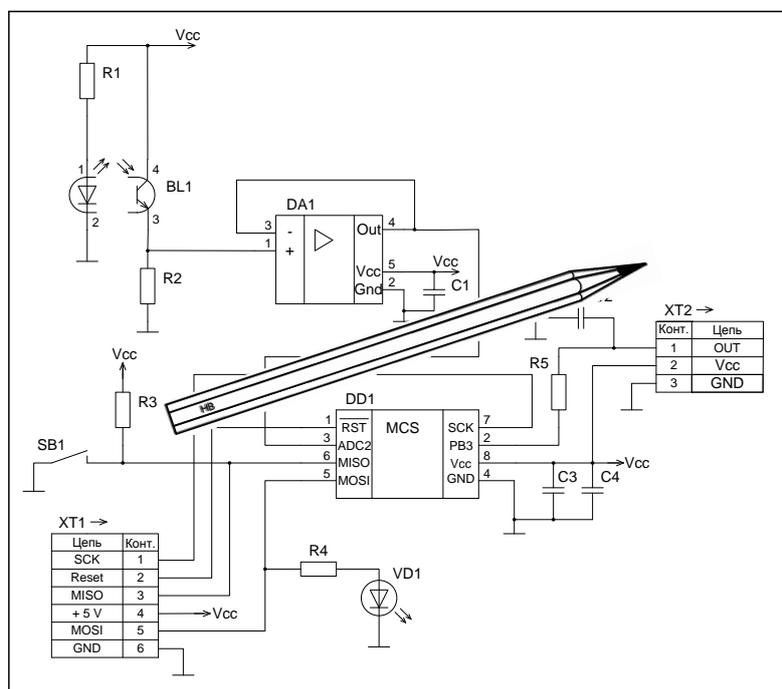


Блинников А.А., Бойков В.И., Быстров С.В.,  
 Николаев Н.А., Нуйя О.С.

## Правила оформления пояснительной записки и конструкторской документации



Санкт-Петербург

2014

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Блинников А.А., Бойков В.И., Быстров С.В.,  
Николаев Н.А., Нуйя О.С.**

**Правила оформления пояснительной записки  
и конструкторской документации**

**Учебное пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2014**

Блинников А.А., Бойков В.И., Быстров С.В., Николаев Н.А., Нуйя О.С. Правила оформления пояснительной записки и конструкторской документации. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 55 с.

В учебно-методическом пособии приведены правилам оформления текстовой и конструкторской документации курсовых и выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров. Приведенные адаптированные требования основаны на соответствующих стандартах Российской Федерации.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 15.03.04 - Управление в технических системах (образовательная программа «Управление в технических системах»); 15.03.06 Мехатроника и робототехника (образовательная программа «Интеллектуальные технологии в робототехнике») и магистрантов, обучающихся по направлениям подготовки: 27.04.03 - Системный анализ и управление (магистерская программа «Интеллектуальные системы управления техническими процессами»); 27.04.04 - Управление в технических системах (магистерская программа «Цифровое управление в современной технике»); 15.04.06 - Мехатроника и робототехника (магистерская программа «Интеллектуальные технологии в робототехнике»).

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета компьютерных технологий и управления, протокол № 8 от 16 сентября 2014 г.



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2014

## Оглавление

Введение .....	4
1 Основные положения .....	4
1.1 Комплектность конструкторских документов .....	4
1.2 Обозначение документов .....	5
2 Пояснительная записка .....	7
2.1 Основные положения .....	7
2.2 Титульный лист .....	8
2.3 Техническое задание .....	8
2.4 Содержание .....	8
2.5 Введение .....	8
2.6 Основная часть .....	8
2.7 Заключение .....	9
2.8 Список использованных источников .....	10
2.9 Обозначения и сокращения .....	10
2.10 Приложения .....	10
3 Требования к оформлению текстовых документов .....	10
3.1 Общие требования .....	10
3.2 Построение документа .....	11
3.3 Оформление примечаний .....	12
3.4 Оформление приложений .....	12
3.5 Оформление иллюстраций .....	13
3.6 Оформление таблиц .....	13
3.7 Сноски .....	15
3.8 Оформление списка использованных источников .....	16
4 Требования к выполнению конструкторских графических документов .....	17
4.1 Чертежи деталей, сборочный чертеж .....	17
4.2 Правила выполнения схем .....	22
4.3 Перечень элементов .....	25
4.4 Оформление электрических схем .....	26
4.5 Правила выполнения чертежей печатных плат .....	35
Ссылочные нормативные документы .....	37
Список использованных источников .....	40
Приложение А Пример оформления титульного листа .....	41
Приложение Б Оформление текстовых документов .....	42
Приложение В Правила оформления и размещения основной надписи .....	43
В.1 Оформление основной надписи .....	43
В.2 Размещение основной надписи и дополнительных граф к ней .....	46
Приложение Г Оформление электротехнических чертежей .....	47

## **Введение**

Заключительным этапом подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ является оформление пояснительной записки и необходимой конструкторской документации (схемы, перечни элементов, чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации и т.д.). Требования по оформлению конструкторской документации изложены в достаточно большом числе нормативных документов, основным из которых является комплекс стандартов Российской Федерации – единая система конструкторской документации (ЕСКД).

В настоящем учебно-методическом пособии изложены основные правила по оформлению технической документации (обязательного текстового и графического материала) курсовых и выпускных квалификационных работ. Учебно-методическое пособие выполнено на основе действующих ГОСТов, приводятся основные требования стандартов, необходимые для оформления документов, а также приводятся ссылки на нормативные документы, требования которых необходимо выполнять при подготовке пояснительной записки и обязательного графического материала.

### **1 Основные положения**

#### **1.1 Комплектность конструкторских документов**

Виды и комплектность конструкторских документов определяются согласно ГОСТ 2.102-68.

При определении комплектности конструкторских документов на изделия следует различать:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяют данное изделие и его состав. Виды изделий устанавливаются в соответствии с ГОСТ 2.101-68.

За основные конструкторские документы принимают:

- для деталей - чертеж детали;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов - спецификацию.

Изделие, примененное по конструкторским документам, выполненным в соответствии со стандартом единой системы конструкторской документации, записывают в документы других изделий, в которых оно применено, за обозначением своего основного конструкторского документа. Считается, что такое изделие применено по своему основному конструкторскому документу.

Основной комплект конструкторских документов изделия объединяет

конструкторские документы, относящиеся ко всему изделию (составленные на все данное изделие в целом), например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы.

Конструкторские документы составных частей в основной комплект документов изделия не входят.

Полный комплект конструкторских документов изделия составляют (в общем случае) из следующих документов:

- основного комплекта конструкторских документов на данное изделие;
- основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Пример построения полного комплекта конструкторских документов комплекса приведен в ГОСТ 2.102-68.

## 1.2 Обозначение документов

Структура обозначения изделия и основного документа, приведенная на рисунке 1.1, определяется в соответствии с ГОСТ 2.201-80.

Четырехзначный код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков.

Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу по классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (Классификатору ЕСКД). Структура кода классификационной характеристики приведена на рисунке 1.2.

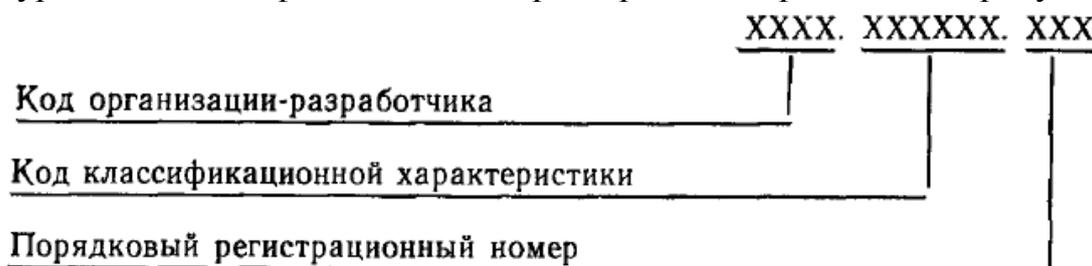


Рисунок 1.1 – Структура обозначения изделия

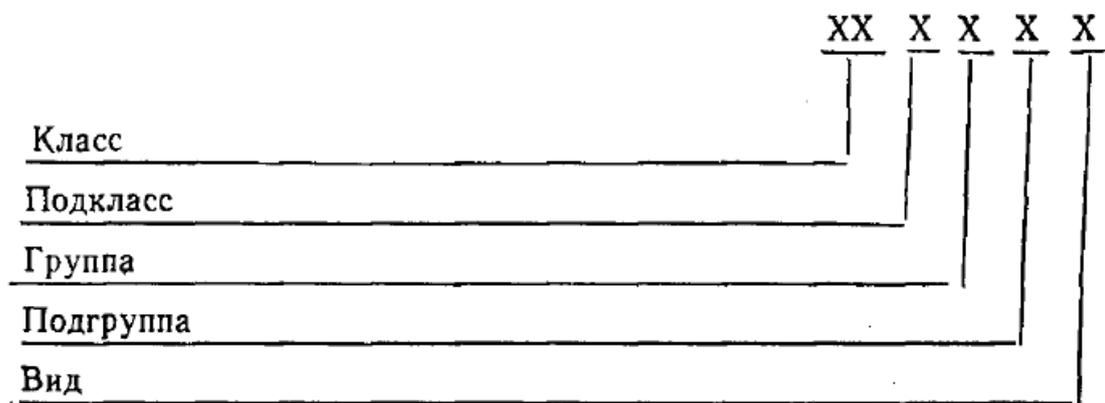


Рисунок 1.2 – Структура кода классификационной характеристики

Обозначение неосновного конструкторского документа должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного стандартами ЕСКД. Структура обозначения неосновного конструкторского документа приведена на рисунке 1.3.

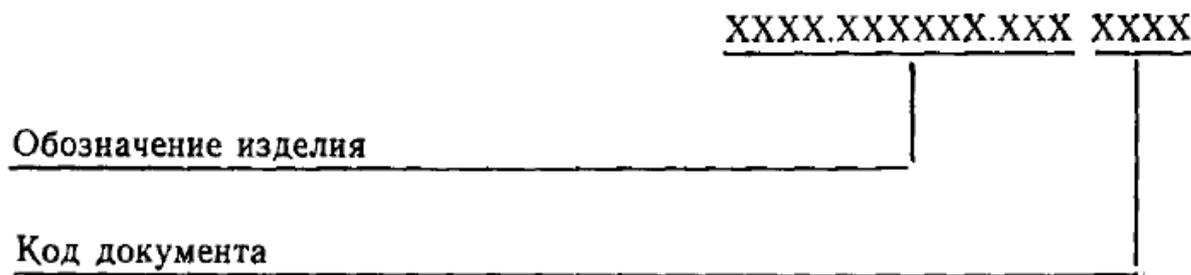


Рисунок 1.3 - Структура обозначения неосновного конструкторского документа

В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа.

Примеры

АБВГ.061341.021СБ,  
АБВГ.061341.021ТУ1,  
АБВГ.061341.021ИЭ12.

Для изделий и документов, разрабатываемых в ходе выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ, выполняемых на кафедре СУиИ, принята структура обозначений, приведенная на рисунке 1.4.

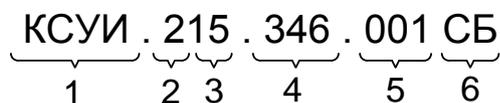


Рисунок 1.4 – Структура обозначений изделий в курсовых и выпускных квалификационных работах

На рисунке 1.4 используются следующие обозначения:

1 – кафедра систем управления и информатики

2 – класс изделия:

для систем (комплексов) – 1;

для изделий (приборов, устройств) – 2;

для деталей – 7;

3 – номер задания;

4 – номер группы;

5 – номер документа;

6 – код (шифр) документа (не более четырех знаков, включая номер части документа).

Шифры основных документов, в соответствии с ГОСТ 2.102-68 и ГОСТ 2.701-2008, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Виды и обозначения конструкторских документов

Наименование документа	Шифр
Чертеж детали	
Сборочный чертеж	СБ
Чертеж общего вида	ВО
Габаритный чертеж	ГЧ
Монтажный чертеж	МЧ
Спецификация	
Схема электрическая структурная	Э1
Схема электрическая функциональная	Э2
Схема электрическая принципиальная	Э3
Схема электрических соединений (монтажная)	Э4
Схема электрическая подключения	Э5
Технические условия	ТУ
Пояснительная записка	ПЗ
Перечень элементов	ПЭ
Таблицы	ТБ
Расчеты	РР
Программа и методика испытания	ПМ
Патентный формуляр	ПФ
Документы прочие	Д...

## 2 Пояснительная записка

### 2.1 Основные положения

Основным текстовым документом, выполняемым по результатам курсовых и выпускных квалификационных работ, является пояснительная записка (ПЗ).

В общем случае ПЗ курсовой, выпускной квалификационной работы должна содержать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- обозначения и сокращения;
- приложения.

## **2.2 Титульный лист**

Титульный лист является первым листом ПЗ и заполняется по форме, принятой в университете (Приложение А). Титульный лист включают в общую нумерацию страниц ПЗ. На титульном листе номер не ставят.

## **2.3 Техническое задание**

Техническое задание оформляется преподавателем на специальных бланках, имеющихся на кафедре. В пояснительной записке техническое задание следует после титульного листа, оно не нумеруется, так как не является составной частью ПЗ.

## **2.4 Содержание**

Содержание включает наименования всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименования) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала разделов (подразделов, пунктов). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту с прописной буквы. Наименования разделов, включенные в содержание, записывают строчными буквами, кроме первой прописной. «Введение», «Заключение» и «Список использованных источников» не нумеруются. Все «Приложения» в содержании следуют за списком использованных источников, являются составной частью пояснительной записки и подлежат сквозной нумерации. Само «Содержание» включают в общее количество листов ПЗ.

## **2.5 Введение**

Введение должно кратко отражать состояние решаемой задачи, которой посвящен проект (работа), а также цель проектирования. Во введении необходимо показать актуальность и новизну темы, рассматриваемой в проекте.

## **2.6 Основная часть**

Основная часть ПЗ включает в себя следующие разделы:

- назначение и область применения проектируемого изделия;
- обзор существующих технических решений;
- описание и обоснование разработанной функциональной, структурной и принципиальной электрической схем проектируемого изделия;
- расчеты;
- результаты математического моделирования, алгоритмы, экспериментальную часть и др.
- описание и обоснование конструкции, ее особенности.

В разделе «Назначение и область применения проектируемого изделия» подробно рассматривается техническое задание с выделением потребительских свойств разрабатываемого изделия.

В разделе «Обзор существующих технических решений» производится рассмотрение существующих технических решений, найденных в результате библиографического и патентного поиска, обеспечивающих решение задач, подобных поставленной в техническом задании, выполняется их сравнительный анализ, выбирается направление решения задачи, поставленной в техническом задании.

В разделе «Описание и обоснование разработанной функциональной, структурной и принципиальной электрической схем проектируемого изделия» приводятся обоснованный анализ выбранных схем и описание их работы.

В разделе «Расчеты» приводятся:

- результаты выбора элементов и устройств системы;
- статические расчеты элементов системы;
- динамические расчеты (синтез системы управления);
- расчеты погрешностей;
- расчеты надежности.

В разделе «Результаты моделирования и экспериментальная часть» приводятся схемы моделирования и (или) описание экспериментальной установки, характеристики использованных приборов, полученные результаты моделирования и (или) эксперимента, условия и методика его проведения и даются выводы. Производится оценка точности работы системы и сопоставление полученных данных с теоретическими расчетами и требованиями технического задания.

В раздел «Описание и обоснование конструкции» включается описание конструкций с обоснованием выбора, технологичность, экономичность, удобство эксплуатации и т.д.; в этом же разделе поясняется, как и в чем обеспечиваются требования ТЗ к конструкции изделия.

## **2.7 Заключение**

В этом разделе приводятся краткие выводы по результатам выполненной работы. Для работ связанных с разработкой и проектированием приводятся основные технические характеристики разработанных устройств (системы), предложения по их использованию (внедрению), оценка технико-экономической эффективности спроектированного изделия. В работах исследовательского характера в заключение выносятся основные результаты проведенных исследований: параметры статических и динамических характеристик, сравнительные оценки результатов математического или физического моделирования, выводы по результатам исследования и т.д.

## **2.8 Список использованных источников**

Список использованных источников должен содержать перечень источников, использованных при выполнении проекта (работы). В него включаются книги, журнальные статьи, авторские свидетельства и патенты, а также использованные в работе материалы, полученные из Интернета.

Источники следует располагать в порядке появления ссылок в ПЗ. Сведения об источниках необходимо приводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

## **2.9 Обозначения и сокращения**

Раздел «Обозначения и сокращения» оформляют в случае, если в документе принята особая система сокращения слов или наименований. Перечень допускаемых сокращение слов установлен ГОСТ 7.12-93.

## **2.10 Приложения**

В приложения включают отчет о проведенном патентном поиске, авторские публикации по теме работы, результаты моделирования и (или) эксперимента и иллюстрации вспомогательного характера.

# **3 Требования к оформлению текстовых документов**

## **3.1 Общие требования**

Изложение и оформление текста выполняют в соответствии с требованиями данного методического пособия, ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 7.32-2001.

Текстовые документы выполняются любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель не менее 12).

Первый текстовый лист текстового документа оформляют с рамкой, выполненной по ГОСТ 2.106-96 (см. рисунок Б.1), с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006 (см. рисунок В.2). Последующие листы выполняют с рамкой, выполненной по ГОСТ 2.106-96 (см. рисунок Б.2), с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006 (см. рисунок В.3). Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк должно быть не менее 3 мм, а от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки не менее 10 мм.

При выполнении пояснительной записки первым листом является титульный лист, выполненный по форме, приведенной в приложении А (номер листа не ставится), второй лист оформляется с основной надписью (см. рисунок

В.2), последующие листы с основной надписью (см. рисунок В.3)

Техническое задание не является частью записки, оно вкладывается в неё между титульным и вторым листом.

### 3.2 Построение документа

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точками, например:

- 1 Типы и основные размеры
    - 1.1
    - 1.2
    - 1.3
- } Нумерация пунктов первого раздела документа
- 2 Технические требования
    - 2.1
    - 2.2
    - 2.3
- } Нумерация пунктов второго раздела документа

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

- 3 Статический расчет
    - 3.1 Выбор исполнительного двигателя
      - 3.1.1
      - 3.1.2
      - 3.1.3
- } Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела документа
- 3.2 Выбор редуктора
    - 3.2.1
    - 3.2.2
    - 3.2.3
- } Нумерация пунктов второго подраздела третьего раздела документа

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацевого отступа.

Пример:

- а) \_\_\_\_\_
- б) \_\_\_\_\_
  - 1) \_\_\_\_\_
  - 2) \_\_\_\_\_
- в) \_\_\_\_\_

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацевого отступа.

Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки пишут с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

### **3.3 Оформление примечаний**

Примечания помещают непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и записывают с прописной буквы с абзаца.

Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры

Примечание - \_\_\_\_\_

---

Примечания:

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_

### **3.4 Оформление приложений**

Приложение оформляют как продолжение документа. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь.

Допускается использование букв латинского алфавита кроме I и O.

В случае полного использования букв допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается “Приложение А”

Приложения выполняются на листах формата А4. Допускается использование формата А3, А4×3, А4×4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании с указанием их номеров и заголовков.

### **3.5 Оформление иллюстраций**

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например – Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации. Например – Рисунок 1.1.

В ссылках на иллюстрации в тексте записки следует писать «...в соответствии с рисунком 2».

Если иллюстрации имеют наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст), слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора. Если иллюстрация содержит буквенные или цифровые обозначения или сокращения, то после наименования ставится двоеточие и даётся последовательно расшифровка всех принятых обозначений: Рисунок 1 – Детали прибора: 1 – корпус, 2 – крышка, Р – розетка, В - вилка

Слово «Рисунок» и его наименование располагают по середине.

### **3.6 Оформление таблиц**

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Слово "Таблица" указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова "Продолжение таблицы" с указанием номера (обозначения) таблицы. При подготовке текстовых документов с использованием программных средств надпись "Продолжение таблицы" допускается не указывать.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «Таблица» с указанием ее номера.

Таблицу помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Заголовки граф и строк пишутся с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, например «В миллиметрах».

Если в большинстве граф таблицы приведены показатели, выраженные в одних и тех же единицах физических величин (например в миллиметрах, вольтах), но имеются графы с показателями, выраженными в других единицах физических величин, то над таблицей следует писать наименование преобладающего показателя и обозначение его физической величины, например «Напряжение в вольтах», «Размеры в миллиметрах», а в заголовках или подзаголовках остальных граф приводить наименование показателей и (или) обозначения других единиц физических величин. Единицы измерений должны соответствовать ГОСТ 8.417-2002.

Ограничительные слова «более», «не более», «менее», «не менее» и др. должны быть помещены в одной строке или графе таблицы с наименованием соответствующего показателя после обозначения его единицы физической величины, если они относятся ко всей строке или графе. При этом после наименования показателя перед ограничительными словами ставится запятая.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы.

Обозначения единиц плоского угла следует указывать не в заголовках граф, а в каждой строке таблицы.

Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения.

При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа ряда, их следует записывать: "От ... до ... включ.", "Св. ... до ... включ."

В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире. Интервалы чисел в тексте записывают со словами "От ... до... включ.", если после чисел указана единица физической величины или числа представляют безразмерные коэффициенты, или через дефис, если числа представляют порядковые номера.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Примеры оформления таблиц смотри таблица 3.1 и таблица 3.2.

Таблица 3.1 – He-Ne лазеры

Модель	Мощность излучения, мВт, не менее	Диаметр пучка, мм, не более	Расходимость, мрад, не более
ГН-0.5	0,5	0,5	1,7
ГН-2П-1	2,0	0,6	1,3
ЛГН-226А	1,5	0,6	
ЛГН-223	10,0	1,0	

Таблица 3.2

В миллиметрах

Диаметр зенкера	C	C <sub>1</sub>	R	h
От 10 до 11 включ.	3,17	-	-	3,00
Св.11 " 12 "	4,85	0,14	0,14	3,84
" 12 " 14 "	5,50	4,20	7,45	7,45

### 3.7 Сноски

Знак сноски ставят непосредственно после слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

Текст сноски располагают в конце страницы, на которой обозначены сноски, и отделяют от остального текста тонкой горизонтальной линией с левой

стороны длиной 30...40 мм, а к данным, расположенным в таблице, в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы. Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой или звездочками и помещают на уровне верхнего обреза шрифта.

Пример – «...печатающее устройство<sup>2)</sup>...»

Нумерация сносок отдельная для каждой страницы.

### **3.8 Оформление списка использованных источников**

Правила оформления списка использованных источников установлены ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.32-2001. Допускается выполнять краткую библиографическую ссылку по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Ссылки на электронные ресурсы выполняют по ГОСТ 7.82-2001.

Сведения об источниках располагают в порядке появления ссылок на источники в тексте, нумеруют арабскими цифрами без точки и печатают с абзацевого отступа.

Примеры оформления:

Книги:

Книги, написанные одним, двумя или тремя авторами:

Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные системы / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 256 с.

Бобцов, А.А. Адаптивное и робастное управление с компенсацией неопределенностей / А.А. Бобцов, А.А. Пыркин. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 135 с.

Пять авторов и более:

Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении / А.А. Бобцов [и др.] – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 277 с.: ил. 65.

Серийное издание:

Григорьев, В.В. и др., Обеспечение информационного подобия модели и реальной системы в навигационных комплексах / В.В. Григорьев, Д.В. Козис, А.Н. Коровьяков, И.П. Парамонов // Научно-технический вестник СПбГУИТМО. Технологии управления, 2006. / Главный редактор В.Н. Васильев. – СПб.: СПбГУИТМО, 2006, С. 8-11.

Статья из книги или серийного издания:

Дударенко Н.А., Ушаков А.В. Анализ чувствительности функционала вырождения к параметрической неопределенности функциональных компонентов сложных систем при стохастических экзогенных воздействиях // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2006. - №8. - С. 13-20.

Статья из газеты:

Алленова О., Новиков В. Праздник перед отставкой. – Коммерсантъ, 2007, 24 нояб.

Статья на иностранном языке:

Bobtsov, A.A. Adaptive control of libration angle of a satellite / A.A. Bobtsov, N.A. Nikolaev, O.V. Slita // 1<sup>st</sup> IFAC Conference on Analysis and Control of Chaotic Systems. – Reims. - 2006. – P. 103-108.

Сборник:

Смит С.Л. Цветовое кодирование.- В сб.: Инженерная психология.- М.: Прогресс, 1967.-327с.

Переводная книга:

Уайльд Д. Оптимальное проектирование: Пер. с англ./Под ред. В.Г. Арчегова. – М.: Мир, 1981.-272с.

Каталог и проспект:

Видиконы / Электроноргтехника. – Изготовитель ВНИИ. – М.:1978 - с.68.

ГОСТы:

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002-01-01. – М.: Госстандарт России : Издательство стандартов, 2001. – IV, 27 с.: ил. ; 29 см.

Авторское свидетельство и патент:

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В.И. ; заявитель и правообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - №2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. №23 (11 ч.). – 3 с. : ил.

Электронные ресурсы:

Москатов, Е.А. Электронная техника. Начало / Е.А. Москатов. – Таганрог, 2010. - 204 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://moskatov.narod.ru/Books/Electronic\\_technics\\_3.pdf](http://moskatov.narod.ru/Books/Electronic_technics_3.pdf) (дата обращения: 05.02.2014).

Диссертации:

Колюбин С.А. Алгоритмы гибридного управления динамическими системами в задачах адаптации : дис. ... канд. техн. наук : защищена 06.12.2012 : утв. 29.04.2013/ С.А. Колюбин. – СПб., 2012. – 157 с.

Авторефераты - Колюбин С.А. Алгоритмы гибридного управления динамическими системами в задачах адаптации: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01; [Место защиты: СПб НИУ ИТМО]. — СПб., 2012. — 24 с. :

## **4 Требования к выполнению конструкторских графических документов**

### **4.1 Чертежи деталей, сборочный чертеж**

#### **4.1.1 Основные положения**

Чертежи деталей и сборочный чертеж выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73.

На чертежах применяют условные обозначения (знаки, линии, буквенные и буквенно-цифровые обозначения), установленные в государственных стандартах. Если в государственных стандартах нет соответствующих условных обозначений, то применяют условные обозначения, установленные в отраслевых стандартах с обязательными ссылками на них. Допускается применять условные обозначения, не предусмотренные в государственных и отраслевых стандартах. В этих случаях условные обозначения разъясняют на поле чертежа.

На рабочем чертеже изделия указывают размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхностей и другие данные, которым оно должно соответствовать перед сборкой.

Размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей элементов изделия, получающиеся в результате обработки в процессе сборки или после нее, указывают на сборочном чертеже.

На каждое изделие выполняют отдельный чертеж. Исключение составляет группа изделий, обладающих общими классификационными признаками, на которые выполняют групповой чертеж по ГОСТ 2.113-75.

На каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-2006, правила расположения основной надписи приведено в Приложении В (см. рисунок В.4).

На чертеже детали и в спецификации условные обозначения материала должны соответствовать обозначениям, установленным стандартами на материал. При отсутствии стандарта на материал его обозначают по техническим условиям.

Обозначение материала детали по стандарту на сортамент записывают на чертеже только в тех случаях, когда деталь в зависимости от предъявляемых к ней конструктивных и технологических требований должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля и размера.

В основной надписи чертежа детали указывают не более одного вида материала. Если для изготовления детали предусматривается использование заменителей материала, то их указывают в технических требованиях чертежа или технических условиях на изделие.

#### **4.1.2 Чертежи сборочные. Содержание, изображения и нанесения размеров**

Сборочный чертеж должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

б) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

д) габаритные размеры изделия;

е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

ж) техническую характеристику изделия (при необходимости);

з) координаты центра масс (при необходимости).

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: «Крайнее положение каретки поз. 5».

На сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий («обстановки») и размеры, определяющие их взаимное расположение.

Составные части изделия, расположенные за обстановкой, изображают как видимые. При необходимости допускается изображать их как невидимые.

Если на сборочном чертеже необходимо указать наименования или обозначения изделий, составляющих «обстановку», или их элементов, то эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки», или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например: «Автомат давления (обозначение)»;

Предметы «обстановки» выполняют упрощенно и приводят необходимые данные для определения места установки, методов крепления и присоединения изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» допускается не штриховать.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: «Крышка поз. 3 не показана»;

г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

а) на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

б) типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями.

Внешние очертания изделия, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), допускается выполнять полное изображение одной составной части, а изображения остальных частей – упрощенно в виде внешних очертаний.

Сварное, паяное, клееное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями. Допускается не показывать границы между деталями, т. е. изображать конструкцию как монолитное тело.

#### **4.1.3 Номера позиций**

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах. Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Номер позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

В комплекте документации к сборочному чертежу всегда прилагается спецификация, в которой перечисляются все конструкторские документы, стандартные и оригинальные детали (Приложение В).

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями, чертеж может содержать:

а) текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;

б) надпись с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями и т.д.

Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц регламентируются ГОСТ 2.316-2008.

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.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах.

Текст на поле чертежа, таблиц, надписи с обозначением изображений, а также надписи, связанные непосредственно с изображением, как правило, располагают параллельно основной надписи чертежа.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.п.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже оставляют место для продолжения страницы изменений.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т.п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105-95.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т.д.), указание материалов-заменителей;

б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;

г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;

е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. д.;

ж) условия и методы испытаний;

з) указание о маркировании и клеймении;

и) правила транспортирования и хранения;

к) особые условия эксплуатации;

л) ссылки на другие документы, содержащие технические требования,

распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки.

Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований, с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

При выполнении на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

## 4.2 Правила выполнения схем

Схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Виды схем в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), и их коды, в соответствии с ГОСТ 2.701-2008, представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Виды схем

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Схема электрическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи	Э
Схема гидравлическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие жидкость, и их взаимосвязи	Г
Схема пневматическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие воздух, и их взаимосвязи	П
Схема газовая (кроме пневматической схемы)	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие с использованием газа, и их взаимосвязи	Х
Схема кинематическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений механические составные части и их взаимосвязи	К

Продолжение таблицы 4.3

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Схема вакуумная	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи вакуума либо создающие вакуум, и их взаимосвязи	В
Схема оптическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений оптические составные части изделия по ходу светового луча	Л
Схема энергетическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части энергетических установок и их взаимосвязи	Р
Схема деления	Документ, содержащий в виде условных обозначений состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязи	Е
Схема комбинированная	Документ, содержащий элементы и взаимосвязи различных видов схем одного типа	С

Виды схем, в зависимости от основного назначения подразделяются на типы. Типы схем и их коды, в соответствии с ГОСТ 2.701-2008, представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Типы и коды схем

Тип схемы	Определение	Код типа
Схема структурная	Документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи	1
Схема функциональная	Документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом	2
Схема принципиальная (полная)	Документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы изделия (установки)	3
Схема соединений (монтажная)	Документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, платы, зажимы и т.п.)	4

Продолжение таблицы 4.4

Тип схемы	Определение	Код типа
Схема подключения	Документ, показывающий внешние подключения которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, изделия)	5
Схема общая	Документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации	6
Схема расположения	Документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости, также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т.п.	7
Схема объединенная	Документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида	0
Примечание - Наименования типов схем, указанные в скобках, устанавливаются для электрических схем энергетических сооружений.		

Номенклатура схем на изделие должна определяться в зависимости от особенностей изделия (установки). Количество типов схем на изделие (установку) должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301-68, при этом основные форматы являются предпочтительными.

При выборе форматов следует учитывать:

- объем и сложность проектируемого изделия;
- необходимую степень детализации данных, обусловленную назначением схемы;
- условия хранения и обращения схем;
- особенности и возможности техники выполнения, репродуцирования и (или) микрофильмирования схем;
- возможностью обработки схем средствами вычислительной техники.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения (УГО), установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;
- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные УГО. При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

На схеме допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около УГО элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т.д.).

### 4.3 Перечень элементов

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (см. рисунок 4.1), заполняемой сверху вниз.

The diagram shows a table with four columns: 'Поз. обозначение', 'Наименование', 'Кол.', and 'Примечание'. The table has a height of 15 units. The width of the columns is specified as 20, 110, and 10 units respectively. The total width of the table is 185 units. A vertical dimension 'в min' is shown on the right side of the table.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Рисунок 4.1 – Оформление таблицы перечня элементов

При выполнении перечня элементов на первом листе его располагают, как правило, над основной надписью.

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 выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например код перечня к гидравлической принципиальной схеме – ПГЗ. При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на форматах А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006 (см. форма В1 и В2 приложения В).

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» (см. рисунок 4.2), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Рисунок 4.2 – Оформление перечня элементов при делении на зоны

одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

#### 4.4 Оформление электрических схем

Электрические схемы выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-2006. Правила построения условных буквенно-цифровых обозначений элементов, устройств и функциональных групп в схемах электрических – по ГОСТ 2.710-81.

Структурные схемы разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов. Структурными схемами пользуются для общего ознакомления с изделием. Структурная схема отображает принцип работы изделия в самом общем виде. На схеме изображаются все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные связи между ними. Действительное расположение составных частей изделия не учитывают и способы связи (проводная, индуктивная, количество проводов и т.п.) не раскрывают. Построение схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или УГО.

Структурная схема системы автоматического управления – схема, на которой основные функциональные части установки представлены их передаточными функциями, с учетом взаимосвязей между ними (рисунок 4.3).

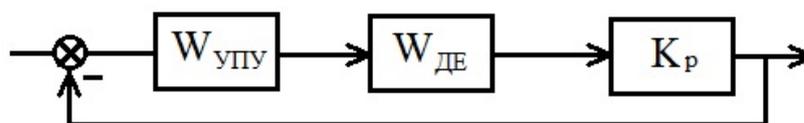


Рисунок 4.3 – Пример структурной схемы

Функциональная схема – схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях установки или в установке в целом. На схеме также указывают виды связи между устройствами в соответствии с рисунком 4.4.

Функциональные части и связи между ними на схеме изображают в виде условных графических обозначений в соответствии с ГОСТ 2.721-74. Функциональные части допускается изображать в виде прямоугольника. Графическое построение схемы должно наглядно отражать последовательность функциональных процессов, иллюстрируемых схемой. Действительное расположение в изделии элементов и устройств может не учитываться.

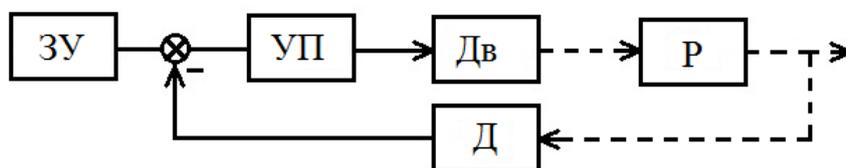


Рисунок 4.4 – Пример функциональной схемы: ЗУ- задающее устройство; УП – усилительно-преобразовательное устройство; Дв – двигатель; Р – редуктор; Д - датчик

Условные графические обозначения общего применения на схемах выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.721-74.

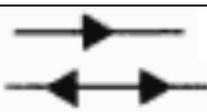
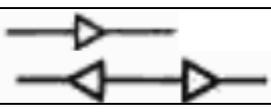
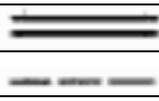
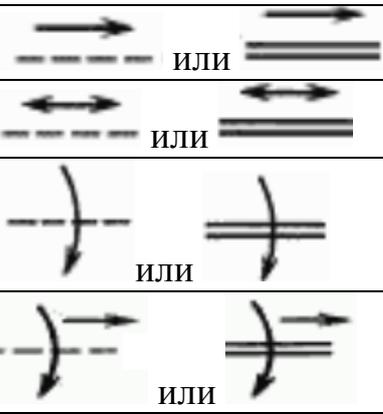
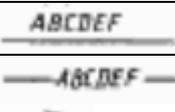
Основные обозначения направлений распространения тока, сигнала, информации и потока энергии, жидкости, газа, движения и др. приведены в таблице 4.5.

Принципиальная схема является наиболее полной электрической схемой изделия, на которой изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все связи между ними, а также элементы подключения (разъемы, зажим), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. На схеме могут быть изображены соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделие по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием на поле режима, для которого изображены эти элементы.

Элементы и устройства, используемые в изделии частично, допускается изображать на схеме не полностью, ограничиваясь изображением только используемых частей или элементов.

Таблица 4.5 – Условно-графические обозначения в схемах.

Наименование	Обозначение
Распространение тока, сигнала, информации и потока энергии: - в одном направлении - в обоих направлениях неодновременно - в обоих направлениях одновременно	
Поток жидкости: - в одном направлении - в обоих направлениях	
Поток воздуха (газа) - в одном направлении - в обоих направлениях	
Движение прямолинейное: - одностороннее	
Линия механической связи: - в гидравлических и пневматических схемах - в электрических схемах	
Линии механической связи, передающие движение: - прямолинейное одностороннее - прямолинейное возвратное - вращательное - движение винтовое	
Линия электрической связи, групповой связи - над линией - в разрыве линии	
Связь оптическая	

Буквенно-цифровые и условные графические обозначения элементов в электрических схемах определяются соответствующими государственными стандартами: ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.728-74, ГОСТ 2.729-68, ГОСТ 2.730-73, ГОСТ 2.731-81, ГОСТ 2.732-68, ГОСТ 2.743-91, ГОСТ 2.746-68, ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.759-82, ГОСТ 2.761-84, ГОСТ 2.763-85, ГОСТ 2.764-86,

ГОСТ 2.765-87. Элементы и устройства изображают совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные части изделия были изображены наиболее наглядно. Выводы (контакты) неиспользованных элементов (частей) изображают короче, чем выводы (контакты) использованных элементов (частей).

Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией.

При слиянии линий связи каждую линию помечают в месте слияния. Линии электрической связи, сливаемые в линию групповой связи, как правило, не должны иметь разветвлений, т.е. всякий условный номер должен встречаться на групповой линии связи два раза. При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту в соответствии с рисунком 4.5.

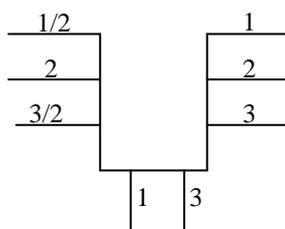


Рисунок 4.5 – Групповые линии связи

Каждый элемент должен иметь своё графическое, позиционное и функциональное обозначение.

Позиционные обозначения элементам (устройствам) присваивают в пределах изделия (установки) в соответствии с ГОСТ 2.710. Порядковые номера элементам (устройствам) присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, R1, R2, R3 и т.д. Порядковые номера присваиваются в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Позиционные обозначения проставляют рядом с условными графическими обозначениями элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними. При изображении элемента или устройства разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства проставляют около каждой составной части в соответствии с рисунком 4.6.

Примеры построения УГО приведены в таблице 4.6.

На схеме должны быть однозначно определены все элементы и



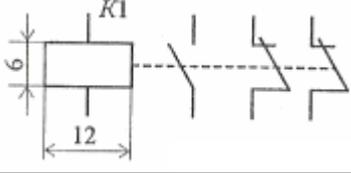
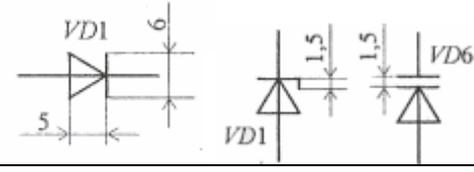
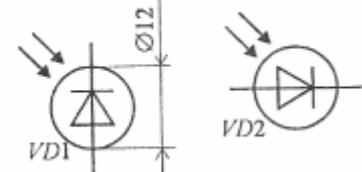
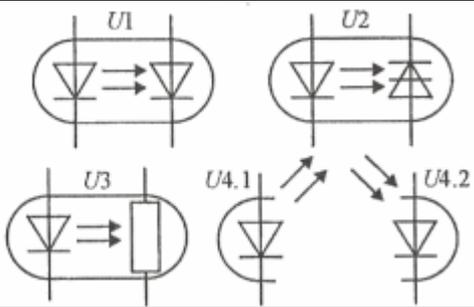
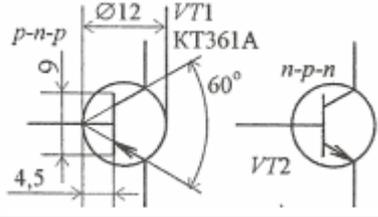
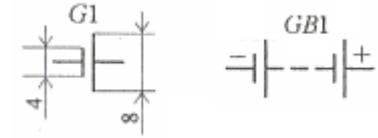
Рисунок 4.6 – а) совмещенный способ изображения; б) разнесенный способ изображения устройства

устройства, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов. При указании около

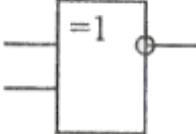
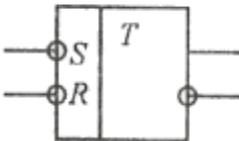
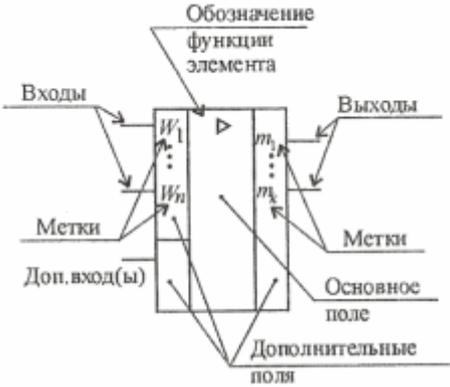
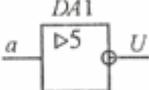
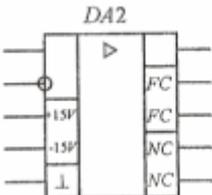
Таблица 4.6 – Примеры построения УГО

Наименование	Позиционное обозначение	Графическое обозначение
Резисторы	R	
Конденсаторы	C	
Катушка индуктивности	L	
Выключатели, переключатели	S – в цепях управления (SA, SB и т.д.) Q – в цепях питания	

Продолжение таблицы 4.6

Наименование	Позиционное обозначение	Графическое обозначение
Реле	К	
Диод, стабилитрон, варикап	VD	
Фотодиод, светодиод	VD	
Оптрон	U	
Транзистор	VT	
Источники питания	G	
Элементы цифровой техники	DD	

Продолжение таблицы 4.6

Наименование	Позиционное обозначение	Графическое обозначение
		<p>Примеры обозначений</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>DD3</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Исключающее ИЛИ</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>DD6</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>RS - триггер</p> </div> </div>
<p>Элементы аналоговой техники</p>	<p>DA</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Примеры обозначений</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>DA1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Инвертирующий усилитель с коэффициентом усиления 5</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>DA2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Операционный усилитель</p> </div> </div>

условных графических изображений номиналов резисторов и конденсаторов допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений в

соответствии с рисунком 4.7:

для резисторов

от 0 до 999 Ом – без указания единиц 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 строчной буквой М,

свыше  $1 \cdot 10^9$  Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения строчной буквой Г;

для конденсаторов

от 0 до  $9999 \cdot 10^{-12}$  Ф – в пикофарадах без указания единиц измерения,

от  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $9999 \cdot 10^{-6}$  Ф – в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами мк.



Рисунок 4. 7 – Пример использования упрощенного способа обозначения единиц измерений номиналов элементов

На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов (устройств).

При изображении элемента или устройства разнесенным способом поясняющую надпись помещают около одной составной части изделия или на поле схемы около изображения элемента или устройства, выполненного совмещенным способом. При разнесенном способе изображения одинаковых элементов (устройств) обозначения контактов указывают на каждой составной части элемента (устройства).

На схеме рекомендуется указывать характеристики входных и выходных цепей (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление, индуктивность и т.д.). Характеристики записывают в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов – соединителей, плат и т.д. Каждой такой таблице присваивается позиционное обозначение элемента, взамен которого она помещена в соответствии с рисунком 4.8. Аналогичные таблицы рекомендуется помещать на линиях, изображающих входные и выходные цепи и не заканчивающихся на схеме соединителями, платами и т.д. В этом случае позиционные обозначения таблицам не присваивают.

При изображении на схеме элементов, параметры которых подбирают при регулировании, около позиционных обозначений этих элементов на схеме и в перечне проставляют звездочки (например  $R_1^*$ ), а на поле схемы помещают сноску: «\*Подбирают при регулировании». В перечень должны быть записаны элементы, параметры которых наиболее близки к расчетным.

X1

Конт.	Цепь
1	$\Delta f = 0,3...3\text{кГц}; R_H = 600\text{Ом}$
2	$U_{\text{вык}} = 0,5\text{В}; R_H = 600\text{Ом}$
3	$U_{\text{вык}} = +60\text{В}; R_H = 500\text{Ом}$
4	$U_{\text{вык}} = +20\text{В}; R_H = 1\text{кОм}$

Рисунок 4.8 – Пример таблицы с характеристиками входных и выходных цепей

Допускаемые при подборе предельные значения параметров элементов указывают в перечне в графе «Примечание».

При изображении устройства в виде прямоугольника допускается в прямоугольнике взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками входных и выходных цепей в соответствии с рисунком 4.9.

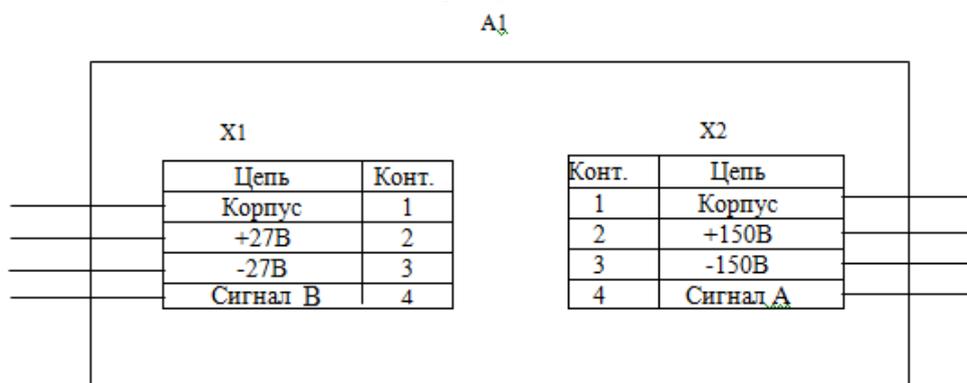


Рисунок 4.9 – Пример изображения устройства

При необходимости допускается вводить в таблицы дополнительные графы.

В таблице взамен слова «Конт.» допускается помещать условное графическое изображение контакта соединителя.

Пример оформления схемы электрической принципиальной приведен в приложении Г (см. рисунок Г.1).

В комплекте документации к принципиальной электрической схеме всегда прилагается перечень элементов, входящих в состав устройства.

Данные об элементах и устройствах, изображенных на схеме изделия, записывают в перечень элементов. Допускается все сведения об элементах помещать рядом с изображением на свободном поле схемы. Связь между условными графическими обозначениями и перечнем элементов осуществляется через позиционные обозначения.

Перечень помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006. Перечень оформляют в виде таблицы, см. рисунок 4.1 и рисунок 4.2, пример оформления перечня элементов приведен в Приложении Г (см. рисунок Г.2).

Схема соединений (Э4) определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.д.) и соединения между ними.

Схема подключения (Э5) показывает внешние подключения изделия. На схеме должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т.п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристики внешних цепей, адреса).

Общая схема (Э6) – схема, на которой изображают устройства и элементы, входящие в комплекс, а также соединяющие их провода, жгуты, кабели.

#### **4.5 Правила выполнения чертежей печатных плат**

Чертежи печатных плат выполняют линиями, толщина которых должна удовлетворять требованиям микрофильмирования.

Согласно ГОСТ 2.417-91 размеры на чертеже печатной платы указывают одним из следующих способов:

- а) в соответствии с ГОСТ 2.307-2011;
- б) нанесением координатной сетки в прямоугольной системе координат;
- в) нанесением координатной сетки в полярной системе координат;
- г) комбинированным способом, при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки в полярной или прямоугольной системе координат.

При задании размеров нанесением координатной сетки все линии сетки должны нумероваться. Допускается выделять на чертеже отдельные линии координатной сетки, чередующиеся через определенные интервалы. Габаритные размеры платы, шаг координатной сетки и диаметры монтажных, переходных, металлизированных и неметаллизированных отверстий определяется в соответствии с ГОСТ 10317-79, ГОСТ 23751-86, ГОСТ Р 51040-97.

Конструкторская документация на печатные платы и блоки оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-91 и действующими нормативно-техническими документами. Чертеж печатной платы односторонней или двусторонней классифицируется как чертеж детали. Чертеж печатной платы должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля: изображение печатной платы со стороны печатного монтажа; размеры, предельные отклонения и шероховатость поверхностей печатной платы и всех ее элементов (отверстий, проводников), а также размеры расстояний между ними; необходимые технические требования; сведения о материале.

На поле чертежа указывают метод изготовления платы, технические условия (если не все данные содержатся на чертеже), шаг координатной сетки,

ширину проводников и расстояния между ними, расстояния между контактными площадками, между контактной площадкой и проводником, допуски на выполнение проводников, контактных площадок, отверстий и расстояний между ними, особенности конструкции, технологии и другие параметры печатных плат.

Технические требования располагают над основной надписью.

Пример оформления чертежа приведен в Приложении Г, см. рисунок Г.4

Навесные элементы следует размещать правильными рядами, параллельно один другому, на той стороне платы, где отсутствуют печатные проводники. Такое размещение позволяет устанавливать и закреплять навесные элементы на автоматических линиях и выполнять пайку погружением или волной, исключая воздействие припоя на навесные элементы.

Все навесные элементы крепятся на плате с помощью выводов, которые вставляют в монтажные отверстия и подгибают, формовка выводов выполняется в соответствии с ГОСТ 29137-91. Не рекомендуется в монтажном отверстии размещать два и более выводов. Некоторые элементы, например, маломощные транзисторы, крепят клеем.

Сборочный чертеж печатной платы при минимальном количестве изображений должен давать полное представление о расположении и выполнении всех печатных и навесных элементов и деталей. Сборочный чертеж выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73 учетом требований ГОСТ 2.413-72. Конструкции навесных элементов вычерчиваются в виде упрощенных изображений, им присваивается буквенно-цифровое позиционное обозначение в соответствии с электрической принципиальной схемой, по которой выполняют электрический монтаж платы. На сборочном чертеже печатной платы должны быть указаны номера позиций всех составных частей, габаритные и присоединительные размеры, должны содержаться сведения о способах присоединения навесных элементов к печатной плате.

В технических требованиях сборочного чертежа должны быть ссылки на документы (ГОСТ, ОСТ), устанавливающие правила подготовки и закрепления навесных элементов, сведения о припое и др.

Основным конструкторским документом сборочного чертежа печатной платы является спецификация, оформляемая в виде таблицы по правилам ГОСТ 2.106-96. При записи в спецификацию составных частей, являющихся элементами электрической принципиальной схемы, в графе «Примечание» указывают буквенно-цифровые позиционные.

Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании определяется ГОСТ 2.123-93.

Пример оформления сборочного чертежа печатной платы и спецификации приведен в Приложении Г, см. рисунки Г.4, Г.5 и Г.6.

## Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 2.101-68 ЕСКД Виды изделий	1.1
ГОСТ 2.102-2013 ЕСКД Виды и комплектность конструкторских документов	1.1, 1,2
ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД Основные надписи	3.1, 4.1.1, 4.3, 4.4
ГОСТ 2.105-95 ЕСКД Общие требования к текстовым документам	3.1, 4.1.3
ГОСТ 2.106-96 ЕСКД Текстовые документы	3.1, 4.5
ГОСТ 2.109-73 ЕСКД Основные требования к чертежам	4.1.1, 4.5
ГОСТ 2.113-75 ЕСКД Групповые и базовые конструкторские документы	4.1.1
ГОСТ 2.123-93 ЕСКД Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании	4.5
ГОСТ 2.201-80 ЕСКД Обозначение изделий и конструкторских документов	1.2
ГОСТ 2.301-68 ЕСКД Форматы	3.4, 4.2
ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений	4.5
ГОСТ 2.316-2008 ЕСКД Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения	4.1.3
ГОСТ 2.413-72 ЕСКД Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа	4.5
ГОСТ 2.417 ЕСКД Платы печатные.	4.5
Правила выполнения чертежей	
ГОСТ 2.701 ЕСКД Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению	1.2, 4.2

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 2.702 ЕСКД Правила выполнения электрических схем	4.4
ГОСТ 2.710 ЕСКД Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах	4.4
ГОСТ 2.721 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Обозначения общего применения	4.4
ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Резисторы, конденсаторы.	4.4
ГОСТ 2.729-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Приборы электроизмерительные.	4.4
ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Приборы полупроводниковые.	4.4
ГОСТ 2.731-81 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Приборы электровакуумные.	4.4
ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Источники света.	4.4
ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Элементы цифровой техники.	4.4
ГОСТ 2.746-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Генераторы и усилители квантовые.	4.4
ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Размеры условных графических обозначений.	4.4
ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.	4.4
ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.	4.4
Элементы аналоговой техники.	4.4

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 2.761-84 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Компоненты волоконно-оптических систем передачи.	4.4
ГОСТ 2.763-85 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства с импульсно-кодовой модуляцией.	4.4
ГОСТ 2.764-86 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Интегральные оптоэлектронные элементы индикации.	4.4
ГОСТ 2.765-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Запоминающие устройства.	4.4
ГОСТ 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила оформления ГОСТ 7.1 СИБИД.	3.8
Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления ГОСТ 7.12 СИБИД.	3.8
Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правил	2.9
ГОСТ 7.32 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления ГОСТ 7.82-2001 СИБИД.	3.1, 3.8
Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов.	3.8
ГОСТ 8.417 ГСОЕИ. Единицы величин	3.6
ГОСТ 10317 Платы печатные. Основные размеры	4.5

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 23751-86 Платы печатные. Основные параметры конструкции	4.5
ГОСТ 29137 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования	4.5
ГОСТ Р 51040 Платы печатные. Шаги координатной сетки	4.5

### Список использованных источников

1 Бойков, В.И. Правила оформления курсовых и квалификационных работ / В.И. Бойков, С.В. Быстров, А.С. Кремлев. - СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2007. - 39 с.

2 Тихонов, Ю.Л. Разработка пояснительной записки в курсовом и дипломном проектировании / Л.Ю. Тихонов.- Л.:ЛИТМО,1988. - 68 с.

3 Мукосеев, В.В. Маркировка и обозначение радиоэлементов. Системы цифровой и буквенно-цифровой маркировки отечественных и зарубежных электронных компонентов: Справочник / В.В. Мукосеев, И.Н. Сидоров. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2001. - 349 с.

4 Усатенко, Ю.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.

5 Зорин, А.Ю. Условные графические обозначения на электрических схемах / А.Ю. Зорин, под ред. А.И. Питолина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 74 с.

6 alldrawings.ru Все чертежи на одном сайте. Электротехническое черчение [Электронный ресурс]. URL: <http://alldrawings.ru/yroki-cherchenia> (дата обращения: 12.02.2014).

7 radio-hobby.org. Условные графические обозначения на электрических схемах [Электронный ресурс]. <http://radiohobby.org/modules/instruction/instr.php?id=19> (дата обращения: 01.04.2014).

Приложение А  
(справочное)  
Пример оформления титульного листа

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра \_\_\_\_\_ Систем Управления и Информатики \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовому проекту

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Автор курсового проекта \_\_\_\_\_ (подпись)  
(фамилия, и.о.)

Руководитель \_\_\_\_\_ (подпись)  
(фамилия, и.о.)

“ \_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. Санкт-Петербург, 20 \_\_\_\_ г.

Курсовой проект выполнен с оценкой \_\_\_\_\_

Дата защиты “ \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
“ \_\_\_\_\_ .

Приложение Б  
(справочное)  
Оформление текстовых документов

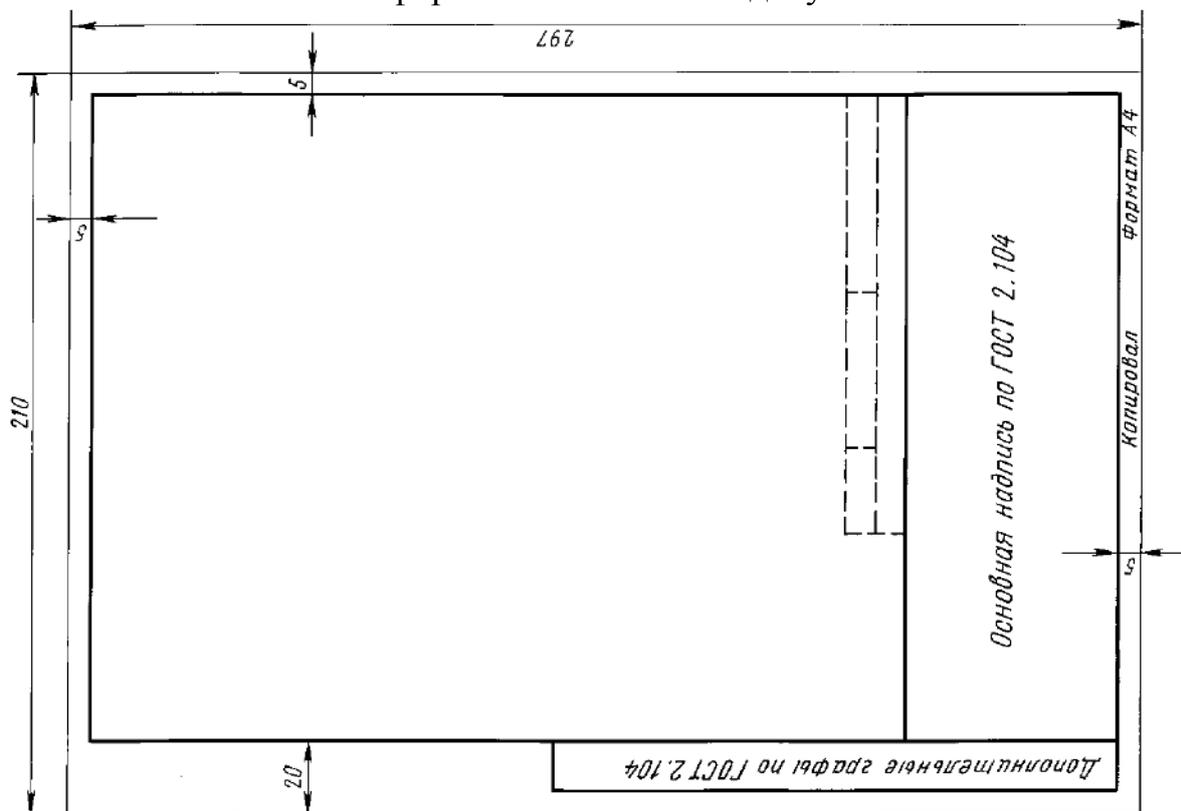


Рисунок Б.1 – Первый лист

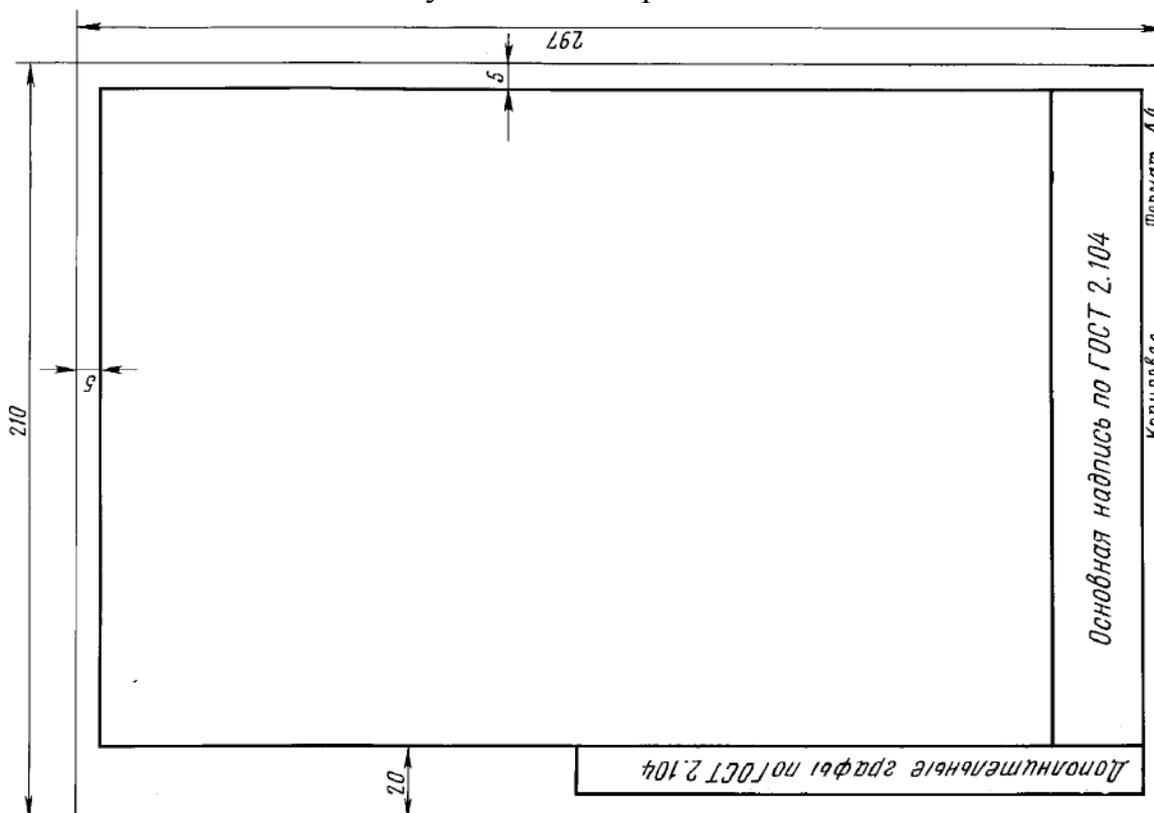


Рисунок Б.2 – Последующие листы



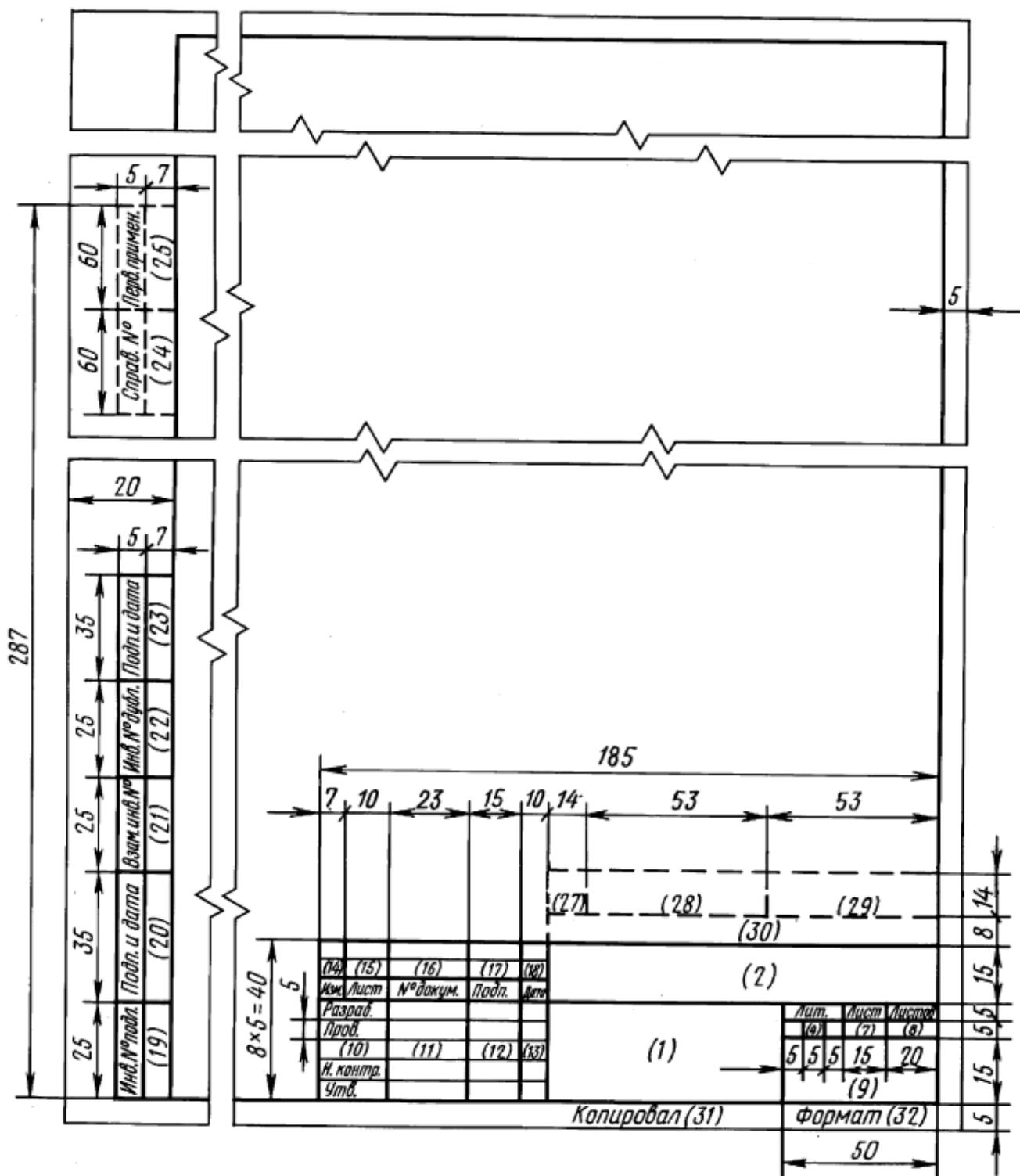


Рисунок В.2 – Основная надпись и дополнительные графы для текстовых конструкторских документов (первый или заглавный лист)

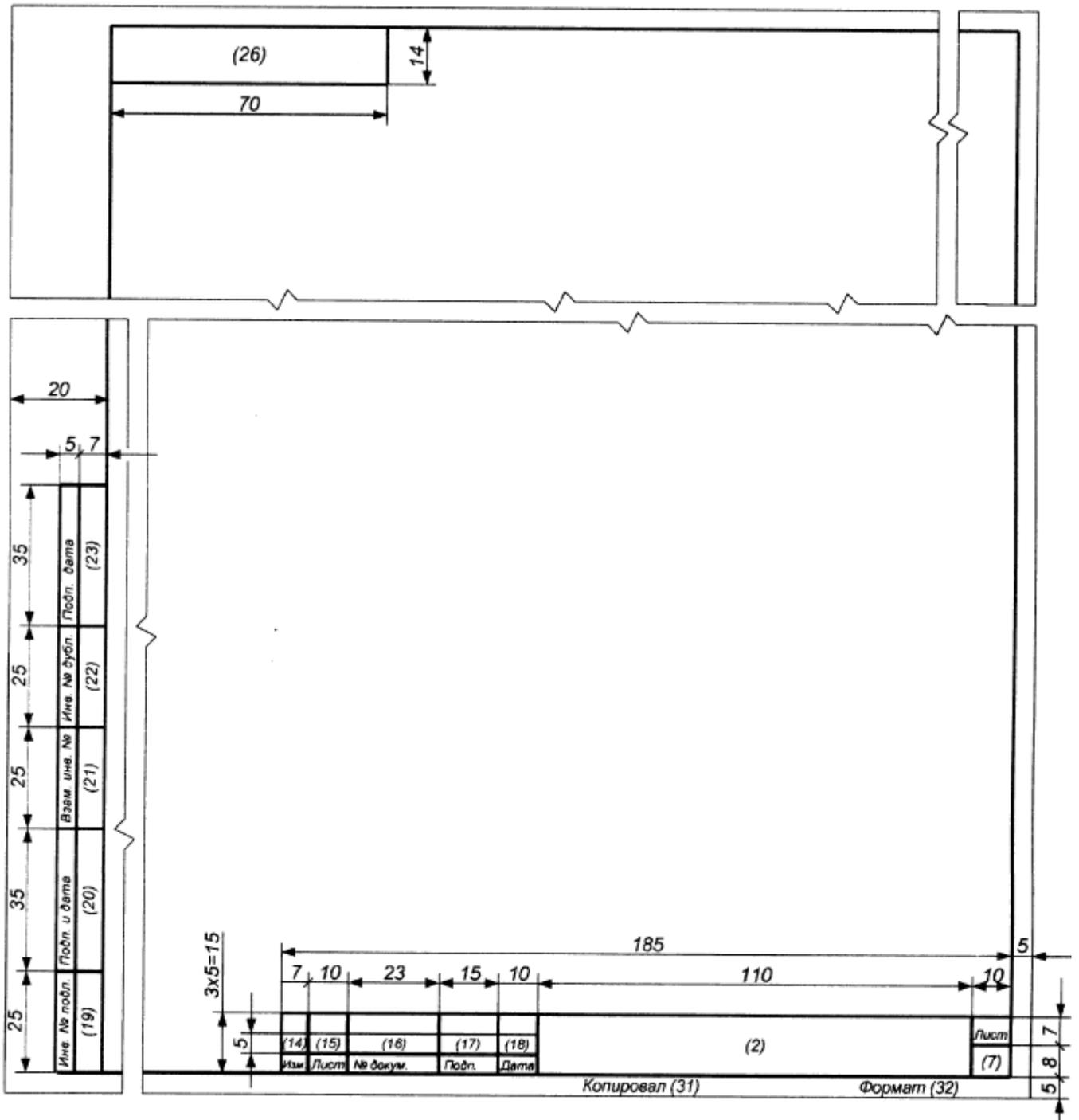
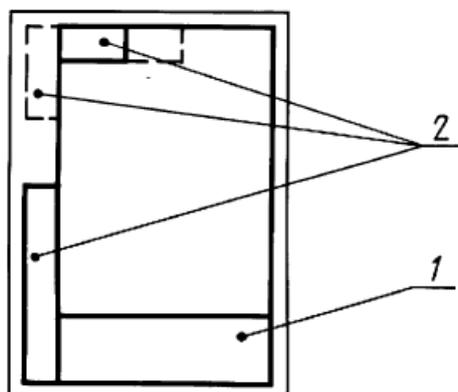


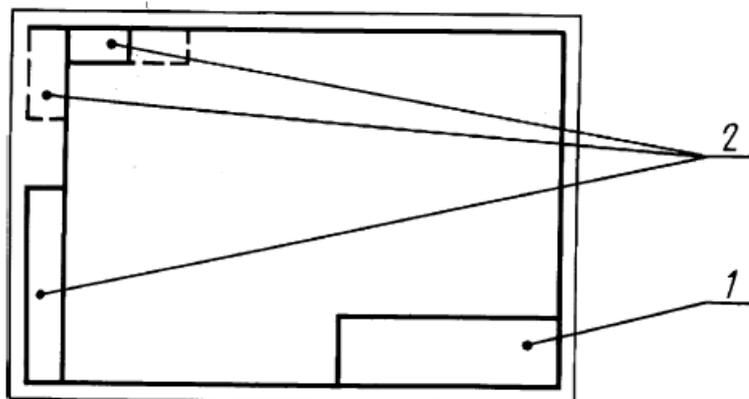
Рисунок В.3 – Основная надпись и дополнительные графы для чертежей (схем) и текстовых конструкторских документов (последующие листы)

## В.2 Размещение основной надписи и дополнительных граф к ней

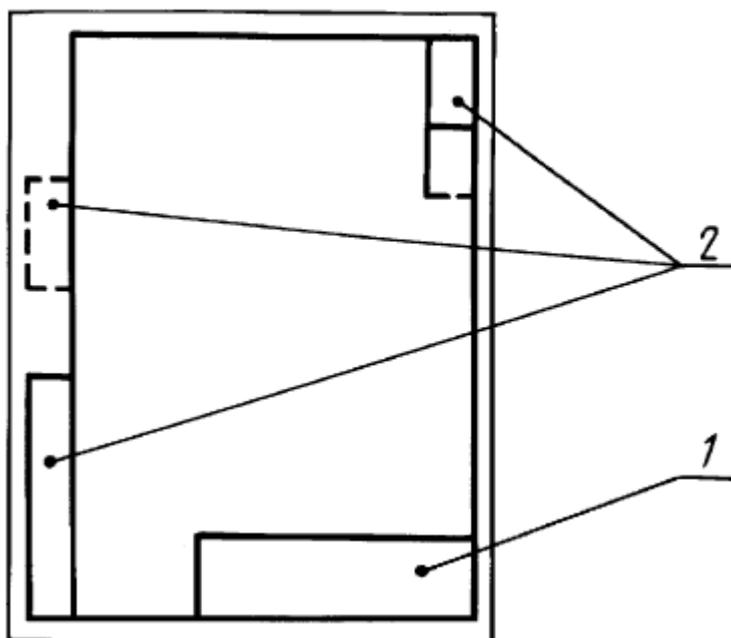
Для формата А4



Для форматов больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа



Для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа



1 – основная надпись, 2 – дополнительные графы

Рисунок В.4 – Размещение основной надписи и дополнительных граф

Приложение Г  
(справочное)  
Оформление электротехнических чертежей

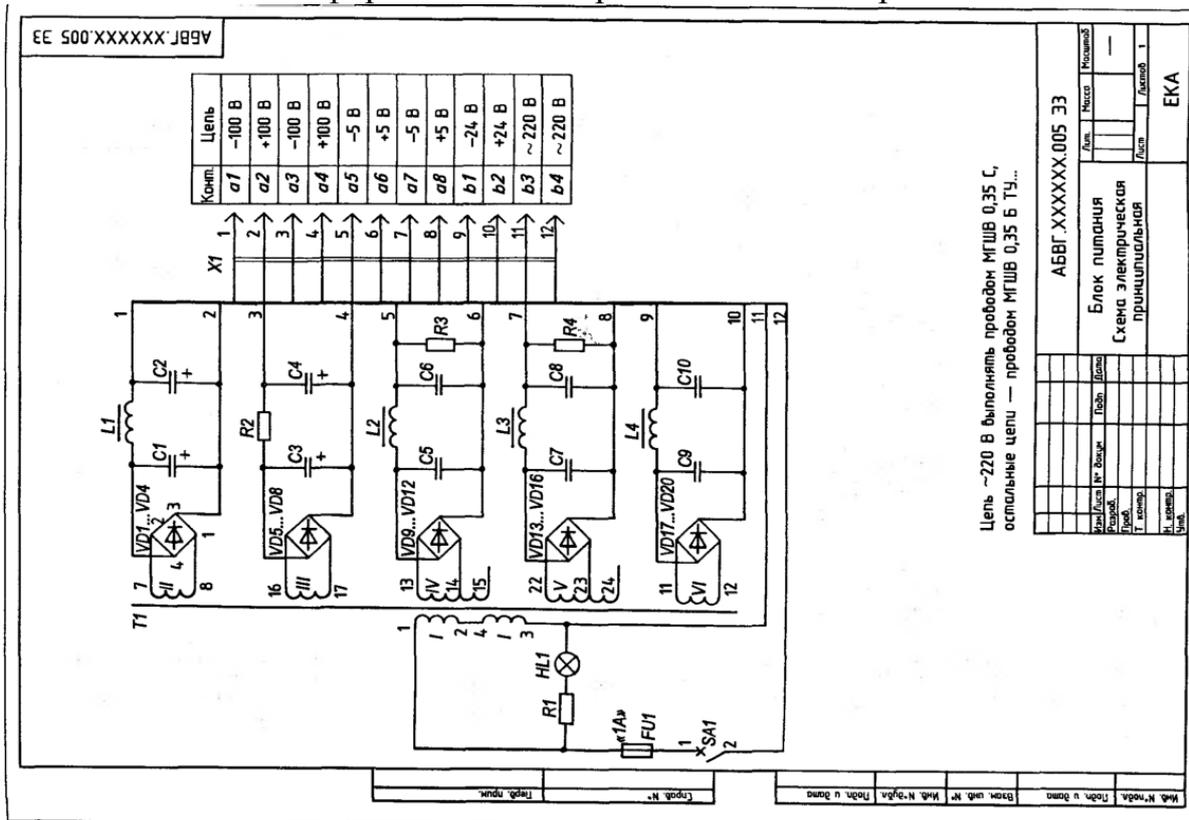


Рисунок Г.1 – Схема электрическая принципиальная

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание																																
	Конденсаторы																																		
C1..C4	K50-360-160-200 ...ТУ	4																																	
C5..C10	K50-6-И-25 В-200 мкФ ...ТУ	6																																	
FU1	Вставка плавкая ВП1-1А-250 В ...ТУ	1																																	
HL1	Лампа МН18-01 ГОСТ...	1																																	
L1..L4	Дроссель Д29-1,2-0,28 ...ТУ	4																																	
R1	Резисторы МЛТ ГОСТ...	1																																	
R2	МЛТ-0,5-620 кОм ±10 %	1																																	
R3,R4	МЛТ-2-240 Ом ±10 %	2																																	
SA1	Микроумблер МТ1 ...ТУ	1																																	
T1	Трансформатор ТАН1-127/220-50 ...ТУ	1																																	
VD1..VD20	Диод Д2376 ...ТУ	20																																	
X1	Вилка РП14-30Л ...ТУ	1																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">АБВГ.ХХХХХХ.005 ПЭ</td> </tr> <tr> <td>Изм./Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>И. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Синб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Блок питания</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Перечень элементов</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ЕКА</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">Формат А4</td> </tr> </table>				АБВГ.ХХХХХХ.005 ПЭ				Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.				И. контр.				Синб.				Блок питания		Лист	Листов	Перечень элементов		1	2	ЕКА		Формат А4	
АБВГ.ХХХХХХ.005 ПЭ																																			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																
Разраб.																																			
И. контр.																																			
Синб.																																			
Блок питания		Лист	Листов																																
Перечень элементов		1	2																																
ЕКА		Формат А4																																	

Рисунок Г.2 – Перечень элементов



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
			КСУИ.262.3148.005 СБ	Сборочный чертёж	1	
				Детали		
			КСУИ.262.3148.004	Плата печатная	1	
			КСУИ.262.3148.006	Конденсатор измерительный	1	
				Стандартные изделия		
		3		Винт М1,6-4 ГОСТ 17473-80	2	
		4		Винт М2,0-4 ГОСТ 17475-80	4	
		5		Винт М2,5-4 ГОСТ 17475-80	2	
		6		Винт М2,0-7 ГОСТ 17475-80	2	
				Резисторы		
		7	R1	SMD0402-0,062Вт-3,3 кОм ± 5%	1	
		8	R2	SMD0402-0,062Вт-3,3 кОм ± 5%	1	
		9	R3	SMD0402-0,062Вт-1,2 кОм ± 5%	1	
		10	R4	SMD0402-0,062Вт-51 кОм ± 5%	1	
				Конденсаторы		
		11	C2	CC0603-50В-NF0-0,1мкФ ± 10%	1	
		12	C3	CC0603-50В-NF0-0,1мкФ ± 10%	1	
		13	C4	CC0603-50В-NF0-1,0мкФ ± 10%	1	
		14	C5	CC0603-50В-NF0-0,1мкФ ± 10%	1	
				Диоды		
		15	VD1	M3-SMA-F-200В-1А	1	
				КСУИ.262.3148.005 СП		
				Измерительный преобразователь Спецификация		
				НИУ ИТМО КСУИ, пр. 3148		

Рисунок Г.5 – Спецификация, лист 1

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		16	DD1	Микросхемы AD7745AR	1	Analog Devices
		17	DD2	АТмега48РА-24	1	Atmel
		18	DD3	SBТ01L-05	1	Mean Well
		19	DD4	ADUM1301AR	1	Analog Devices
		20	DD5	МАХ485	1	Maxim
				Разъемы		
		21	X1	DC-047	1	
		22	X2	DRB-9FA	1	
		23	X3	DHR-15FB	1	
				Прочие		
		24	K1	Кнопка IT-1181A	1	без фиксации
				КСУИ.262.3148.005 СП		
				Измерительный преобразователь Спецификация		
				НИУ ИТМО КСУИ, пр. 3148		

Рисунок Г.6 – Спецификация, лист 2

**Миссия университета** – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

---

## **КАФЕДРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАТИКИ**

Кафедра систем управления и информатики (до 2001 года автоматике и телемеханики) была образована в 1945 году как подразделение основанного в тот же год факультета Электроприборостроения ЛИТМО и именовалась кафедрой Электроприборостроения (№80). Основание кафедры связано с именем ее первого заведующего и первого декана факультета Электроприборостроения профессора Марка Львовича Цуккермана. Профессор М.Л. Цуккерман в 1913–м году закончил электромеханический факультет Санкт-Петербургского политехнического института им. Петра Великого, в двадцатые годы организовал в Ленинграде отраслевую лабораторию электроизмерений (ОЛИЗ) и был известен в стране как крупный специалист в области систем телеизмерений. С 1933–го по 1935–й год профессор М.Л. Цуккерман руководит кафедрой «Автоматизации и телемеханизации» ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина). В 1935–м году профессор М.Л. Цуккерман вплоть до начала Великой отечественной войны находится в научной командировке в Европе.

В отличие от существовавших к тому моменту кафедр аналогичного профиля в ЛПИ им. М.И. Калинина и ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина), на кафедру автоматике и телемеханики ЛИТМО была возложена задача подготовки специалистов по автоматизации приборостроительной, оптической и оборонной промышленности, автоматических систем управления, систем телемеханики и телеизмерений. Осенью 1945 года кафедра провела первый набор студентов по специальности электроприборостроение. В 1947–м году кафедра претерпевает первое изменение своего названия, после которого называется кафедрой Автоматике и телемеханики (№80 вплоть до XX–го съезда КПСС). Первый выпуск инженеров–электромехаников по специальности «приборы автоматике и телемеханики» состоялся уже в 1948 году и составил 17 человек. По временной хронологии это событие совпало в выходом в свет на английском языке известной книги Норберта Винера "Кибернетика или наука об управлении и связи в машинах, живом организме и обществах", в которой дается обоснование кибернетического подхода, выдвигающего на передний план информационное содержание природных, социальных и технических процессов и рассматривающего проблемы автоматического управления с точки

зрения преобразования, передачи и использования информации. Советская научная общественность познакомится с этой книгой в переводе на русский язык только в 1958-м году.

Профессор М.Л. Цуккерман руководил кафедрой с 1945 по 1959 год. К своей работе кафедра приступила, имея преподавательский состав, включавший профессора Д.И. Зорина, доцентов Е.А. Танского и Р.И. Юргенсона и заведующего лабораторией А.А. Мезерина. В пятидесятые годы в преподавательский состав кафедры вошли профессор А.А. Кампе-Немм, доцент Г.А. Тацитов, а также старшие преподаватели В.А. Борисов, В.Г. Новиков и В.В. Соколов. К концу пятидесятых годов преподавательский состав пополнился выпускниками ЛИТМО доцентом Н.М. Яковлевым, старшими преподавателями Л.Т. Никифоровой, Н.М. Перевозчиковым, Ю.Б. Ганту и ассистентом А.М. Шпаковым, а также доцентом Б.А. Арефьевым.

В 1955 году при кафедре образована научно-исследовательская лаборатории (НИЛ). В этот период основные направления научно-исследовательских работ представляли задачи автоматизации измерения и регистрации параметров кораблей во время их мореходных испытаний, а также стабилизации скорости и фазирования двигателей. Под научным руководством проф. М.Л. Цуккермана была налажена подготовка научных кадров высшей квалификации через систему аспирантуры.

С 1959 года по 1970 кафедру возглавлял ученик М.Л. Цуккермана, выпускник кафедры Автоматики и телемеханики ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина) 1936 года, доцент Евфимий Аполлонович Танский. За время его руководства профессорско-преподавательский состав пополнился старшим преподавателем Л.Л. Бориной, доцентами А.И. Новоселовым и И.П. Пальтовым, пришедшими из промышленности и высших военных учебных заведений, а также выпускниками кафедры, успешно закончившими обучение в ее аспирантуре, доцентами В.Н. Дроздовым, А.В. Ушаковым, В.А. Власенко, и ассистентом И.Н. Богоявленской. В этот период защитили диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук доценты Б.А. Арефьев и Р.И. Юргенсон. В научно-исследовательской работе на кафедре произошел заметный поворот к проблемам автоматизации оптико-механического приборостроения, что привело к длительному научно – техническому сотрудничеству кафедры с ЛОМО им. В.И. Ленина, в рамках которого для нужд оборонной техники была разработана целая гамма прецизионных фотоэлектрических следящих систем. В рамках научно-технического сотрудничества с НИИЭТУ кафедра приняла участие в разработке автоматической фототелеграфной аппаратуры, реализованной в виде комплекса "Газета-2".

С 1970 по 1990 год кафедрой руководил известный в стране специалист в области автоматизированного электропривода и фотоэлектрических следящих систем доктор технических наук, профессор Юрий Алексеевич Сабинин. В эти годы заметно изменилась структура дисциплин и курсов, читаемых студентам кафедры. К традиционным курсам "Теория автоматического регулирования и

следящие системы", "Теория автоматического управления, экстремальные и адаптивные системы", "Элементы автоматики" и "Телемеханика" были добавлены дисциплины: "Теоретические основы кибернетики", "Локальные системы управления", "САПР систем управления" и другие. Коллектив преподавателей пополнился новым отрядом выпускников ее аспирантуры: доцентами Ю.Л. Тихоновым, В.В. Лаврентьевым, В.В. Григорьевым, В.В. Хабаловым, Л.С. Громовой, В.И. Бойковым, С.В. Быстровым, А.Б. Бушуевым, А.Н. Коровьяковым, И.В. Мирошником, Ю.П. Котельниковым, Г.И. Болтуновым, старшим преподавателем И.П. Салмыгиным. Из промышленности и других подразделений института пришли на кафедру доценты И.Ю. Рогинский, П.В. Николаев, И.П. Болтунов. Приобрела устойчивый характер система подготовки кадров высшей квалификации. В период с 1970-го по 1990-й защитили диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук доценты И.П. Пальтов, В.В. Григорьев и В.Н. Дроздов. Более 40 человек успешно завершили обучение в аспирантуре.

Прикладные разработки кафедры были связаны с задачами адаптивной оптики для многоэлементных зеркал оптических телескопов и коррекции волнового фронта технологических лазеров; с задачами адаптивной радиооптики применительно к проблеме управления большими полноповоротными радиотелескопами; с задачами автоматизации обработки снимков в пузырьковых камерах; гребного электропривода и робототехнических систем, автоматического управления процессом мягкой посадки летательных аппаратов. Новый облик теории управления 1970 годов, внедрение метода пространства состояний и вычислительной техники, повышение математического уровня научных исследований нашли отражение в научных разработках кафедры, многочисленных трудах и монографиях. В эти годы интенсивно разрабатываются проблемы теории многомерных динамических систем, качественная теория устойчивости, методы согласованного и многорежимного управления, положено начало теоретическим работам в области робототехники. Научное руководство перечисленными работами осуществляли профессора кафедры Ю.А. Сабинин, В.Н. Дроздов, А.В. Ушаков, В.В. Григорьев и И.В. Мирошник.

С 1990 года по 1995-й год кафедра переживает «смутное время» на уровне руководства ею, но не на уровне интеллектуальной обстановке в ее коллективе. Известно высказывание ректора НИУ ИТМО: «Интересно, на кафедре автоматики нет номинального заведующего вот уже столько лет и ни одного скандала». Лучшего комплимента кафедре не придумаешь. С 1990 года по 1992-й обязанности заведующего кафедрой исполнял профессор В.В. Григорьев, в 1992-м году в результате проведенного конкурса заведующим кафедрой автоматики и телемеханики становится профессор Таганрогского радиотехнического института Анатолий Аркадьевич Колесников, известный специалист в области синергетики. К сожалению, по причинам личного характера он так и не покинул Таганрог и не приступил к руководству кафедрой автоматики и телемеханики ЛИТМО. В 1994-м году его заведование

руководством института приостанавливается, объявляется новый конкурс, в результате которого с 1995–го года по 2010–й кафедрой руководил ее воспитанник доктор технических наук, профессор Валерий Владимирович Григорьев, по инициативе которого в 2001–м году кафедра получила название кафедры «Систем управления и информатики». В эти годы профессорско-преподавательский состав пополнился профессором Е.Ф. Очиным (1993-1996 годы), а также выпускниками аспирантуры ИТМО В.В. Черноусовым, А.П. Баевым, В.О. Никифоровым, М.С. Чежиным, А.В. Ляминым, А.А. Бобцовым и К.А. Сергеевым. Продолжала эффективно работать система подготовки кадров высшей квалификации, диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук защитили И.В. Мирошник, Р.О. Оморов, А.В. Ушаков, А.И. Скалон, В.О. Никифоров, А.А. Бобцов.

Помимо традиционной подготовки инженеров–электриков была начата подготовка бакалавров по направлению "Управление и автоматизация". С введением локальной сети и подключением к Интернет проведена модернизация компьютерного класса и учебных лабораторий. Научно-исследовательская работа ведется по целевым программам и конкурсным проектам РФФИ, Минобразования и Администрации Санкт-Петербурга. Завершилось формирование научной школы кафедры и ее основных направлений, возглавляемых профессорами В.В. Григорьевым, А.В. Ушаковым, И.В. Мирошником, В.О. Никифоровым и доцентом В.И. Бойковым. С целью расширения исследований, проводимых по теории нелинейных и адаптивным систем, роботов и микропроцессорной техники, а также активизации подготовки кадров в 1994 году образована научная лаборатория Кибернетики и Систем управления (руководитель проф. И.В. Мирошник). С 1994 года существенно расширились международные контакты кафедры, участие в международных научных мероприятиях, организации конференций и симпозиумов. Профессора кафедры Григорьев В.В., Мирошник И.В, Ушаков А.В. , а позднее и Никифоров В.О. становятся действительными членами (академиками) Международной Академии нелинейных наук.

В феврале 2010 года заведующим кафедрой Систем управления и информатики был избран выпускник кафедры 1996–го года декан факультета компьютерных технологий и управления, доктор технических наук, профессор Алексей Алексеевич Бобцов, А.А. Бобцов является также председателем Совета молодых ученых и специалистов при Правительстве Санкт–Петербурга, действительным членом академии Навигации и управления движением и членом научного совета РАН по теории управляемых процессов и автоматизации.

В последние годы профессорско-преподавательский состав кафедры пополнился молодыми кадрами: доцентами Кремлевым А.С., Чепинским С.А. (выпуска кафедры 2002-го года), Дударенко Н.А., Нуйей (Осипцевой) О.С., Николаевым Н.А., Слитой О.В. (выпуска кафедры 2003-го года), Герасимовым Д.Н. (выпуска кафедры 2005-го года), Арановским С.В., Блинниковым А.А. (выпуска кафедры 2006-го года), Сержантовой (Поляковой) М.В. (выпуска

кафедры 2007-го года), Пыркиным А.А. (выпуска кафедры 2008-го года), Колюбиным С.А. (выпуска кафедры 2010-го года). К участию в подготовке магистров подключились профессора из Санкт-Петербургских университетов Фрадков А.Л., Андриевский Б.Р., Тертычный В.Ю. и Фуртат И.Б.

В настоящее время кафедра является одним из ведущих российских научных и образовательных центров, ориентированным на фундаментальные и прикладные исследования в области автоматических систем и прикладной информатики, подготовку высококвалифицированных специалистов XXI-го столетия. На кафедре функционируют четыре научно-исследовательские группы: «Технической кибернетики» (основатель профессор И.В. Мирошник, научный руководитель профессор А.А. Бобцов), «Автоматизированного оптоэлектронного мониторинга технических объектов и комплексов» (основатели профессор Ю.А. Сабинин и доцент П.В. Николаев, научные руководители – доцент В.И. Бойков и профессор А.В. Ушаков) и «Технической информатики и телемеханики (основатель профессор М.Л. Цуккерман, научный руководитель профессор А.В. Ушаков), «Интеллектуальной робототехники» (основатель и научный руководитель профессор А.А. Бобцов). Усилиями ученых кафедры создана научная школа - «Управление в условиях системных неопределенностей», при кафедре вот уже второе десятилетие проводятся ежегодные «Крещенские научные чтения», имеющие статус городского семинара по теории управления.

Ученые кафедры издают монографии, печатаются в журналах академий наук РФ и стран бывшего СССР, отраслевых журналах, известиях высших учебных заведений, а также зарубежных журналах и трудах международных конференций. Сотрудниками кафедры опубликовано более 120 монографий и учебников, 250 методических и учебных пособий, 3500 статей, из них более 380 в журналах академий наук, около 300 статей и докладов в зарубежных научных изданиях. Ученые кафедры являются авторами более 600 изобретений, постоянно принимают участие в работе российских и зарубежных семинаров, конференций и конгрессов. Кафедра поддерживает контакты с 20 техническими зарубежными университетами.

На седьмом десятке своего существования кафедра систем управления и информатики представляет собой работоспособный коллектив, полный новых идей и творческих планов. Кафедра активно готовится к своему семидесятилетию, которое будет иметь место осенью 2015-го года.

Блинников Андрей Алексеевич  
Бойков Владимир Иванович  
Быстров Сергей Владимирович  
Николаев Николай Анатольевич  
Нуйя Ольга Святославовна

## **Правила оформления пояснительной записки и конструкторской документации**

**Учебное пособие**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ № 3212

Тираж 300

Отпечатано на ризографе

**Редакционно-издательский отдел**  
**Университета ИТМО**  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49