давать полное представление о том, чего достиг автор проекта, насколько полученные результаты оригинальны и

соответствуют поставленным целям. Желательно перечислить все полученные результаты, а подробнее остановиться на наиболее важных.

6. В каждом дипломном проекте имеются *дополнительные разделы* (экономика, охрана труда и др.), о которых в докладе желательно коротко упомянуть. Можно очень коротко сказать о полученных в этих разделах результатах или назвать темы, которые там рассматриваются.

7. В *заключении* необходимо кратко изложить результаты работы по каждому разделу пояснительной записки.

Предлагаемая структура доклада является наиболее общей и пригодна для любого вида защищаемых работ. Она может конкретизироваться и изменяться в зависимости от особенностей и содержания работы, полученных результатов и представленных демонстрационных материалов. Например, если на заседании ГЭК (ГАК) будут демонстрироваться разработанные студентом технические или программные средства, это нужно учесть соответствующим образом при составлении доклада.

Следует отметить, что *при защите дипломного проекта на присвоение квалификации инженера* на кафедре «Электроника и микропроцессорная техника» рекомендуется следующая структура доклада:

1. Постановка задачи
2. Технико-экономическое сопоставление предлагаемой разработки и существующих технических образцов
3. Предлагаемые пути обеспечения объявленных преимуществ (за счет оригинального алгоритма работы, за счет оригинального выбора функциональной схемы, за счет рационального выбора элементной базы, за счет оригинального программного обеспечения или других решений).
4. Обоснование выбора функциональной схемы, увязанное с п. 2 и объяснение по этой схеме принципа работы устройства.
5. Обоснованный выбор элементной базы и объяснение работы принципиальной схемы.
6. Подтверждение работоспособности устройства ссылками на проведенные расчеты и результаты машинного или физического моделирования.
7. Программная поддержка работы устройства с объяснением алгоритма работы и указанием используемых отладочных средств и языка программирования.
8. Конструкторско-технологическая разработка с указанием мер по повышению помехозащищенности.
9. Результаты расчета надежности, учитывающего условия внешних воздействий.
10. Доказательство эргономичности разработки на основе чертежа общего вида, подтверждение его соответствия требованиям охраны труда.
11. Обоснование экономической эффективности со ссылками на результаты проведенных экономических расчетов

Доклад должен быть предельно лаконичен. Все материалы, на которые ссылается докладчик (формулы, графики, временные диаграммы и т.п.), должны быть размещены на свободных полях чертежей или на дополнительном листе в качестве рисунков. Все демонстрационные плакаты должны быть *пронумерованы* для удобства ссылок на них во время доклада.

В докладе должны упоминаться *все* представленные *демонстрационные материалы*. Плакат, о котором в докладе не сказано ни слова, явно является «лишним». Состав демонстрационных материалов может корректироваться до утверждения диплома и должен *наилучшим образом поддерживать доклад*.

*Категорически запрещается* использовать в докладе *аббревиатуры* (в том числе и общепринятые).

В случае необходимости, доклад можно написать, согласовать его с руководителем, откорректировать. Даже при волнении студента (что практически неизбежно) доклад не должен прерываться или комкаться. Очень полезно отрепетировать доклад с коллегами или записать его на носитель, а затем прослушать.

**СОВЕТ!** Настоятельно советуем выучить текст доклада наизусть. Волнение делает с людьми страшные вещи.

## 6.2 Подготовка к ответам на вопросы и замечания

Вопросы, которые задаются в процессе защиты проекта, могут быть из любой дисциплины или области знаний, но, как правило, они задаются по теме проекта и приведенным в нем решениям и результатам. Поэтому, в первую очередь, защищающийся *должен свободно ориентироваться в своем проекте*, знать разделы и темы, которые использовались при проектировании. Количество и характер вопросов в значительной степени зависит от доклада. При правильно сделанном докладе, который сможет заинтересовать членов ГЭК (ГЭК) в нужном направлении, многие вопросы можно предугадать, следовательно, подготовиться к ним.

Замечания рецензента известны и к ответам на них следует подготовиться заранее. Ответы должны быть по существу, короткими и содержательными. Если принципиальных возражений нет, то с замечаниями рецензента лучше согласиться. Если замечания являются существенными, то это обстоятельство следует учесть при составлении доклада.

Если на защите проекта предполагается демонстрация разработанных технических или программных средств, необходимо еще раз все проверить, тщательно продумать порядок демонстрации (вплоть до реализации специальных демонстрационных режимов, роликов), подготовить соответствующее оборудование. *Демонстрация разработанных средств существенно повышает шансы на успех* и всегда приветствуется комиссией.

Не следует лихорадочно готовиться и повторять все вплоть до последних минут. Повторить материал 4–5 лет за несколько дней или часов невоз-

можно. Поэтому накануне защиты лучше хорошо отдохнуть и выспаться, чтобы завтра чувствовать себя бодро и уверенно.

### 6.3 Защита проектов (выпускных работ) в ГЭК (ГАК)

1. Все дипломники, защищающиеся на данном заседании ГЭК, должны *явиться за 15-20 минут до начала работы ГЭК* независимо от очередности защиты. Они должны *сдать секретарю ГЭК зачетную книжку*, пояснительную записку, отзыв руководителя, рецензию на проект и, если это требуется, другие документы. Демонстрационные плакаты (кроме копий для членов ГЭК в пояснительной записке) *остаются у дипломника*. Все демонстрируемые средства необходимо разместить в аудитории, где проводится заседание комиссии, проверить их работоспособность и подготовить к демонстрации.

2. Очередной защищающийся дипломник готовит демонстрационные материалы. Для закрепления демонстрационных плакатов на рамах *необходимо иметь с собой кнопки*. Плакаты желательно размещать на раме в той последовательности, как они упоминаются в докладе. Пока очередной дипломник защищается, следующий прикрепляет свои плакаты на другую раму. Замена рам производится перед началом следующей защиты.

3. Защита дипломных проектов (выпускных работ) проходит в следующем порядке.

- Председатель ГЭК (ГАК) объявляет начало защиты и предоставляет слово дипломнику.
- Дипломник делает доклад в течение времени, указанного в пункте 6.1. Чтобы не возникало неудобной паузы, желательно четко обозначить окончание доклада и поблагодарить членов ГЭК (ГАК) за внимание.
- Члены ГЭК (ГАК) начинают задавать вопросы. Обычно первым задает вопросы председатель комиссии, затем технические специалисты, завершают представители кафедр экономики и охраны труда. Как правило, каждый член комиссии задает от одного до трех вопросов, хотя бывают и исключения. Ответы должны быть краткими и по существу вопроса.
- После окончания ответов на вопросы членов комиссии секретарь зачитывает отзыв руководителя и рецензию на дипломный проект (выпускную работу) и дипломнику предоставляется возможность ответить на замечания рецензента.
- Если у присутствующих вопросов нет, председатель объявляет окончание защиты. Рамы с плакатами выносят из аудитории.

Вся процедура защиты занимает примерно 30 мин, хотя могут быть отклонения в обе стороны.

4. После защиты последнего дипломника объявляется закрытое заседание ГЭК (ГАК), где подводятся итоги работы комиссии.

5. По окончании закрытого заседания дипломники приглашаются в аудиторию, и председатель ГЭК (ГАК) объявляет результаты защиты, поздрав-

ляет молодых инженеров (бакалавров) и объявляет заседание завершённым. При этом отмечаются практическая ценность и другие достоинства (или недостатки) представленных квалификационных работ.

6. После объявления результатов дипломники сдают на кафедру демонстрационные плакаты.

#### **6.4 Ошибки при защите дипломных проектов (выпускных работ)**

Ошибки, встречающиеся при защите проектов, весьма разнообразны и зависят от темы и особенностей проекта, хотя ряд ошибок в основном определяется авторами проектов и приводит к снижению оценки комиссией работ, выполненных на хорошем уровне. Ниже приводятся некоторые типовые ошибки, в основном связанные с недостаточной подготовкой к защите проекта.

- Неудачный доклад, из которого не ясно, что должен был сделать автор, и что у него получилось. Как следствие — вопросы касаются не тех сторон проекта, где автор действительно что-то делал, и могут оказаться для него весьма неожиданными.
- Доклад затянут. Председатель прерывает дипломника, просит соблюдать регламент и заканчивать доклад. Студент сбивается, доклад скомкан, все запуталось.
- После доклада следуют совершенно очевидные вопросы, на которые ответов у автора нет. (Например, в докладе «... после доработки это устройство сможет найти широкое применение...», вопрос – «Где?»).
- Автор затрудняется назвать другие области применения его разработки, кроме одного, оговоренного в его проекте.
- Дипломник затрудняется ответить на замечания рецензента, которые ему были известны заранее.
- Дипломник отвечает не на тот вопрос, который был ему задан.
- Демонстрация разработанных средств не подготовлена и они сбоят или не работают, что еще хуже, чем если бы их не было вообще.
- Дипломник плохо ориентируется в представленном к защите проекте, автором которого он является.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Организация выполнения и проведения защиты выпускной работы на степень бакалавра по всем направлениям подготовки в МЭИ. Подготовка и сдача Государственного экзамена по программам бакалавриата : метод. указания / сост. : В. И. Извеков [и др.]. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 24 с.
2. Методические указания по организации выполнения и проведения защиты диплома инженера по всем специальностям подготовки в МЭИ. / сост. : В. И. Извеков, И. М. Короневский, Н. И. Сентюрихин. – М. : Издательство МЭИ, 1998.
3. **ГОСТ 7.32-2001.** Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Взамен ГОСТ 7.32 – 91; Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 19 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
4. **Троицкая, А.Ф.** Методические указания по дипломному и курсовому проектированию для специальности «Промышленная электроника» / А.Ф. Троицкая. – Смоленск : Смол. филиал Моск. энерг. ин-та, 1986. – 39 с.
5. **Воробьев, Н.И.** Проектирование электронных устройств: учеб. пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн. системах» / Н. И. Воробьев. – М. : Высш. шк., 1989. – 223 с. : ил.
6. **ГОСТ 7.1–2003.** Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004.
7. **Усатенко, С.Т.** Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство стандартов, 1992.
8. **Романычева, Э. Т.** Инженерная и компьютерная графика / Э. Т. Романычева, Т. Ю. Соколова, Г. Ф. Шандурина. – 2-е изд., перераб. – М. : ДМК Пресс, 2001. – 592 с. : ил. – (Серия «Проектирование»).
9. **Кашавцев, С. О,** что это за наслаждение — ro-ruski тексты набирать / Сергей Кашавцев // Компьютерра. – 1997. – 8 сентября (№ #36(213)).
10. **Амелина М.А., Амелин С.А.** Основные правила оформления пояснительной записки при использовании текстового процессора Microsoft WORD  
[Амелина\\_ДП-ВР\\_WORD.doc](#)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Образец титульного листа курсового проекта**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
в г. Смоленске**

Кафедра  
электроники и микропроцессорной техники

### **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Электронные цепи и микросхемотехника»

Тема: **ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР**

Студент группы ПЭ-09

Соколов А.В.

Руководитель проекта

к.т.н., доцент  
Амелина М.А.

«Проект допущен к защите»

к.т.н., доцент  
Амелина М.А.

Дата «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_

Смоленск      2013

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Образец титульного листа выпускной работы на соискание степени бакалавра

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске**

УДК: 621.314

**Кафедра ЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Направление подготовки: 11.03.04 - **Электроника и нанoeлектроника**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Профиль подготовки: «Промышленная электроника»

Тема: **ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МИКРОСХЕМЫ TL431 В ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ**

Студент	<u><b>ПЭ-11</b></u>	<u><b>Гатина А.И.</b></u>
	группа	подпись фамилия И.О.

Руководитель	<u><b>к. т. н., доцент</b></u>	<u><b>Амелина М.А.</b></u>
	уч. степень, должность	подпись фамилия И.О.

Консультант	<u></u>	<u></u>
	уч. степень, должность	подпись фамилия И.О.

Зав. кафедрой	<u><b>д. т. н., доцент</b></u>	<u><b>Якименко П.В.</b></u>
	уч. степень, должность	подпись фамилия И.О.

Место выполнения бакалаврской работы	<u><b>филиал «МЭИ» в г. Смоленске, кафедра ЭиМТ</b></u>
---	---

**Смоленск**

**2015 г.**



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Образец титульного листа дипломного проекта

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
в г. Смоленске**

Кафедра  
электроники и микропроцессорной техники

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

подготовки инженеров по специальности «Промышленная электроника»

Тема: **БИОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА**

**Студент группы ПЭ-09**

Иванов Иван Иванович

**Руководитель проекта**

к.т.н., доцент  
Строев Николай Николаевич

**Руководитель от  
предприятия**

**Консультант по  
экономической части**

к.т.н., доцент  
Троицкий Юрий Валентинович

**Консультант по  
безопасности и экологичности**

к.т.н., доцент  
Троицкий Юрий Валентинович

**Рецензент**

старший преподаватель  
Фролков Олег Александрович

**Заведующий кафедрой**

д.т.н., профессор  
Якименко Игорь Владимирович

Дата «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Смоленск 2013

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

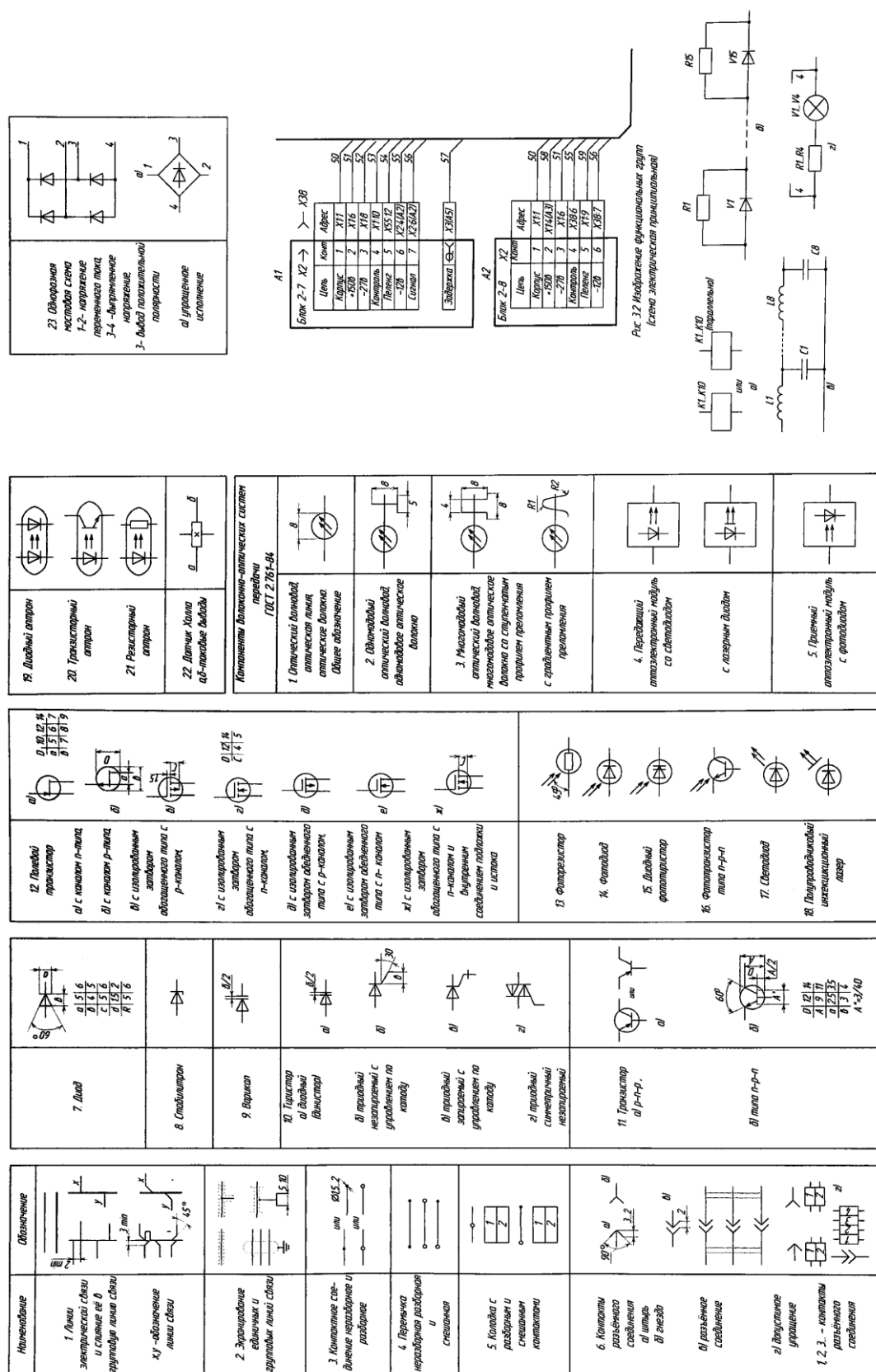


Рисунок Г.1 — УГО элементов принципиальных электрических схем

Свойства входов и выходов логических элементов		Наименование	Обозначение
1 Прямой статический	а) вход	2 Инверсный статический	а) вход
	б) выход		б) выход
3 Прямой динамический	а) вход по фронту	4 Инверсный динамический	а) вход по фронту
	б) вход по срезу		б) вход по срезу
5 Выход не несущий логической информации	а) изолированный вывод	6 Подключение выходов логического элемента к выведенной нагрузке	а) изолированный вывод
	б) изолированный вывод		б) изолированный вывод
7 Подключение выходов логического элемента к выведенной нагрузке	а) выведенная нагрузка	8 Прямое подключение выходов логического элемента	а) выведенная нагрузка
	б) выведенная нагрузка		б) выведенная нагрузка
9 Включение эквивалентного элемента в выходную цепь логического элемента	а) эквивалентный элемент	10 Включение эквивалентного элемента в выходную цепь логического элемента	а) эквивалентный элемент
	б) эквивалентный элемент		б) эквивалентный элемент

4.8 Трансформатор логического элемента	
4.9 Матрица электрическая	
4.10 Генератор	
4.11 Двухтактный В-выход	
4.12 Со-соединение	
4.13 Элемент гальванический или аккумуляторный	
4.14 Батарея из гальванических элементов	
4.15 Прямой	
4.16 Инверсный	
4.17 Региструющий	
4.18 Интегрирующий	
4.19 Обозначение прибора	
4.20 Аппарат	
4.21 Микроинвертор	
4.22 Микроинвертор	
4.23 Микроинвертор	
4.24 Микроинвертор	
4.25 Микроинвертор	
4.26 Микроинвертор	
4.27 Микроинвертор	
4.28 Микроинвертор	
4.29 Микроинвертор	
4.30 Микроинвертор	
4.31 Микроинвертор	
4.32 Микроинвертор	
4.33 Микроинвертор	
4.34 Микроинвертор	
4.35 Микроинвертор	
4.36 Микроинвертор	
4.37 Микроинвертор	
4.38 Микроинвертор	
4.39 Микроинвертор	
4.40 Микроинвертор	
4.41 Микроинвертор	
4.42 Микроинвертор	
4.43 Микроинвертор	
4.44 Микроинвертор	
4.45 Микроинвертор	
4.46 Микроинвертор	
4.47 Микроинвертор	
4.48 Микроинвертор	
4.49 Микроинвертор	
4.50 Микроинвертор	
4.51 Микроинвертор	
4.52 Микроинвертор	
4.53 Микроинвертор	
4.54 Микроинвертор	
4.55 Микроинвертор	
4.56 Микроинвертор	
4.57 Микроинвертор	
4.58 Микроинвертор	
4.59 Микроинвертор	
4.60 Микроинвертор	
4.61 Микроинвертор	
4.62 Микроинвертор	
4.63 Микроинвертор	
4.64 Микроинвертор	
4.65 Микроинвертор	
4.66 Микроинвертор	
4.67 Микроинвертор	
4.68 Микроинвертор	
4.69 Микроинвертор	
4.70 Микроинвертор	
4.71 Микроинвертор	
4.72 Микроинвертор	
4.73 Микроинвертор	
4.74 Микроинвертор	
4.75 Микроинвертор	
4.76 Микроинвертор	
4.77 Микроинвертор	
4.78 Микроинвертор	
4.79 Микроинвертор	
4.80 Микроинвертор	
4.81 Микроинвертор	
4.82 Микроинвертор	
4.83 Микроинвертор	
4.84 Микроинвертор	
4.85 Микроинвертор	
4.86 Микроинвертор	
4.87 Микроинвертор	
4.88 Микроинвертор	
4.89 Микроинвертор	
4.90 Микроинвертор	
4.91 Микроинвертор	
4.92 Микроинвертор	
4.93 Микроинвертор	
4.94 Микроинвертор	
4.95 Микроинвертор	
4.96 Микроинвертор	
4.97 Микроинвертор	
4.98 Микроинвертор	
4.99 Микроинвертор	
5.00 Микроинвертор	

Рисунок Г.2 — УГО элементов принципиальных электрических схем

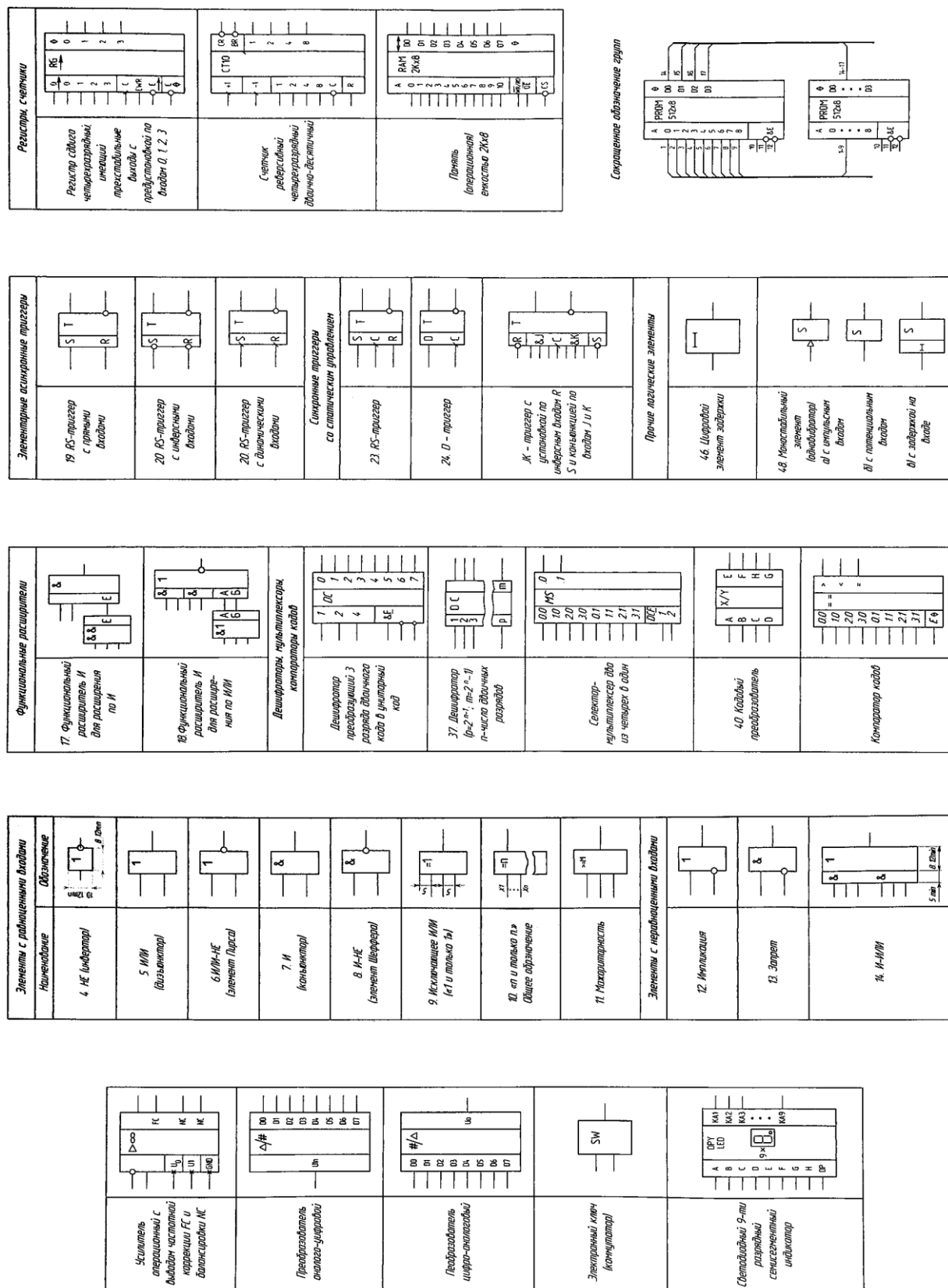


Рисунок Г.3 — УГО элементов принципиальных электрических схем

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

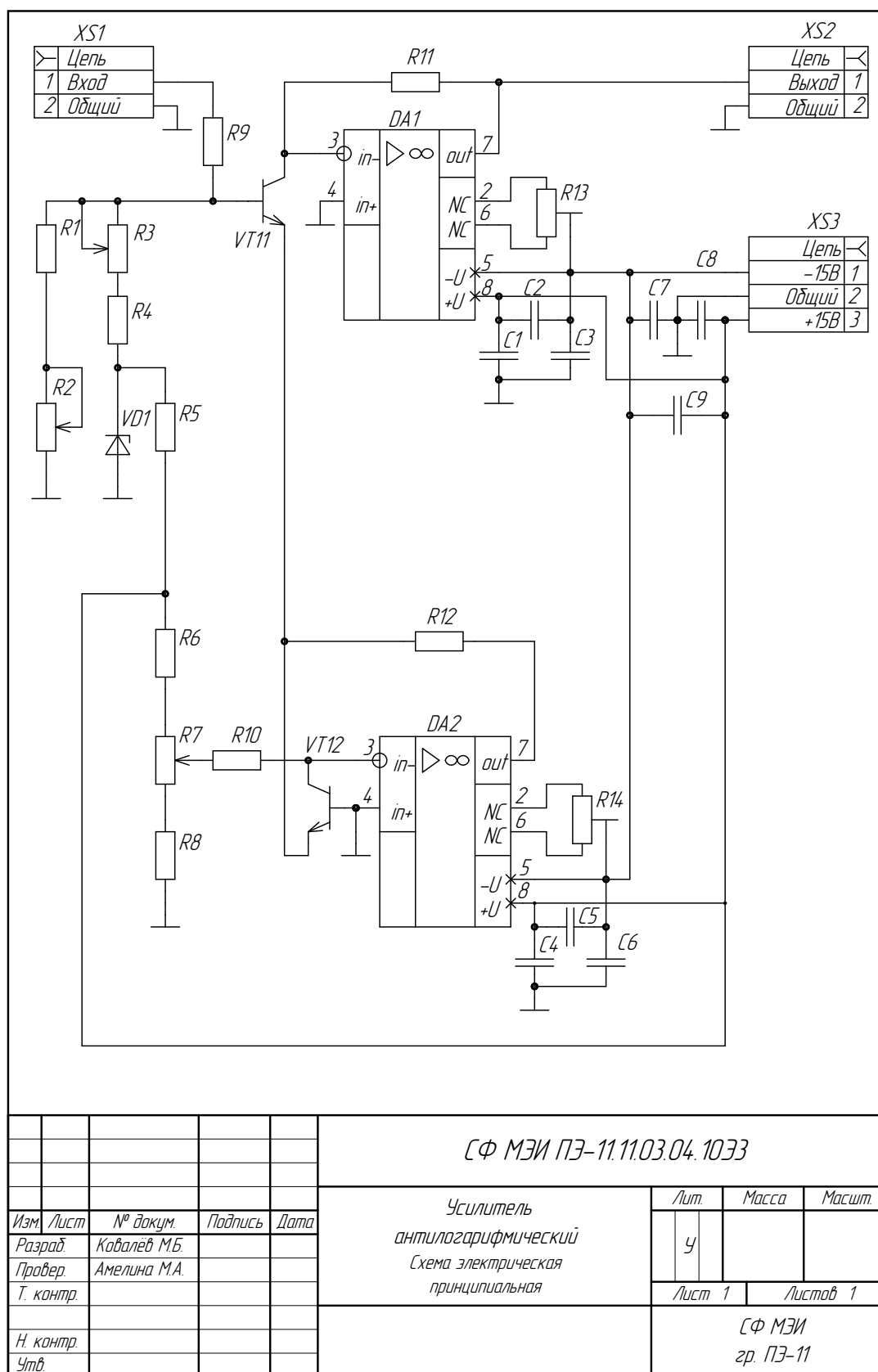


Рисунок Д.1 — Пример выполнения принципиальной схемы

**Примечание.** Код направления: 11.03.04 — бакалавриат; 11.04.04 — магистратура; 210100.65 — специалитет. Далее ставится номер студента в журнале посещаемости

Поз. обозн.	Наименование	Кол	Примечание								
	Конденсаторы										
C1...C9	K10-498 - 47нФ ±20% 50В ГОСТ 5.621-70	9									
	Микросхемы										
DA1,DA2	K140YD8 ГОСТ 25703-85	2									
	Резисторы										
R1	M/IT-0,125-1500м ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R2	СПЗ-16а 1000м ±20% ОЖО467.072 ТУ	1									
R3	СПЗ-16а 2,5кОм ±20% ОЖО467.072 ТУ	1									
R4	M/IT-0,125-8,2кОм ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R5	M/IT-0,5-4700м ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R6	M/IT-0,25-1800м ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R7	СПЗ-16а 1000м ±20% ОЖО467.072 ТУ	1									
R8	M/IT-0,25-2000м ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R9	M/IT-0,125-10кОм ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R10,R11	M/IT-0,125-3,3кОм ±10% ОЖО 467.180 ТУ	2									
R12	M/IT-0,125-10кОм ±10% ОЖО 467.180 ТУ	1									
R13,R14	СП5-2 10кОм ±10% ОЖО 467.072 ТУ	2									
VD1	Стабилитрон КС147А СМЗ.362.812 ТУ	1									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СФ МЭИ ПЗ-11.11.03.04.10ПЗЗ						
Разраб.		Ковалев М.Б.			Устройство антилогарифмирующее Перечень элементов				Лит.	Лист	Листов
Провер.		Амелина М.А.							У	1	2
Н. контр.											
Утв.					СФ МЭИ зр. ПЗ-11						

Рисунок Д.2 — Пример выполнения перечня элементов (1-ый лист)



## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

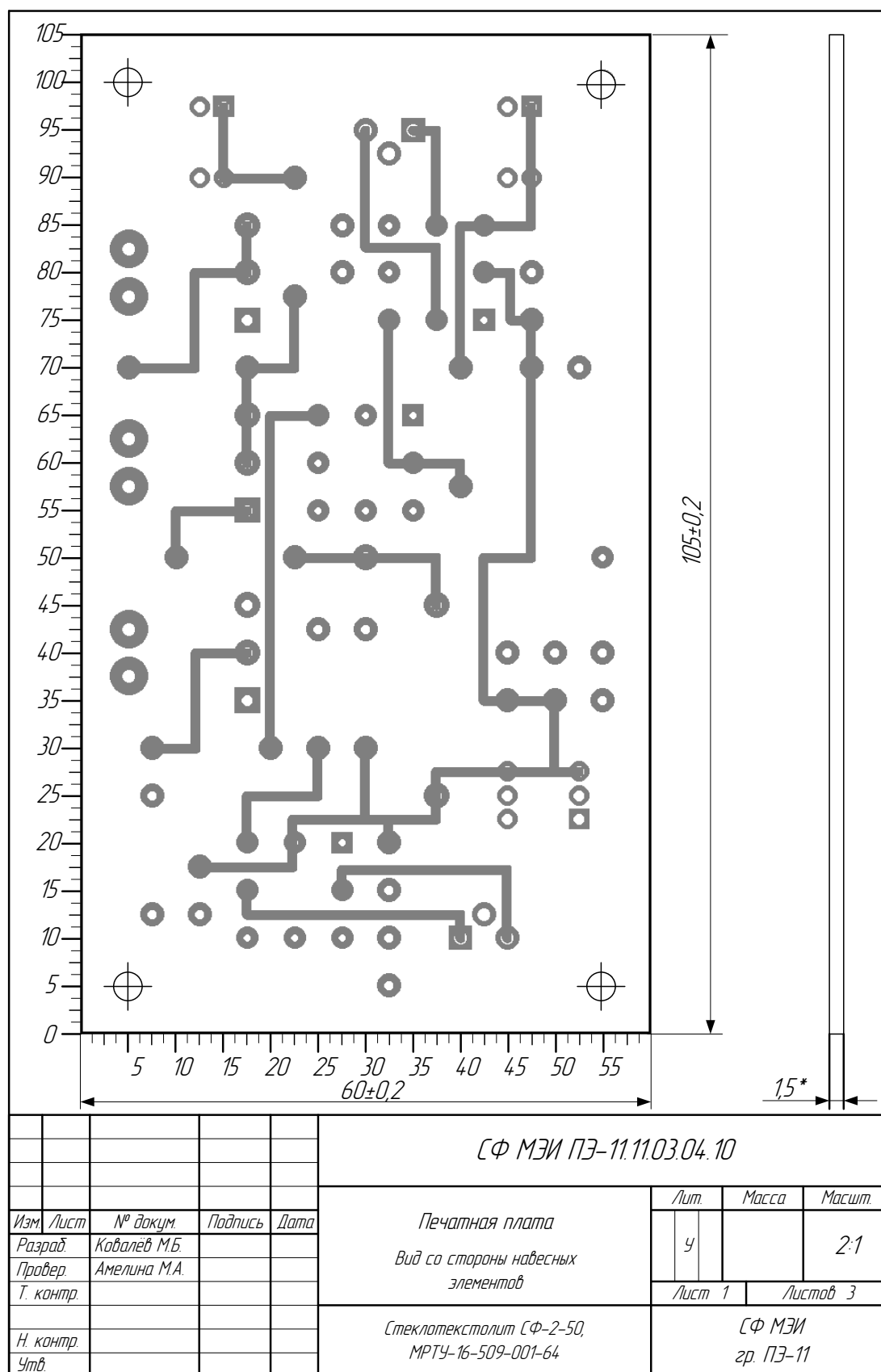


Рисунок Е.1 — Пример выполнения чертежа печатной платы  
(сторона навесных элементов)



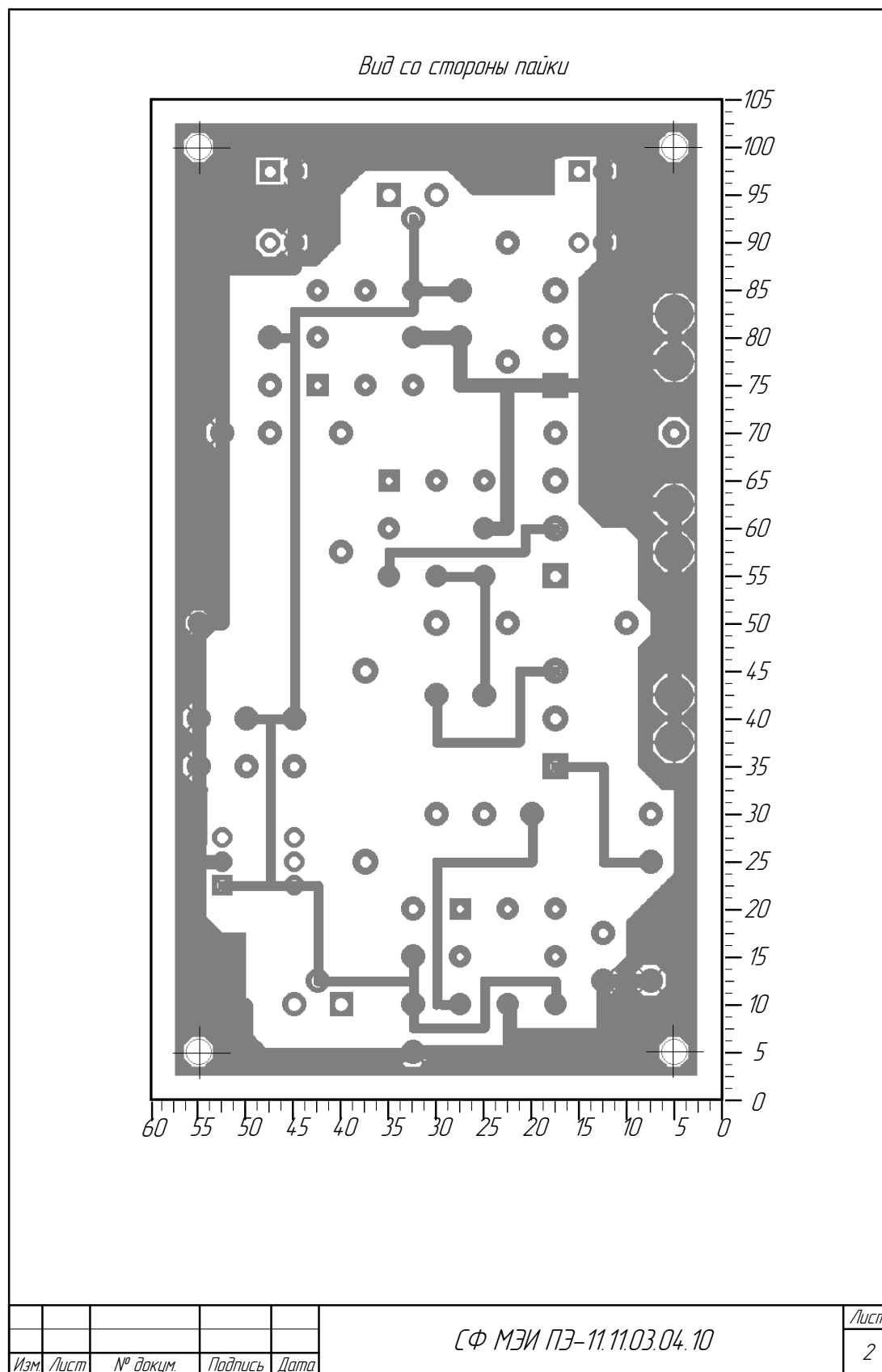


Рисунок Е.2 — Пример выполнения чертежа печатной платы (сторона пайки)

1. Печатную плату изготовить комбинированным методом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 23752-79.
3. Шаг координатной сетки 2,5 мм
4. \* Размеры для справок.
5. Ширина печатных проводников (кроме общей шины) – 1,0 мм,  
ширина общей шины – 1,5 мм.
6. Минимальное расстояние между соседними проводниками – 0,5 мм.
7. Минимальное расстояние между двумя соседними контактными  
площадками и между контактной площадкой и печатным проводником  
– 0,4 мм.
8. Форма контактной площадки – круглая,  
квадратной контактной площадкой обозначены первые выводы  
микросхем.
9. Предельное отклонение размеров между осями двух любых отверстий  $\pm 0,2$  мм
10. Конфигурацию проводников выдерживать по координатной сетке  
с отклонением от чертежа  $\pm 0,1$  мм
11. Все отверстия (кроме 4 отв. Ø 3,3 мм) металлизировать.
12. Маркировку произвести краской ГН ПФ- 5,3 ОСТ 4.ГО.014.002.  
Шрифт по ИО.010.007.
13. Проводники покрыть сплавом "Розе".

Диаметры и координаты отверстий

Ø	X	Y	Ø	X	Y	Ø	X	Y	Ø	X	Y	Ø	X	Y	Ø	X	Y	Ø	X	Y
0,8	17,5	10		32,5	85		12,5	12		32,5	15		12,5	97,5		17,5	45		45	10
	17,5	15		35	55		12,5	17,5		32,5	20		15	90		17,5	55	1,4	5	37,5
	17,5	20		35	60		17,5	70		4,0	57,5		15	97,5		17,5	60		5	42,5
	22,5	10		35	65		20	30		4,0	70		4,5	22,5		17,5	65		5	57,5
	22,5	20		37,5	75		22,5	50		4,5	35		4,5	25		17,5	75		5	62,5
	25	55		37,5	85		22,5	77,5		4,5	40		4,5	27,5		17,5	80		5	77,5
	25	60		42,5	75		22,5	90		4,7,5	70		4,5	90		17,5	85		5	82,5
	25	65		42,5	80		25	30		4,7,5	75		4,5	97,5		30	50	2,7	5	5
	27,5	10		42,5	85		25	42,5		4,7,5	80		4,7,5	90		37,5	25		5	100
	27,5	15		55	50		27,5	80		5,0	35		4,7,5	97,5		37,5	45		55	5
	27,5	20	0,9	5	70		27,5	85		5,0	40		52,5	22,5	1,3	30	95		55	100
	30	55		7,5	12,5		30	30		52,5	70		52,5	25		32,5	92,5			
	30	65		7,5	25		30	42,5		55	35		52,5	27,5		35	95			
	32,5	75		7,5	30		32,5	5		55	40	1,2	17,5	35		40	10			
	32,5	80		10	50		32,5	10	1,1	12,5	90		17,5	40		42,5	12,5			

СФ МЭИ ПЗ-11.11.03.04.10

Лист

3

Рисунок Е.3 — Пример выполнения чертежа печатной платы  
(пояснения и таблица отверстий)

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

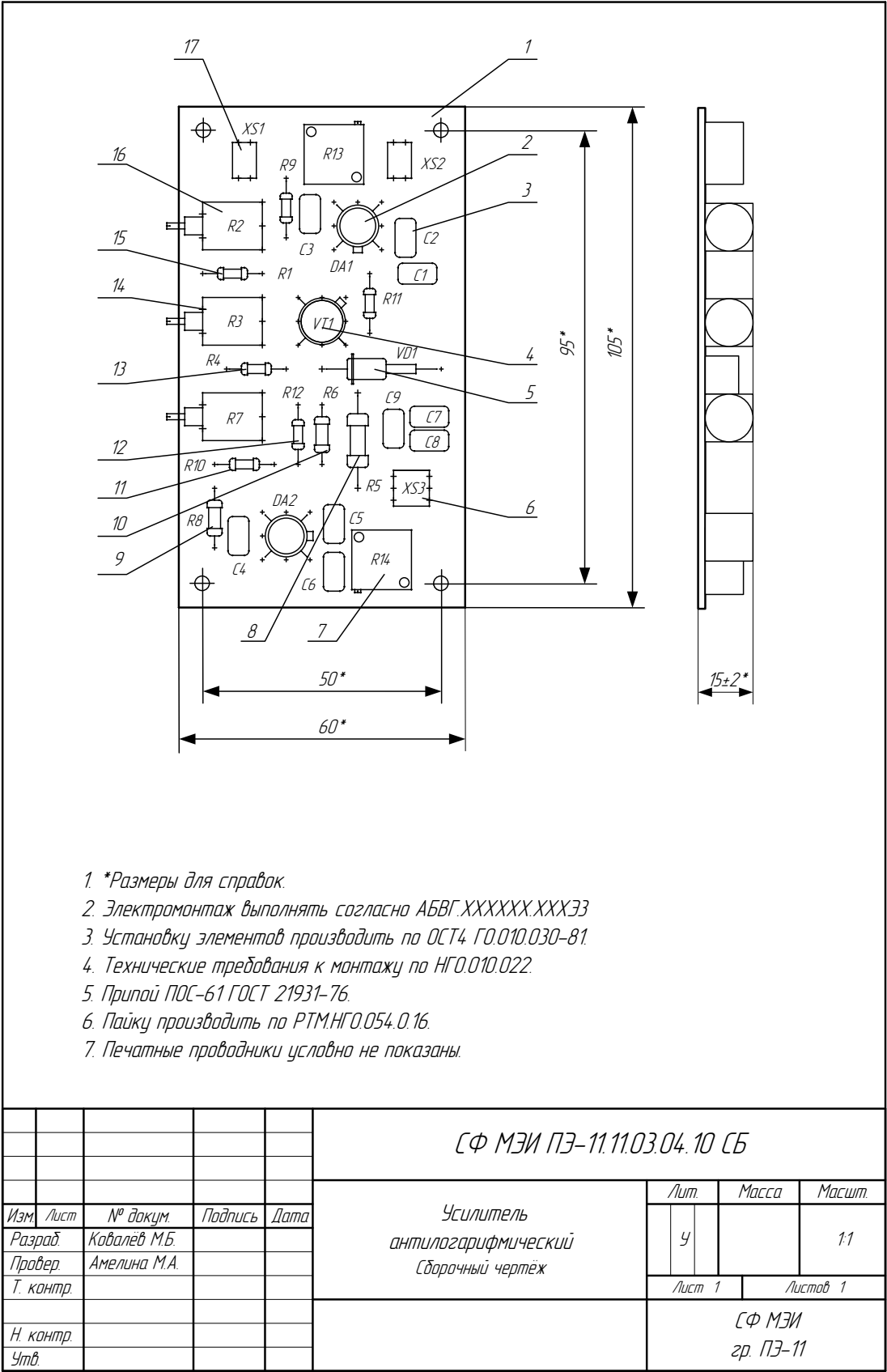


Рисунок Ж.1 — Пример выполнения сборочного чертежа

[illegible]

Рисунок Ж.2 — Пример выполнения спецификации (1-ый лист)



## ПРИЛОЖЕНИЕ И

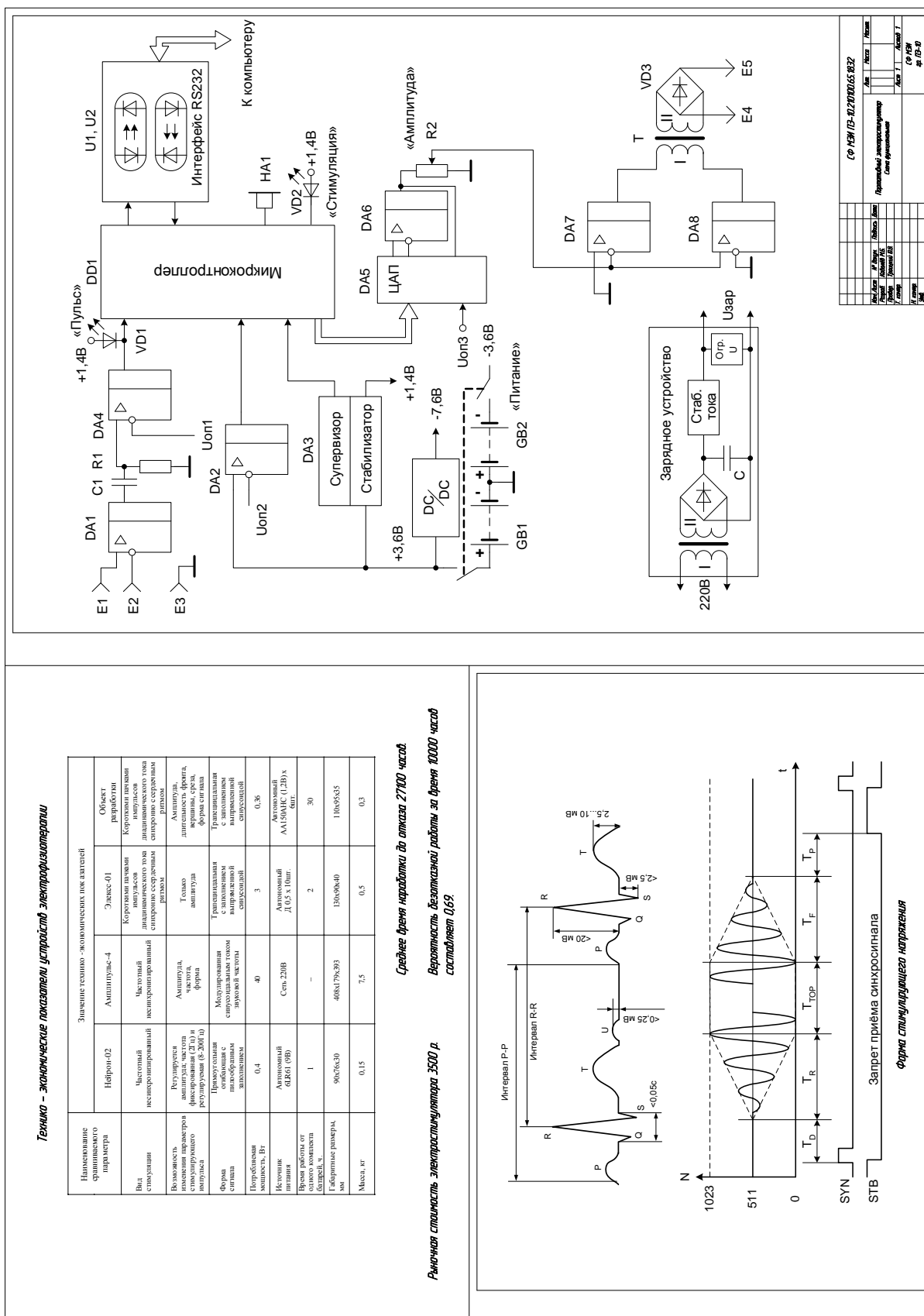


Рисунок И.1 — Пример выполнения демонстрационных чертежей (функциональная схема)



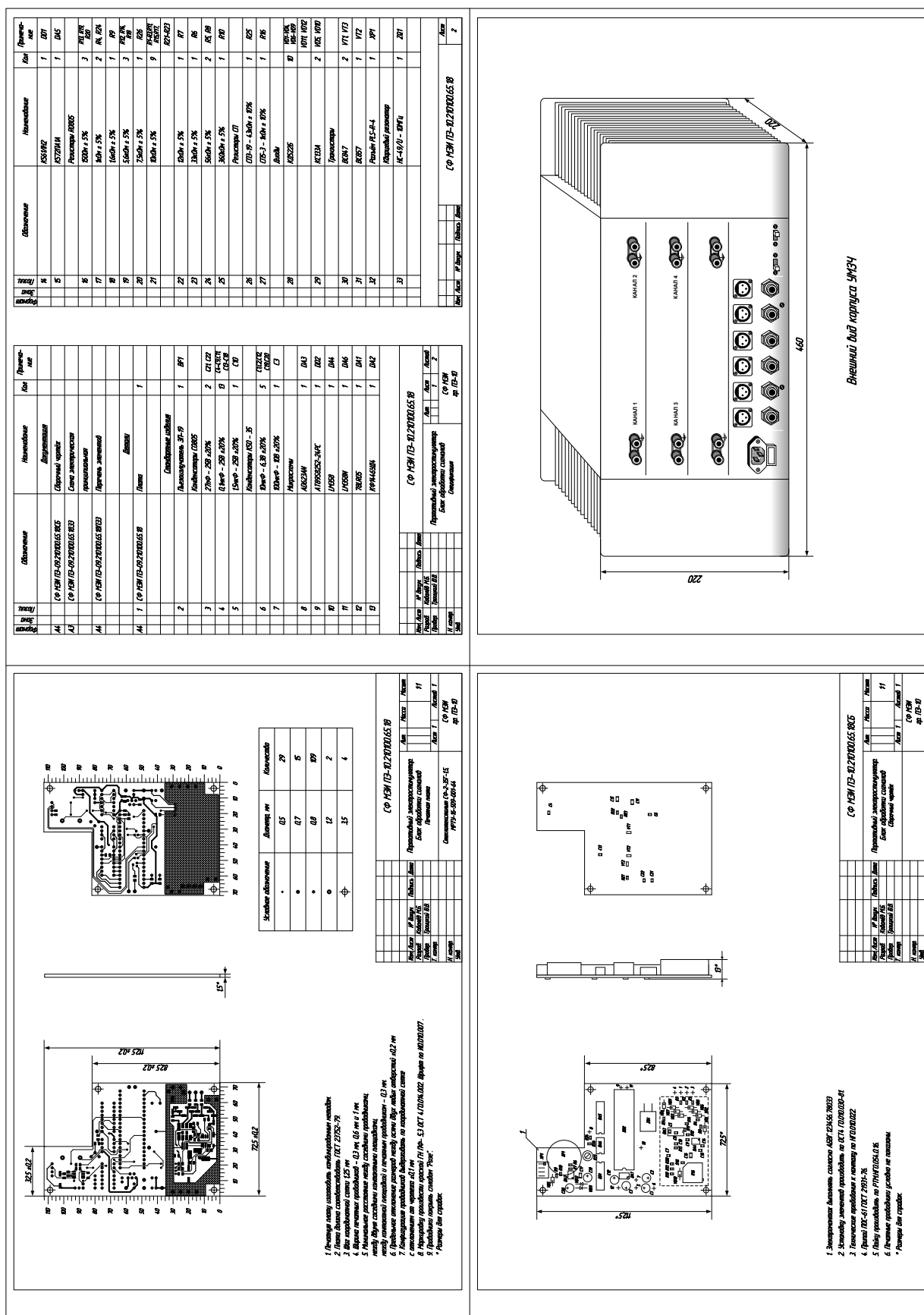


Рисунок И.3 — Пример выполнения демонстрационных чертежей  
(печатная плата, сборка, внешний вид)



Учебное издание

Амелина Марина Аркадьевна  
Амелин Сергей Александрович  
Троицкий Юрий Валентинович

ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ РАБОТ  
Методические указания  
для студентов специальности «Промышленная электроника»

Технический редактор Л.И. Криволапова  
Корректор Л.И. Чурлина

---

Темплан издания СФ МЭИ, 2013 г., метод.  
Подписано в печать 10.06.13  
Формат бумаги 60X84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Тираж 80 экз. Усл. печ. л. 5.

---

Издательский сектор СФ МЭИ  
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, 1