

Схемная конструкторская документация

В общем объеме КД, выпускаемой в процессе разработки ЭС, существенное место занимает схемная документация.

Схемой называется графическая конструкторская документация, выполненная в бумажной или электронной форме, на которой в виде условных изображений или обозначений показаны составные части изделия и связи между ними.

Схемы применяют при изучении принципа действия механизма, прибора, аппарата при их изготовлении, наладке и ремонте, для понимания связи между составными частями изделия без уточнения особенностей их конструкции. Схемы служат основой для последующего конструирования отдельных частей и всего изделия в целомю

Составляющими частями схем являются:

- *элемент схемы* — составная часть схемы, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение и собственное условное обозначение (микросхема, резистор, транзистор и др.);
- *устройство* — совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, модуль, плата и т. п.);
- *функциональная группа* — совокупность выполняющих определенную функцию элементов, не объединенных в единую конструкцию;
- *функциональная часть* — элемент, устройство или функциональная группа, имеющая определенное назначение;
- *функциональная цепь* — линия (канал, тракт) на схеме определенного назначения, например, тракт видеосигнала: канал звукового сигнала и т. п.;
- *линия взаимосвязи* — отрезок линии на схеме, показывающий на наличие связи между функциональными частями.

Виды и типы 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:

- Э - электрические
- Г - гидравлические
- П - пневматические
- Х - газовые (кроме пневматических)
- К - кинематические
- В - вакуумные
- Л - оптические
- Р - энергетические
- Е - деления
- С - комбинированные

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)

В соответствии с данными обозначениями, устанавливается **буквенно-цифровой код схемы**,

- ЭЗ - схема электрическая принципиальная
- Г4 - схема гидравлическая соединений
- Е1 - схема деления структурная
- СЗ - схема электрогидравлическая принципиальная
- Э0 - схема электрическая соединений и подключения
- Г0 - схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений

Масштабы при вычерчивании схем не соблюдаются. Расположение частей изделия на схеме может не учитываться. Элементы, из которых состоит изделие, на схемах отображаются в виде условных графических обозначений в соответствии со стандартами **ЕСКД**. Связи между элементами схемы, такие как трубопроводы, провода, кабели, валы и тому подобное, указываются линиями.

На схемах допускается выделять отдельные устройства штрихпунктирными линиями с указанием их наименований.

При конструировании ЭС разработчику наиболее часто приходится иметь дело с электрическими структурными (Э1), функциональными (Э2) и принципиальными (ЭЗ) схемами, поэтому рассмотрим их более подробно.

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 выполняются согласно правилам, изложенным в **ГОСТ 2.702-2011**.

1. На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия, в том числе элементы, устройства, функциональные группы и основные взаимосвязи между ними.
2. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольника или условного графического обозначения (УГО).
3. Схема должна давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.
4. На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, протекающих в ЭС.
5. На схеме необходимо указывать наименования каждой функциональной части изделия, обозначенной прямоугольником.
6. На схеме допускается указывать тип элемента или устройства и (или) обозначение документа, на основании которого этот элемент (устройство) применен.
7. При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется записывать внутри прямоугольников.
8. 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

9. 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.

примера оформления схемы электрической структурной.

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.

1. На функциональной схеме приводят функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, с указанием связей между этими частями.
2. Функциональные части и связи между ними изображают в виде УГО, установленных в стандартах ЕСКД, причем отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников.
3. Графическое построение схемы должно наглядно давать представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.
4. 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 местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

5. 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.

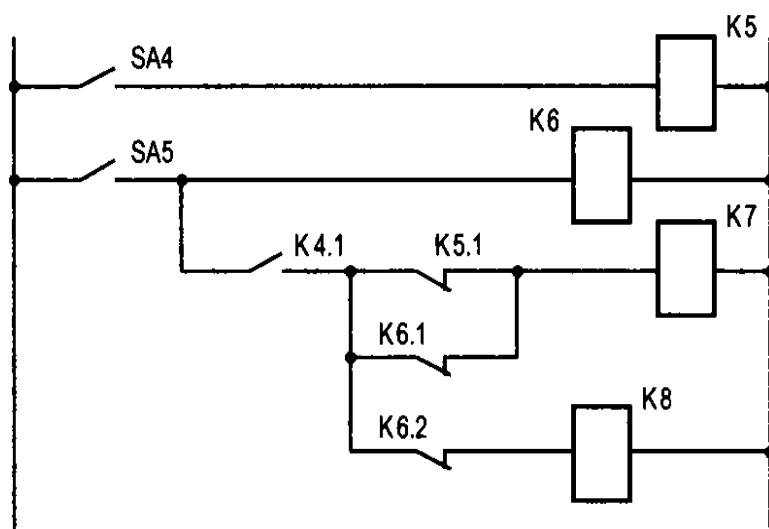
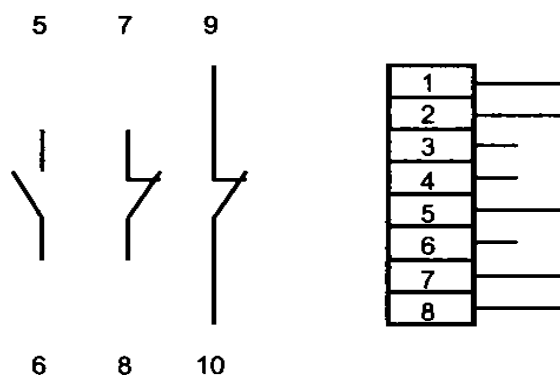


Рис. 1.2.1. Фрагмент схемы, выполненный строчным способом

6. 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).



7. 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
8. 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
9. 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.
10. 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.
11. 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
12. 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 вписывать

13. На функциональной схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы.

14. 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.

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.

1. 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.

2. 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.

3. Элементы и устройства, условные графические обозначения которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схеме в виде этих УГО.

4. Элементы или устройства, частично используемые в изделии, допускается изображать на схеме неполностью, отображая только используемые части.

5. При выполнении принципиальных схем допускается пользоваться положениями, рассмотренными в п. 4-12 для функциональных схем.

6. 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.

7. Позиционные обозначения элементам присваивают в пределах изделия.

8. 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., L1, L2, L3, и т. д.

9. Порядковые номера присваивают в соответствии 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.

10. Позиционные обозначения размещают на схеме рядом с УГО элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними.

11. 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.

12. На схеме ЭС, в составе которого есть функциональные группы, вначале присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в функциональные группы, и затем элементам, входящим в функциональные группы. Если в изделии содержится нескольких одинаковых функциональных групп, то позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, следует повторять во всех последующих группах. Обозначение функциональной группы, присвоенное в соответствии с ГОСТ 2.710-81, указывают около изображения функциональной группы (сверху или справа).

13. При изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства указывают рядом с каждой составной частью, как показано на рис. 1.2.5. 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) (см. рис. 1.2.6).

14. На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав ЭС и показанные на схеме.

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 (Э8), 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.

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 (рис. 1.2.9). 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 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 — ПЭЗ. При этом в основной надписи указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».

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

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.

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, как показано на рис. 1.2.11.

Следует заметить, что при внесении в перечень на отечественную элементную базу указывают технические условия или государственные стандарты (например, стабилизатор 2С156А СМЗ.362.805ТУ), а на импортную — название производителя, например, микросхема ADM213EARS Analog Devices и т. п.

Таким образом, схемная КД определяет все входящие в ЭС элементы и электрические связи между ними. Однако для однозначного понимания и чтения схем необходимо тщательно ознакомиться с входящими в них элементами и комплектующими изделиями, знать сферу применения и принцип работы рассматриваемого устройства, что требует широкого использования дополнительной информации, приводимой в справочниках, спецификациях и в перечнях элементов.