Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Создание конструкторской документации с использованием компьютерных технологий

СПб ГУТ)))

Стандартизация в проектировании электронных средств

Стандартизация – процесс установления и применения правил с целью упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех сторон.

Объектами стандартизации являются:

- конкретная продукция,
- методы ее производства и контроля;
- термины, определения, а также различные нормы и правила, многократно применяемые в науке, технике, промышленности, сельском хозяйстве, строительстве и других сферах народного хозяйства.

Результатом стандартизации является **стандарт**

СТАНДАРТ – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации на основе достижений науки и техники и практического опыта

Цель и задачи стандартизации

Цель стандартизации - повышение качества продукции.

Задачи, стоящие перед стандартизацией:

1. Повышение эффективности стандартов для улучшения качества сырья, полуфабрикатов, продукции.
2. Планирование технического прогресса.
3. Превращение стандартов в средство внедрения новой техники
4. Создание межотраслевых систем стандартов, обеспечивающих оптимальные условия работы.

Формы стандартизации

- **Комплексная стандартизация** - разработка единой системы стандартов на продукцию, полуфабрикаты, сырьё и всё то, что связано с продукцией (например: коробки, ящики, контейнеры, платформы, грузовики и пр.)

- **Опережающая стандартизация.** В стандартах указываются требования к качеству изделия не только на один срок, но и на несколько (минимум на два).

- **Межотраслевая стандартизация.** Межотраслевые стандарты (ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП)

Составной частью работ по стандартизации является **нормализация.**

Основой нормализации (ГОСТ 8032) является ряд чисел, подчиняющихся определенным закономерностям – пять рядов построенных по геометрической прогрессии.

Уровни стандартов

Исходя из иерархического построения сообщности людей (государство, регион и др.) существует и иерархическое соподчинение стандартов, которые разбиты на следующие уровни:

1. Международный стандарт (ISO, МЭК и др.).
2. Региональный стандарт (например, стандарты стран Общего рынка, ГОСТ).
3. Двухсторонний стандарт (распространяется только на две стороны - страны).
4. Национальный стандарт (действует только в рамках одной страны, например ГОСТ Р).
5. Отраслевой стандарт (ОСТ).
6. Стандарт предприятия (СТП).

- В России есть особый вид стандарта между 5 и 6-м уровнями - это республиканский стандарт.

Системы стандартов

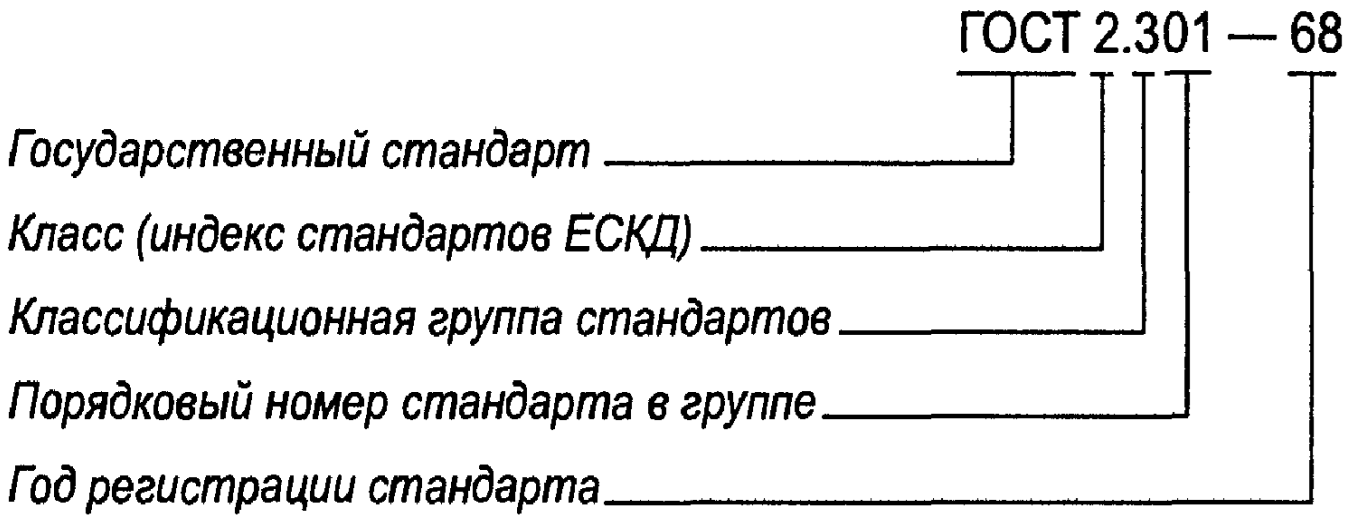
В настоящее время в России созданы следующие системы стандартов:

1. Система государственной стандартизации и нормативно-технических документов.
2. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
3. Единая система технологической документации (ЕСТД).
4. Система показателей качества продукции.
5. Стандарты на аттестационную продукцию.
6. Унифицированные системы документации (УДК).
7. Система информационно-библиографической документации.
8. Государственная система единства измерений (ГСИ).
9. Единая система защиты от коррозии и старения материалов (ЕСЗКС).
10. Стандарты на товары, поставляемые на экспорт.
11. Микрофильмирование.
12. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
13. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).
14. Разработка и постановка продукции на производство.
15. Управление техпроцессами и др.

Обозначение государственных стандартов

Стандарты, входящие в каждый из межотраслевых комплексов, определяются по ежегодно публикуемым перечням.

Пример системы построения обозначений государственных стандартов



Для каждого стандарта устанавливается срок действия (5 лет, 10 лет или без ограничения).

При внесении в стандарт принципиально новых положений его заменяют, при этом на титульном листе под новым обозначением стандарта указывают: «Взамен ГОСТ...» или «Взамен ГОСТ... в части разделов...».

Государственная система стандартизации (ГСС)

ГСС содержит:

- ГОСТ Р 1.0 —92... 1.10 —95,
- определяет категории стандартов,
- объекты стандартизации,
- стадии разработки,
- порядок внедрения,
- основные положения о контроле за внедрением и соблюдением стандартов, порядке их оформления, изложения и просмотра.

ГСС (ГОСТ Р 1.0 — 92) наряду с Государственными стандартами (ГОСТ) допускает наличие отраслевых стандартов (ОСТ) и стандартов предприятий (СТП).

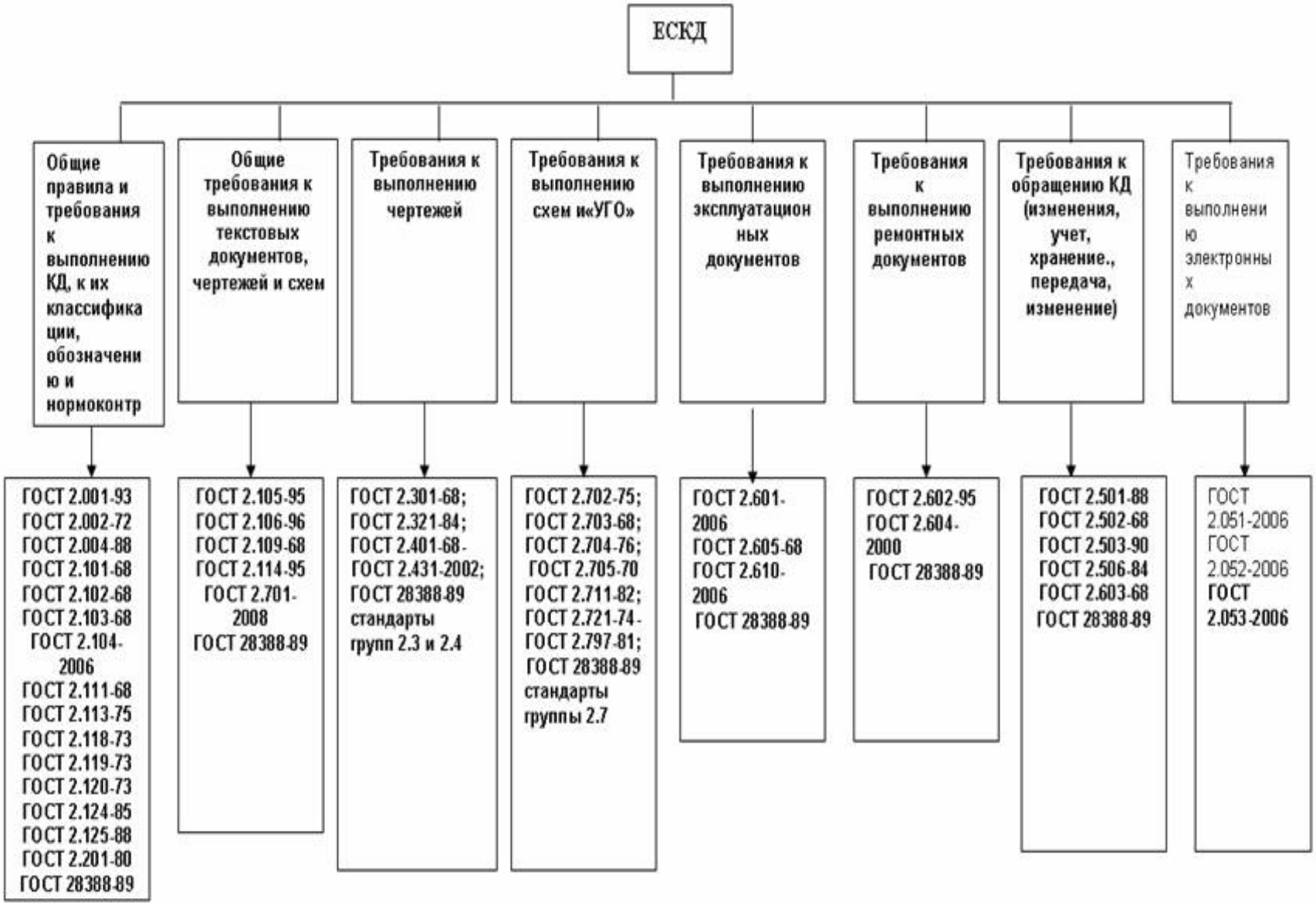
Основные положения ЕСКД

ЕСКД - комплекс государственных стандартов, устанавливающих порядок разработки, оформления и обращения КД.

- Стандарты ЕСКД обеспечивают нормативно-информационную поддержку всех стадий и этапов ЖЦИ.

В настоящее время ЕСКД состоит из более 170 межгосударственных стандартов, распространяющихся на КД изделий гражданского и военного назначения, основного и вспомогательного производства, на изделия, выпускаемые всеми странами-членами СНГ.

- Стандарты ЕСКД устанавливают общие требования к выполнению проектной и рабочей конструкторской документации (КД): (спецификаций, чертежей; электронных моделей и структур, схем, технических условий, различных ведомостей и других документов), разработке технологической документации и средств технологического оснащения, эксплуатационных и ремонтных документов, требования к утилизации, учету, хранению, передаче и изменению КД
- Стандарты ЕСКД распространяются на все виды КД и документацию по хранению, внесению изменений в КД, нормативно-техническую документацию, а также на научно-техническую и учебную литературу, в которой они могут быть применены.


ЕСКД
Общие правила и требования к выполнению КД, к их классификации, обозначению и нормоконтр
Общие требования к выполнению текстовых документов, чертежей и схем
Требования к выполнению чертежей
Требования к выполнению схем и«УГО»
Требования к выполнению эксплуатационных документов
Требования к выполнению ремонтных документов
Требования к обращению КД (изменения, учет, хранение., передача, изменение)
Требования к выполнению электронных документов
ГОСТ 2.001-93
ГОСТ 2.002-72
ГОСТ 2.004-88
ГОСТ 2.101-68
ГОСТ 2.102-68
ГОСТ 2.103-68
ГОСТ 2.104-2006
ГОСТ 2.111-68
ГОСТ 2.113-75
ГОСТ 2.118-73
ГОСТ 2.119-73
ГОСТ 2.120-73
ГОСТ 2.124-85
ГОСТ 2.125-88
ГОСТ 2.201-80
ГОСТ 28388-89
ГОСТ 2.105-95
ГОСТ 2.106-96
ГОСТ 2.109-68
ГОСТ 2.114-95
ГОСТ 2.701-2008
ГОСТ 28388-89
ГОСТ 2.301-68;
ГОСТ 2.321-84;
ГОСТ 2.401-68 - ГОСТ 2.431-2002;
ГОСТ 28388-89
стандарты групп 2.3 и 2.4
ГОСТ 2.702-75;
ГОСТ 2.703-68;
ГОСТ 2.704-76;
ГОСТ 2.705-70
ГОСТ 2.711-82;
ГОСТ 2.721-74 - ГОСТ 2.797-81;
ГОСТ 28388-89
стандарты группы 2.7
ГОСТ 2.601-2006
ГОСТ 2.605-68
ГОСТ 2.610-2006
ГОСТ 28388-89
ГОСТ 2.602-95
ГОСТ 2.604-2000
ГОСТ 28388-89
ГОСТ 2.501-88
ГОСТ 2.502-68
ГОСТ 2.503-90
ГОСТ 2.506-84
ГОСТ 2.603-68
ГОСТ 28388-89
ГОСТ 2.051-2006
ГОСТ 2.052-2006
ГОСТ 2.053-2006

Виды изделий
ГОСТ 2.101-68 (СТ СЭВ 364-76)

Изделие - любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

- ***изделия основного производства –*** это изделия, предназначенные для поставки (иначе говоря, для реализации)
- ***изделия вспомогательного производства*** - изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия-изготовителя.

Виды изделий:

- *деталь* - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций;
- *сборочная единица* - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями;
- *комплекс* - два и более изделий (состоящих, в свою очередь, из двух и более частей), не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций;
- *комплект* - два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера.

За основные конструкторские документы принимают:

чертеж детали, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы,комплекса или комплекта.

• *сборочный чертеж* (СБ), содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля;

Все конструкторские документы, кроме основных, имеют установленный шифр, например:

- сборочный чертеж – СБ,
- габаритный чертеж – ГЧ,
- технические условия – ТУ и т. п.

Комплектность КД.

ГОСТ 2.102 устанавливает виды и комплектность КД на изделия всех отраслей промышленности.

Вид документа	Содержание документа	Шифр
Чертеж детали	Изображение детали и данные для ее изготовления и контроля	
Сборочный чертёж	Изображение изделия и другие данные для его сборки и контроля	СБ
Чертеж общего вида	Представление о конструкции изделия, взаимодействии его составных частей и принцип работы	ВО
Теоретический чертеж	Геометрическая форма изделия и координаты расположения его составных частей	ТЧ
Габаритный чертеж	Контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, присоединительными и установочными размерами	ГЧ
Монтажный чертеж	Контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные для его монтажа	МЧ
Электромонтажный чертеж	Контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные для его электрического монтажа	МЭ

Вид документа	Содержание документа	Шифр
Схема	Условное изображение или обозначение составных частей изделия и связей между ними	ГОСТ 2.701, 2.702
Перечень элементов	Состав сборочной единицы, комплекса или комплекта	ПЭ
Техническое задание	Требования, которым должна отвечать конструкция ЭС в соответствии с определяемыми ее назначением, областью применения, условиями эксплуатации, типом производства, ограничениями, связанными с условиями эксплуатации, обслуживанием, производством ЭС, принципами функционирования, а также сроками проектирования	ТЗ
Пояснительная записка	Описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технико-экономических решений	ПЗ
Технические условия	Потребительские (эксплуатационные) показатели изделия и методы контроля его качества	ТУ
Программа и методика испытаний	Технические данные, подлежащие проверке при испытании изделия, а также порядок их контроля	ПИ
Таблица	Совокупность сведений об изделии, представленных в таблице	Т
Расчёты	Расчет параметров и величин (например, расчет на прочность, расчет размерных цепей, расчет уровня стандартизации и унификации)	РР

Классификация КД в зависимости от способа их выполнения и характера использовани

Наименование документа	Определение
Оригиналы	Документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников
Подлинники	Документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий. Допускается в качестве подлинников использовать оригиналы, фотокопии или экземпляры образцов, издаваемых типографским способом, оформленных заверительными подписями
Дубликаты	Копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющем снимать с них копии
Копии	Документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования при разработке в производстве, эксплуатации и ремонте изделий

Техническим документам в зависимости от стадии разработки присваивается литера.

- При выполнении технического проекта – литера Т.
- При разработке рабочей документации:
  - опытной партии – литера О;
  - установочной серии – литера А;
  - установившегося производства – литера Б.
- Учебным чертежам может условно присваиваться литера У.

Классификатор единой системы конструкторской документации

Классификатор единой системы конструкторской документации представляет собой систематизированный свод наименований классификационных характеристик изделий (деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов) основного и вспомогательного производства всех отраслей промышленности согласно ГОСТ 2.101–68, на которые разрабатывается конструкторская документация, а также общетехнических документов (норм, правил, требований, методов и т.п.) на изделия.

Классификатор ЕСКД состоит из следующих документов:

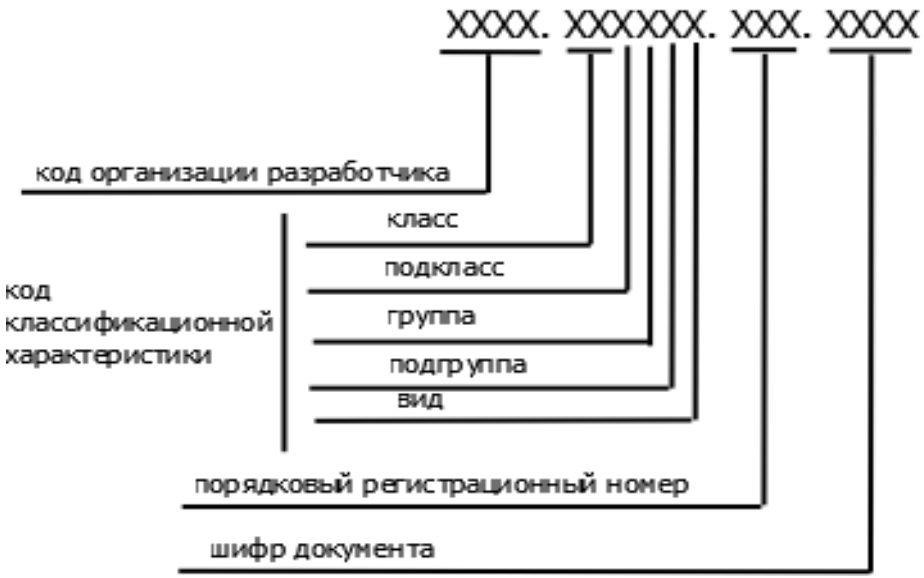
1. Введение.
2. Классы классификатора ЕСКД (49 классов).
3. Алфавитно-предметный указатель классов деталей (классы 71 – 76).
4. Термины, принятые в классах деталей (классы 71 – 76).
5. Иллюстрированный определитель деталей (классы 71 – 76).

Всего в классификаторе 100 классов. Все виды изделий размещены в 49 классах, остальные классы зарезервированы для размещения новых видов изделий в установленном порядке.

Классификационная характеристика является основной частью обозначения изделия и его конструкторского документа, устанавливаемая ГОСТ 2.201–80.

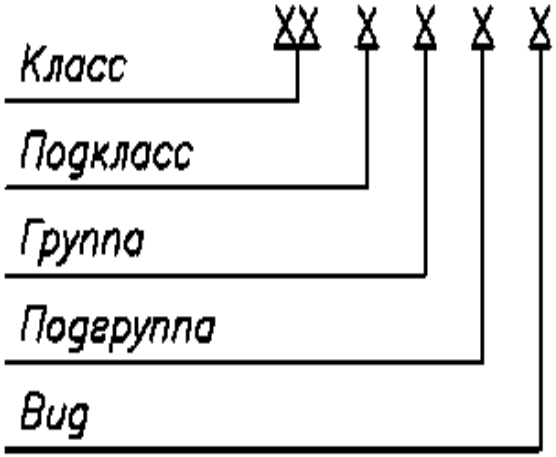
Полное обозначение основного конструкторского документа

Полное обозначение основного конструкторского документа состоит из кода организации-разработчика (четыре знака), кода классификационной характеристики (шесть знаков) и кода порядкового регистрационного номера (три знака) и шифра документа, т.е. XXXX.XXXXXX.XXX.XXX



Структура кода классификационной характеристики

- Код организации разработчика назначается по кодификатору этой организации или присваивается централизованно.
- Код классификационной характеристики изделия назначается по классификатору ЕСКД и представляет собой шестизначное число, последовательно обозначающее класс, подкласс, группу, подгруппу и вид изделия.



Структура кода классификационной характеристики

- Каждый класс делится на 10 подклассов (от 0 до 9), каждый подкласс - на 10 групп (от 0 до 9), каждая группа - на 10 видов (от 0 до 9). Для классификации изделий использованы группировки с 1 до 9.

  Для классификации изделий в классах использованы следующие признаки:
- функциональный - основная эксплуатационная функция, выполняемая изделием;
- конструктивный - конструктивные особенности изделия;
- принципа действия (физический, физико-химический процесс, на основе которого действует изделие);
- метрический - величины и степени точности таких параметров изделия, как основные размеры, мощность, напряжение, сила тока, частота и пр.;
- геометрической формы изделия;
- наименование изделия.

ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

В соответствии с ГОСТ 2.101-68, деталью называют изделие, сделанное из однородного по наименованию и марке материала (с покрытием или не имеющего покрытия) без применения сборочных операций.

Чертеж детали — основной конструкторский документ, использующийся на всех этапах технологического процесса изготовления детали и контроля ее качества. Обычно рабочие чертежи разрабатывают на все детали, входящие в состав изделия.

Основные требования к чертежам деталей (ГОСТ 2.109-73).

В соответствии с ним, рабочий чертеж детали должен содержать:

- необходимое количество изображений, дающих полное представление о форме детали;
- размеры с предельными отклонениями, указанные согласно ГОСТ 2.307-2011 и ГОСТ 2.318-81;
- указание допусков формы и расположения поверхностей по ГОСТ 2.308-2011;
- обозначения шероховатости поверхностей согласно ГОСТ 2.309-73 с указанием значения параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73;

ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ (продолжение)

- указания о технологических требованиях (покрытии, термообработке твердости материала и др.) по ГОСТ 2.310-68;
- технические требования, указываемые в правой части листа над основной надписью;
- основную надпись по ГОСТ 2.104-2006, в которой наименование детали записывается в именительном падеже единственного числа согласно принятой терминологии, например: «Плата», «Крышка», «Кожух».

  Если наименование детали состоит из нескольких слов, то на первом месте пишут существительное, а затем относящееся к нему слово, например: «Панель лицевая».
- В основной надписи приводят обозначение материала детали, его марку и номер стандарта на материал, например: Сталь 35 ГОСТ 1050-88. Если в условное обозначение материала по стандарту входит его сокращенное наименование (Ст, СЧ, Бр, ГФ и т. п.), то полное наименование не записывают, например, СФ-2-35-1,5 ГОСТ 10316-78.

ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

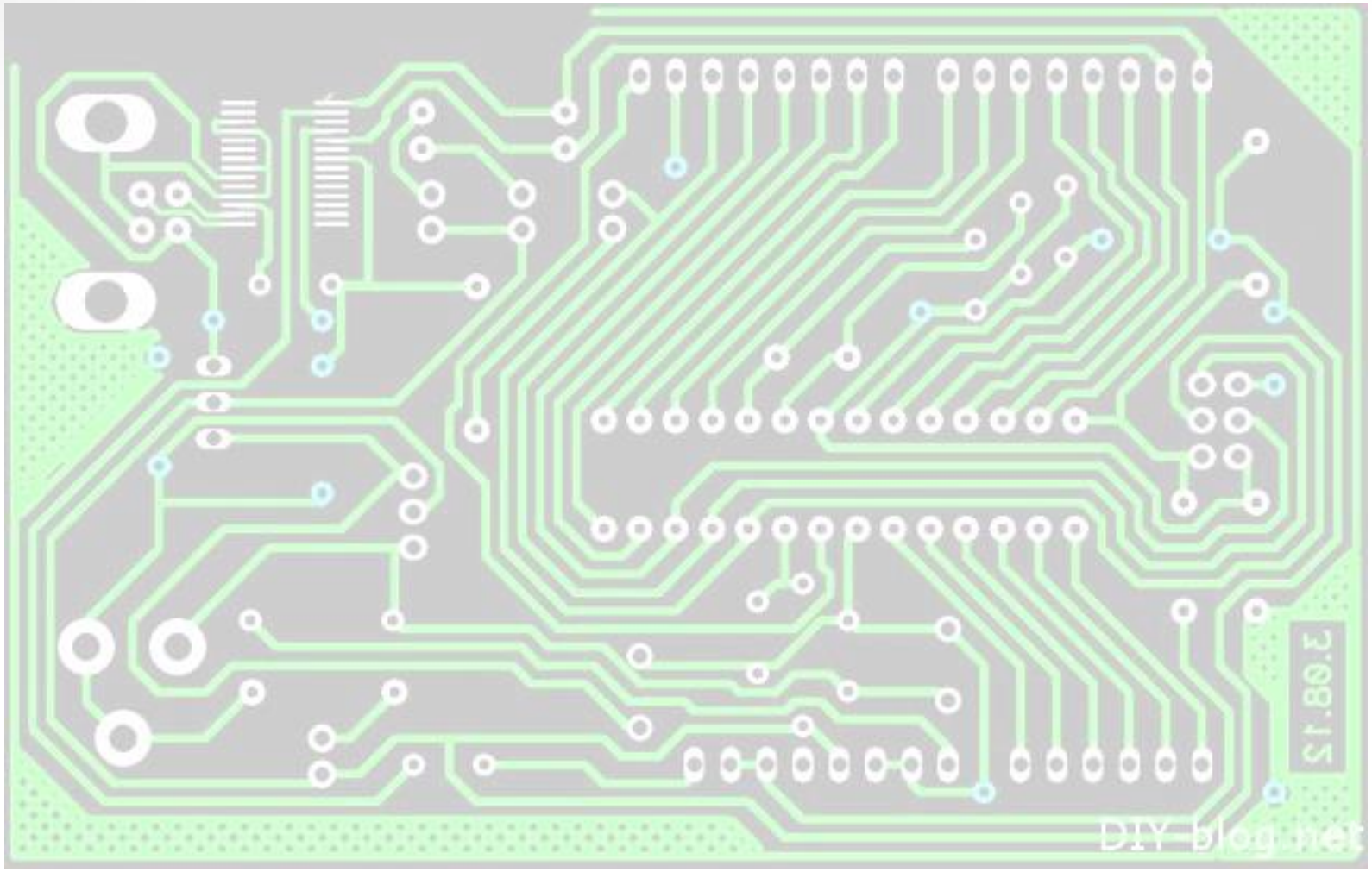
При конструировании ЭС значительное место в общем объеме рабочих *чертежей деталей занимают чертежи печатных плат,* правила выполнения которых при бумажном и электронном способах представления документации устанавливает ГОСТ 2.417-91.

- Чертежи печатных плат всех видов конструкций должны иметь название «Плата печатная», а чертеж гибкого печатного кабеля должен называться «Кабель печатный гибкий».

  Следует заметить, что одной из наиболее распространенных ошибок при оформлении чертежей является смешивание понятий «печатная плата» и «функциональный узел на печатном монтаже», поэтому иногда в наименовании чертежей встречаются, например, такие словосочетания: «Усилитель низкой частоты. Печатная плата» или «Печатная плата усилителя». Это ошибка.

  Печатная плата является обычной деталью и не может выполнять функции усилителя. Электронный модуль усилителя образуется только после установки на плату ЭРИ и других компонентов, т. е. после выполнения сборочных операций.

Деталь - Плата Печатная



ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ (продолжение)

- Размеры на чертеже должны указываться одним из пяти способов:
  - согласно требованиям ГОСТ 2.307-2011;
  - путем нанесения координатной сетки в прямоугольной системе координат;
  - путем нанесения координатной сетки в полярной системе координат;
  - комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий по ГОСТ 2.307-2011 и координатной сетки;
  - в виде таблицы с координатами элементов проводящего рисунка (проводников, контактных площадок и т. п.).
- При нанесении размеров с помощью координатной сетки ее линии должны нумероваться. Шаг нумерации определяется с учетом насыщенности, масштаба изображения и численно может быть выражен в миллиметрах или в количестве линий сетки.

ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ (продолжение)

- Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации следует наносить по одному из вариантов:
  - на все поле чертежа;
  - на часть поверхности печатной платы;
  - рисками по периметру контура печатной платы или на некотором расстоянии от него.
- Шаг координатной сетки устанавливается по ГОСТ Р 51040-97.
- За начало отсчета в прямоугольной системе координат для печатных плат прямоугольной формы следует принимать:
  - центр крайнего левого или правого нижнего отверстия;
  - левый или правый нижний угол печатной платы;
  - левую или правую нижнюю точку, образованную линиями построения.
- Для плат круглой формы за начало отсчета в прямоугольной системе координат допускается принимать центр печатной платы или точку, образованную линиями пересечения двух касательных к окружности.

ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ (продолжение)

- Если размеры и конфигурация проводящего рисунка оговорены в технических требованиях чертежа, то элементы проводящего рисунка допускается изображать условно.
- Для нанесения размеров, обозначений шероховатости поверхности и т.п. допускается приводить на чертеже дополнительный вид, на котором рисунок печатной платы следует изображать частично или не изображать вовсе. При этом над таким видом должна размещаться поясняющая надпись, например: «Печатные проводники не показаны».
- Отверстия с близкими диаметрами изображают окружностью одного диаметра с обязательным указанием условного знака в соответствии с ГОСТ 2.307-2011.
- Параметры отверстия — диаметр, условный знак, диаметр контактной площадки, наличие металлизации и число таких отверстий необходимо объединять в таблицу.

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Сборочный чертеж предназначен для обеспечения сборки и контроля сборочной единицы.

Число сборочных чертежей должно быть оптимальным для рациональной организации производства изделий.

Основные правила к выполнению сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109-73, согласно которому сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, отражающее взаимное расположение и связи ее составных частей для обеспечения сборки и контроля;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые необходимо выполнить или проконтролировать по данному чертежу;
- указания о характере и методах осуществления сопряжения, если точность сопряжения обеспечивается не заданными значениями допусков размеров, а подбором, подгонкой и т. п.;
- указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, клеевых, паяных и др.);
- номера позиций составных частей;
- габаритные, установочные, присоединительные и другие размеры с нанесением координат расположения, размеров с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями и других необходимых параметров.

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ (продолжение)

Сборочные чертежи выполняют, как правило, с упрощениями в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Все составные части сборочной единицы на сборочных чертежах нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации на эту сборочную единицу, причем позиционные номера наносят на полки линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

Основную надпись оформляют по ГОСТ 2.104-2006.

Под наименованием изделия записывают «Сборочный чертеж», а к обозначению изделия добавляют шифр СБ. Например, наименование чертежа «Усилитель. Сборочный чертеж», а его обозначение XXXX.XXXXXX.XXX. СБ.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

В составе сборочного чертежа обязательно присутствует спецификация, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к нему и его составным частям.

Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.106-96

В общем случае, спецификация состоит из разделов, расположенных в следующей последовательности:

- документация (основной комплект КД на специфицируемое изделие);
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия (примененные в соответствии с требованиями различных стандартов);
- прочие изделия (примененные по техническим условиям);
- материалы (все материалы, входящие в изделие, например: лакоткань, нитки, провода);
- комплекты (сменных и запасных частей, инструмента, упаковки и пр.).

Наличие того или иного раздела определяется составом изделия, для которого разрабатывается спецификация.

Фрагмент формы спецификации

		формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание

Схемная документация

- ***Схема*** **—** графическая конструкторская документация, на которой в виде условных изображений или обозначений показаны составные части изделия и связи между ними.

- По виду элементов, входящих в состав изделия, связей между ними и назначения схемы подразделяют на виды (табл. 1.3) и типы (табл. 1.4).

Виды схем

В зависимости от вида элементов, входящих в состав изделия, и связей между ними ГОСТ 2.701-2008 разделяет схемы на десять видов с буквенным обозначением: электрические (Э),

- гидравлические (Г),
- пневматические (П),
- газовые (Х),
- кинематические (К),
- вакуумные (В),
- оптические (JI),
- энергетические (Р),
- деления (Е)
- комбинированные (С).

Типы схем

По основному назначению ГОСТ 2.701-2008 устанавливает восемь типов схем, обозначаемых цифрами:

- структурные (1),
- функциональные (2),
- принципиальные (3),
- соединений (монтажные) (4),
- подключения (5),
- общие (6),
- расположения (7)
- объединенные (0).

Примеры буквенно-цифрового кода схем

- Э3 - схема электрическая принципиальная
- Г4 - схема гидравлическая соединений
- Е1 - схема деления структурная
- С3 - схема электрогидравлическая принципиальная
- Э0 - схема электрическая соединений и подключения
- Г0 - схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений
- Э1 – схема электрическая структурная
- Э2 - схема электрическая функциональная

Масштабы при вычерчивании схем не соблюдаются.

Элементы, из которых состоит изделие, на схемах отображаются в виде условных графических обозначений в соответствии со стандартами **ЕСКД**.

Составляющие части схем

- ***элемент схемы*** **— составная часть схемы, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное значение (микросхема, резистор, трансформатор и др.);**
- ***устройство*** **— совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, модуль). В ряде случаев устройство может не иметь определенного функционального назначения;**
- ***функциональная группа*** **— совокупность элементов, выполняющих определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию;**

Составляющие части схем (продолжение)

- ***функциональная часть*** **— элемент, устройство или функциональная группа, имеющие строго определенное функциональное назначение;**
- ***функциональная цепь*** **— линия, канал на схеме, указывающие на наличие связи между функциональными частями изделия;**
- ***линия взаимосвязи*** **— отрезок линии на схеме, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия;**
- ***линия электрической связи*** **— линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и др.**

Виды схем

Структурные схемы **(Э1), определяющие основной состав ЭА и ее функциональные части, их назначение и взаимосвязи.**

Функциональные схемы **(Э2), поясняющие процессы, происходящие в отдельных функциональных частях и узлах ЭА. Они являются основой для разработки принципиальных схем и применяются при наладке, ремонте и эксплуатации ЭА;**

Принципиальные схемы **(Э3), определяющие полный состав элементов и связей между ними и дающие полное представление о принципе работы отдельных узлов и устройств ЭА. Эти схемы являются основой для разработки полного комплекта конструкторской документации на ЭА;**

Виды схем (продолжение)

- ***схемы соединений*** **(Э4), показывающие соединения составных частей ЭА и определяющие провода, жгуты, кабели и другие соединительные изделия, а также места их присоединения и ввода. Их используют как при выпуске КД на ЭА, так и при ее ремонте и эксплуатации;**
- ***схемы подключений*** **(Э5), показывающие внешние подключения ЭА. Эти схемы используют при монтаже ЭА на месте эксплуатации и при ее ремонте;**
- ***общие схемы*** **(Э6), определяющие составные части ЭА и соединения их между собой на месте эксплуатации;**
- ***схемы расположения*** **(Э7), устанавливающие взаимное расположение отдельных устройств ЭА, а также соединяющих их жгутов, кабелей и т. д.**

Пример оформления структурной схемы

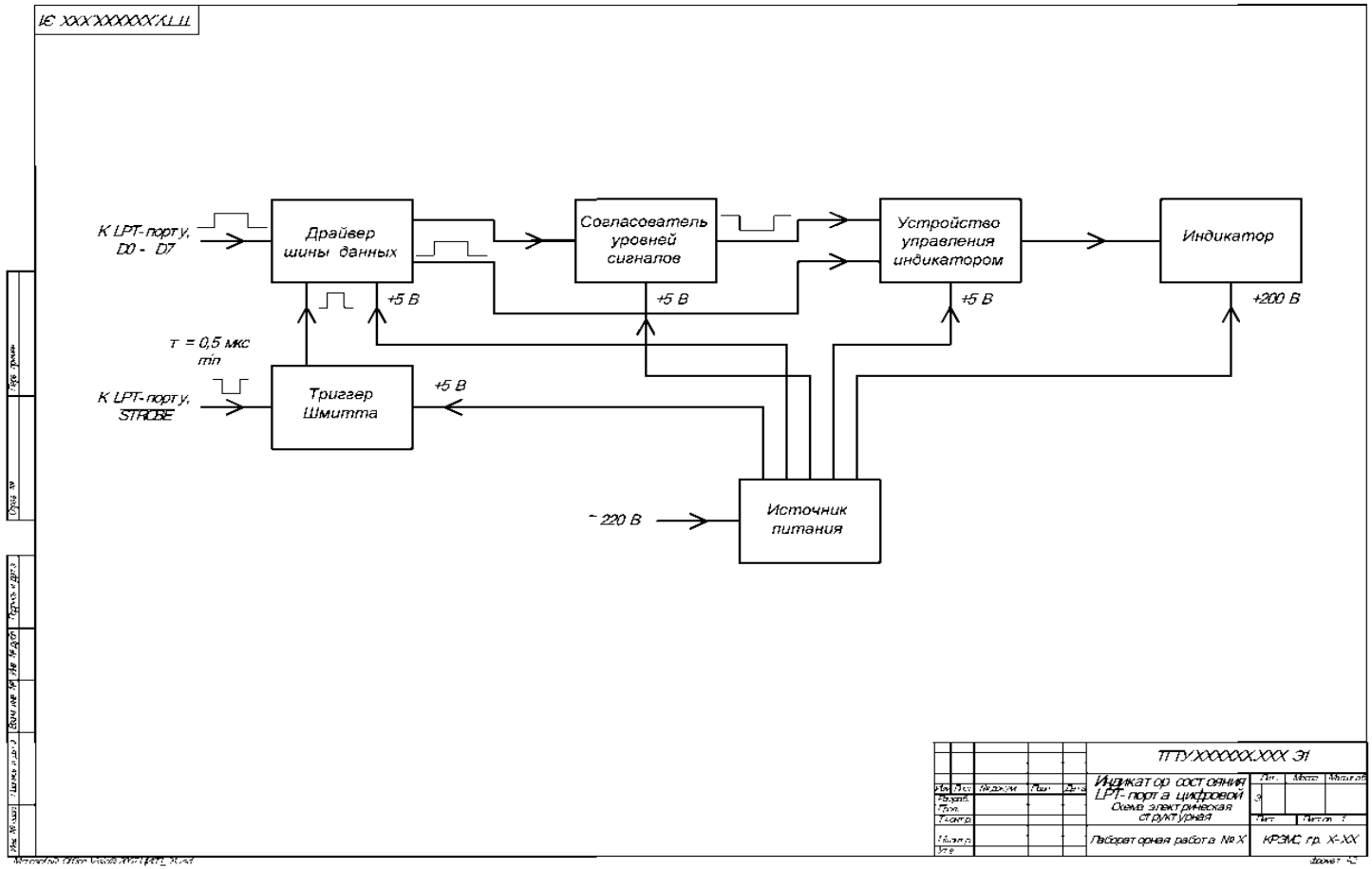


Рис. 5. Образец оформления структурной схемы

Пример оформления функциональной схемы

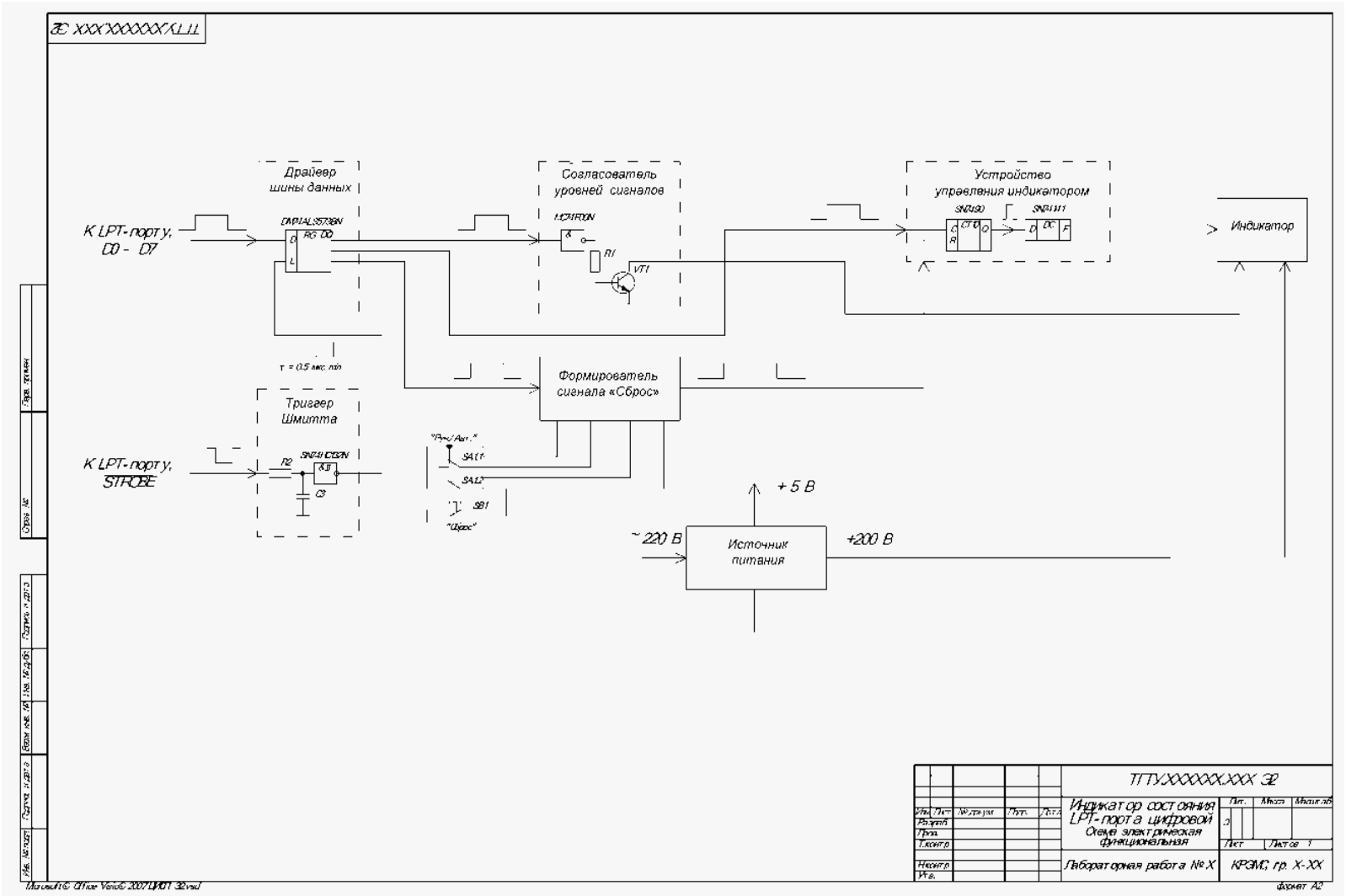
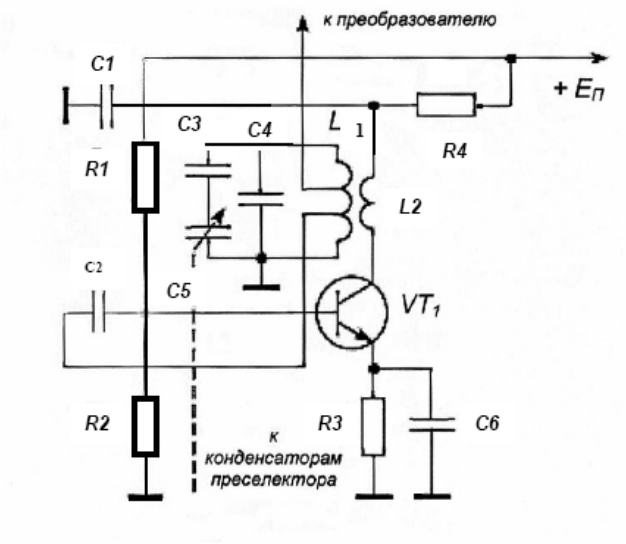


Рис. 6. Образец оформления функциональной схемы

Пример принципиальной электрической схемы



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы		
C1	К10-23 37 нФ ±5% НЗО ОЖО 460.099 ТУ	1	
C2	К10-23 4,7 нФ ±5% НЗО ОЖО 460.099 ТУ	1	
C3	К10-23 22 нФ ±5% НЗО ОЖО 460.099 ТУ	1	
C4	К10-23 4737 пФ ±5% НЗО ОЖО 460.099 ТУ	1	
C5	КПЕ-7/240 пФ ОЖО 143.693 ТУ	1	
C6	К10-23 18 пФ ±5% НЗО ОЖО 460.099 ТУ	1	
	Моточные изделия		
L1	Индуктивность 40 мкГн, добротность 150	1	Провод ПЭВ -0,1 6 витков
L2	Индуктивность 200 мкГн, добротность 150	1	Провод ПЭВ -0,1 30 витков
	Резисторы		
R1	МЛТ-0,125 22 кОм±5% ГОСТ 7113-77	1	
R2	МЛТ-0,125 10 кОм±5% ГОСТ 7113-77	1	
R3	МЛТ-0,125 680 Ом±5% ГОСТ 7113-77	1	
R4	МЛТ-0,125 820 Ом±5% ГОСТ 7113-77	1	
	Транзисторы		
VT1	Транзистор КТ315Г СБ 0.336.030 ТУ	1	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Ф.И.О.		
Провер.		Ф.И.О.		
Т. Контр.		Ф.И.О.		
Рецензиров.		Ф.И.О.		
Н. Контр.		Ф.И.О.		
Утверд.		Ф.И.О.		

РСПО.434855.002 ЭЗ

Гетеродин

Схема электрическая принципиальная

Лит.	Масса	Масштаб
	1	1 : 1

Лист 1 Листов 1

ТУСУР

РСПО.434855.002 ЭЗ

Лист 2

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ

Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия, а также их назначение и взаимосвязи и дают общее представление об устройстве.

Разработка структурных схем обычно производится на начальных стадиях проектирования изделия.

Схемы электрические структурные выполняют согласно правилам, изложенным в **ГОСТ 2.702-2011**.

- На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия, в том числе элементы, устройства, функциональные группы и основные взаимосвязи между ними.
- Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения (УГО).
- Схема должна давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.
- На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, протекающих в ЭС.
- На схеме необходимо указывать наименования каждой функциональной части изделия, обозначенной прямоугольником.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ (продолжение)

- На схеме допускается указывать тип элемента или устройства и (или) обозначение документа, на основании которого этот элемент (устройство) применен.
- При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется записывать внутри прямоугольников.
- При значительном числе функциональных частей допускается вместо наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, сверху вниз в направлении слева направо. В данном случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, размещаемой на поле схемы
- Допускается размещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках, например: величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. п.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ

Функциональные схемы поясняют процессы, происходящие в отдельных функциональных частях или устройстве в целом.

Функциональные схемы используют для разработки принципиальных схем и применяют при наладке, ремонте и эксплуатации изделия.

Согласно **ГОСТ 2.702-2011** схемы электрические функциональные выполняют согласно следующим правилам.

- На функциональной схеме приводят функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, с указанием связей между этими частями.
- Функциональные части и связи между ними изображают в виде УГО, установленных в стандартах ЕСКД, причем отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.
- Графическое построение схемы должно наглядно давать представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

- Все элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.
- *Совмещенный способ* предусматривает составные части элементов или устройств изображать на схеме в непосредственной близости друг к другу.
- *Разнесенный способ* предполагает составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображать на схеме в разных мёстах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.
- При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом, при котором УГО элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — рядом, с образованием параллельных (горизонтальных или вертикальных) строк, нумеруемых арабскими цифрами, как показано на рис. 1.2.1.

Рис. 1.2.1. Фрагмент схемы, выполненный строчным способом

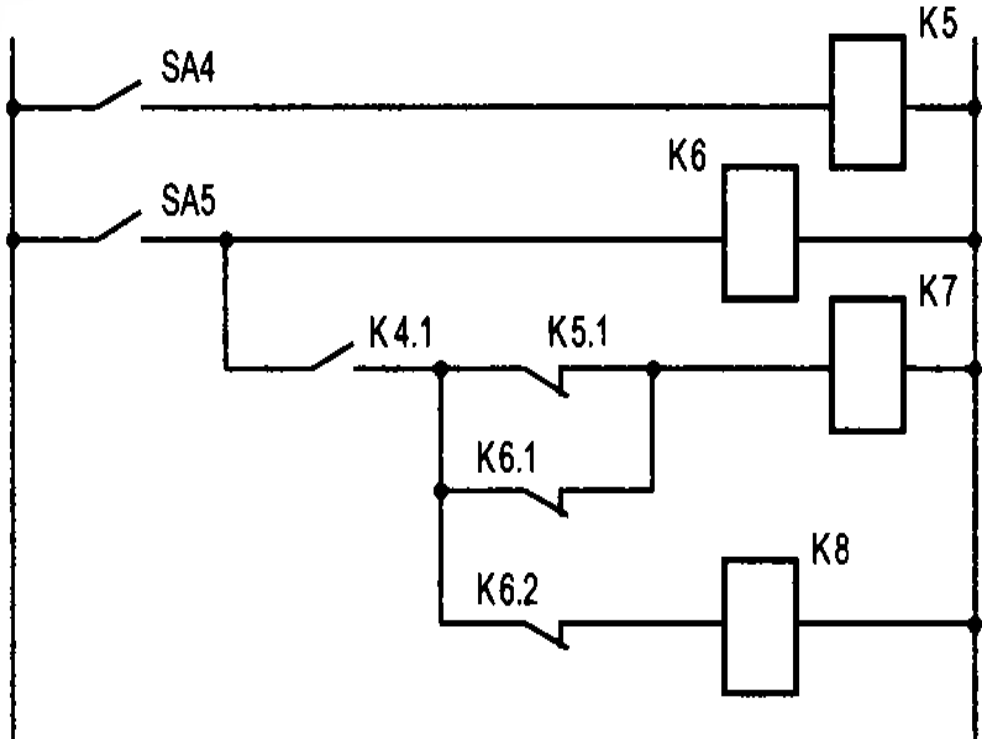


СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

- При использовании разнесенного способа изображения элементов или устройств допускается на свободном поле схемы помещать УГО элементов или устройств, выполненные совмещенным способом. Элементы или устройства, частично используемые в изделии, изображают полностью с указанием использованных и неиспользованных частей (например, все выводы микросхемы), причем выводы неиспользованных частей изображают короче, чем выводы использованных (см рис. 1.2.2).

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

- Схемы выполняют в многолинейном изображении (при котором каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, — отдельными УГО) или однолинейном изображении (при котором цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей - одним УГО), как показано на рис. 1.2.3 а, б
- При изображении на одной схеме различных функциональных цепей допускается различать их толщиной линии, однако на одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине
- Условные графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи (в пределах от 0,2 до 1 мм), рекомендуется толщина от 0,3 до 0,5 мм.
- Условные графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи (в пределах от 0,2 до 1 мм), рекомендуется толщина от 0,3 до 0,5 мм.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

- Для упрощения построения схемы допускается несколько электрически несвязанных 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, а иногда и на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами или сочетанием букв и цифр) или обозначениями, принятыми для электрических цепей. Обозначения линий проставляют в соответствии с ГОСТ 2.721-74. Линии электрической связи, сливаемые в линию групповой связи, как правило, не должны разветвляться, т. е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой связи два раза. При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

На функциональной схеме должны быть указаны:

- для каждой функциональной группы - ее обозначение согласно принципиальной схеме и (или) ее наименование, а если функциональная группа изображена в виде УГО, то ее наименование не указывают; для каждого устройства, изображенного прямоугольником - позиционное обозначение согласно принципиальной схеме, его наименование и тип и (или) обозначение документа, на основании которого это устройство применено;
- для каждого устройства, изображенного в виде УГО - его позиционное обозначение согласно принципиальной схеме, тип и (или) обозначение документа;
- для каждого элемента - его позиционное обозначение в соответствии с принципиальной схемой и (или) его тип.
- Обозначение документа, на основании которого применено устройство, и тип элемента допускается не указывать, а наименования, типы и обозначения рекомендуется вписыват

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ (продолжение)

- На функциональной схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы.
- На схеме допускается размещать поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках, в частности, величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т. д.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

Принципиальные схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и дают детальное представление о принципах работы отдельных функциональных частей и устройств изделия.

Принципиальные схемы используют для разработки других видов КД, а также при наладке, ремонте и изучении принципа работы устройства.

В соответствии с ГОСТ 2.702-2011 схемы электрические принципиальные выполняют согласно ряду правил, наиболее важные из которых приведены ниже.

- На принципиальной схеме изображают все элементы или устройства, необходимые для реализации в ЭС заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы, колодки и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.
- Схемы выполняют для устройств, находящихся в отключенном положении, но иногда в технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы показывать в выбранном рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ (продолжение)

- Элементы и устройства, условные графические обозначения которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схеме в виде этих УГО.
- Элементы или устройства, частично используемые в изделии, допускается изображать на схеме неполностью, отображая только используемые части
- Каждому элементу (или устройству с самостоятельной принципиальной схемой и рассматриваемому как элемент), входящему в изделие и изображенному на схеме, должно присваиваться позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.721-74, а устройствам, не имеющим самостоятельных принципиальных схем, и функциональным группам рекомендуется присваивать обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81.
- Позиционные обозначения элементам присваивают в пределах изделия.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ (продолжение)

- Порядковые номера элементам присваивают, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: VD1, VD2, VD3 и т. д., LI, L2, L3, и т. д.
- Порядковые номера присваиваются в соотвестствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов в ЭС, направления прохождения сигналов или функциональной последовательности процесса.
- Позиционные обозначения размещают на схеме рядом с УГО элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними.
- На схеме ЭС, в состав которого входят устройства без самостоятельных принципиальных схем, допускается позиционные обозначения элементам присваивать в пределах каждого устройства. Если в состав ЭС входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах этих устройств.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ (продолжение)

- Обозначение функциональной группы, присвоенное в соответствии с ГОСТ 2.710-81, указывают около изображения функциональной группы (сверху или справа).
- При изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства указывают рядом с каждой составной частью.
- Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под позиционным обозначением каждой составной части элемента (устройства) допускается указывать в скобках обозначения зон или номера строк, в которых изображены все остальные составные части этого элемента (устройства).
- На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав ЭС и показанные на схеме.

Другие типы электрических схем

Кроме рассмотренных структурных, функциональных и принципиальных схем, при проектировании ЭС иногда возникает необходимость в разработке других типов электрических схем:

- соединений (Э4), показывающих соединения составных частей ЭС и определяющих провода, жгуты, кабели и другие соединительные изделия, а также места их присоединения и ввода. Схемы соединений используют как при разработке другой КД на изделие, так и при изготовлении, ремонте и эксплуатации ЭС;
- подключений (Э5), показывающих внешние подключения ЭС. Эти схемы применяют при установке ЭС на месте эксплуатации и при ее ремонте;
- общих (Э6), определяющих составные части ЭС и их соединения между собой на месте эксплуатации;
- расположений (Э7), устанавливающих взаимное расположение отдельных устройств ЭС, а также соединяющих их жгутов, кабелей и т. д.;
- объединенных (ЭО), состоящих из схем двух или нескольких типов, выполненных на одном конструкторском документе.

Схемы выполняются согласно ГОСТ 2.701-2008 без соблюдения масштаба на форматах, установленных ГОСТ 2.301-68, с использованием условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД, а также прямоугольников и упрощенных внешних очертаний.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Элементы, входящие в изделие и показанные на схеме, должны иметь обозначения (буквенные, цифровые или буквенно-цифровые) в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем и включаться в перечень элементов, размещенный на первом листе схемы или выполненный в виде самостоятельного документа.

Для электронной КД перечень оформляют только отдельным документом.

Если перечень элементов выполняют на первом листе схемы, то его располагают над основной надписью, причем расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ (продолжение)

Перечень элементов в виде самостоятельного документа оформляют на формате А4 с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006 (формы 2 и 2а).

В этом случае код перечня элементов должен состоять из литеры «П» и кода схемы, для которой предназначен перечень, например, для электрической принципиальной схемы код перечня элементов — ПЭ3. При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».

		Поз. Обозн ач.	Наименование	Кол	Примечание
с о					

Рис. 1. Форма перечня элементов

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ (продолжение)

ГОСТ 2.701-2008 устанавливает ряд правил по составлению перечня элементов.

- Занесение элементов в перечень производится группами по алфавитному порядку буквенных позиционных обозначений.
- Внутри каждой группы с одинаковыми буквенными позиционными обозначениями, элементы размещают по возрастанию порядковых номеров. При использовании на схеме цифровых обозначений в перечень их заносят в порядке возрастания.
- Допускается оставлять несколько пустых строк между отдельными группами элементов, а в случае большого числа элементов внутри групп и между элементами для упрощения внесения изменений.
- При использовании однотипных элементов с одинаковыми параметрами, имеющих на схеме последовательные порядковые номера, допускается заносить их в перечень в одну строку, т. е. в графу «Поз. обозначение» записывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: VT3, VT4, DD8 ... DDI2, а в графу «Кол.» — общее число таких элементов.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ (продолжение)

- При занесении в перечень элементов с одинаковыми наименованием и буквенным позиционным обозначением, но отличающихся техническими характеристиками и другими данными, допускается в графе «Наименование» записывать общее наименование этих элементов, а в общем наименовании — наименование, тип и обозначение документа, на основании которого эти элементы применены.
- В случае присвоения позиционных обозначений элементам в пределах групп устройств или при вхождении в изделие одинаковых функциональных групп элементы, относящиеся к устройствам (функциональным группам), заносят в перечень отдельно.
- Занесение элементов, входящих в каждое устройство или функциональную группу, начинают с подчеркнутой записи наименования устройства (функциональной группы) в графе «Наименование», причем ниже наименования устройства (функциональной группы) оставляют одну пустую строку, а выше — не менее одной строки.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ (продолжение)

- Если в составе изделия имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при внесении их в перечень графу «Наименование» не заполняют, а в графу «Примечание» записывают поясняющую надпись или ссылку на нее на поле схемы.

При внесении в перечень на отечественную элементную базу указывают технические условия или государственные стандарты (например, стабилитрон 2С156А СМ3.362.805ТУ), а на импортную — название производителя, например, микросхема ADM213EARS Analog Devices и т. п.