**Назначение документа**

Документ предназначен для стандартизации основных приемов оформления электрических схем в САПР Altium Designer. Данное соглашение следует в обязательном порядке применять при разработке новых схем – принципиальных, соединений, подключения.

Основными целями соглашения являются:

* минимизация количества ошибок, допускаемых при разработке схем;
* повышение читаемости, пригодности к проверкам и сопровождению не только разработчиком схемы, но и его коллегами;
* возможность быстрого и корректного использования схем при отладке готовых печатных плат;
* повторное использование схемотехнических решений без необходимости перерисовывания больших участков схем;
* оформление схем в соответствии с требованиями БНС для возможности последующей сдачи в архив без трудозатрат на переоформление.

**Общие подходы к оформлению схем**

Главный принцип – простота, понятность и однозначность схем. Если функциональное назначение какого-либо участка цепи непонятно и вызывает вопросы, даже легко разрешаемые в процессе дальнейшего изучения схемы, он уже нуждается в немедленной перерисовке. Оформление электрических схем не должно противоречить ГОСТ. Основными документами, на которые стоит ориентироваться, являются:

* ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
* ГОСТ 2.702-75 (2000) Правила выполнения электрических схем
* ГОСТ 2.708-81 Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники
* ГОСТ 2.709-89 Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах
* ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах
* ГОСТ 2.721-74 Обозначения общего применения
* ГОСТ 2.725-68 Устройства коммутирующие
* ГОСТ 2.728-74 Резисторы, конденсаторы
* ГОСТ 2.730-73 Приборы полупроводниковые
* ГОСТ 2.743-91 Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники
* ГОСТ 2.759-82 Элементы аналоговой техники

Все схемы должны читаться слева направо, сверху вниз. Это означает, что все входные цепи и разъемы должны быть сгруппированы у левого края схемы, все выходные – у правого. От этого правила разрешается отходить, если назначение и расположение разъема или участка схемы является очевидным и создает вопросы при размещении в ином месте.

При оформлении должна быть использована метрическая система измерений. Никаких дюймов, аршинов и парсеков.

Должна быть использована актуальная версия Altium Designer. Если при открытии схемы возникают проблемы, вызванные разными версиями, виноват тот, кто использует неактуальную (устаревшую, нелицензионную и т.п.).

Элементы на схеме должны быть сгруппированы по функциональному признаку:

* главное управляющее устройство (микроконтроллер, процессор, модуль и т.п.) – в центре или на отдельном листе;
* интерфейсные микросхемы с «обвесом» – рядом с соответствующими разъемами;
* блоки питания – в нижней части схемы или на отдельном листе;

**Шрифты и текстовые символы**

При оформлении схем должен быть использован шрифт [GOST TYPE AU](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_au.ttf), наклонный, размер 20. Для основной надписи, технических требований и иной дополнительной информации на схеме допускается использовать шрифт размера 16, но не меньше.

Запрещается замена похожих по написанию символов кириллицы на символы латиницы и наоборот. Если цепь называется «+27В», это означает, что буква «В» должна быть набрана кириллицей. Если цепь называется «GND\_MC» в значении «земля микроконтроллера», то буквы «MC» должны быть набраны латиницей.

При записи чисел для отделения целой части от дробной должен быть использован символ запятая. Например, «+3,3В».

**Форматы листов**

Схемы допускается оформлять на листах форматов А4, А3, А3x3, А3x4, А2, А2x3, А1. Основные надписи – в соответствии с ГОСТ 2.104-2006. Если схема с трудом или без запаса помещается на лист, необходимо использовать лист большего формата. Если больший формат недоступен, необходимо разделить схему на несколько листов. В случае многостраничной схемы желательно, чтобы все листы были одного формата.

Шаблоны листов:

* [A1, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a1.schdoc)
* [А1, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a1_next.schdoc)
* [А2, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a2.schdoc)
* [А2, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a2_next.schdoc)
* [А2x3, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a2x3.schdoc)
* [А2x3, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a2x3_next.schdoc)
* [А3, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3.schdoc)
* [А3, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3_next.schdoc)
* [А3x3, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3x3.schdoc)
* [А3x3, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3x3_next.schdoc)
* [А3x4, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3x4.schdoc)
* [А3x4, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a3x4_next.schdoc)
* [А4, первый лист](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a4.schdoc)
* [А4, последующие листы](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:gost_a4_next.schdoc)

**Шаг сетки**

Все электрические объекты (выводы элементов, линии связи, шины и т.п.) размещаются в координатной сетке с шагом 5 мм. Текст (параметры, позиционные обозначения, пояснения, технические требования) допускается размещать в сетке с шагом 2,5 мм. Использование координатной сетки с другим шагом запрещено.

**Цветовое оформление**

Применяются следующие цвета (в кодировке Altium Designer):

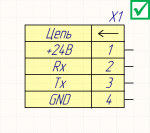
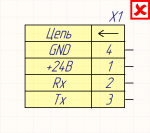
* Все дискретные элементы – 229;
* Заливка прямоугольников микросхем и устройств – 218;
* Все линии связи – 223;
* Контакты – 3;
* Номера контактов – 3;
* Позиционные обозначения и параметры – 223;
* Имена цепей (в том числе земли и питания) – 221;
* Технические требования, основная надпись и пр. – 3.

**Элементы**

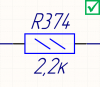
**УГО**

УГО должны быть выполнены в соответствие с ГОСТ.

На УГО разъемов должны быть изображены все контакты, подряд, в порядке увеличения номеров.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:ugo_connector_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic) [](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:ugo_connector_bad.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

Для резисторов необходимо указывать рассеиваемую мощность по ГОСТ 2.728-74. Изображения резисторов без указания мощности допускается использовать только в обоснованных случаях.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:ugo_resistor_power_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

**Параметры**

Обязательно отображение на схеме следующих параметров элементов:

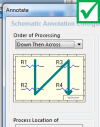
* Для резисторов:
  + сопротивление:
    - от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения (например, «47»),
    - от 1·10^3 до 999·10^3 Ом – в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой “к”, без пробела (например, «10к»),
    - от 1·10^6 до 999·10^6 Ом – в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой “М”, без пробела (например, «1М»),
    - свыше 1·10^9 Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой “Г”, без пробела (например, «100Г»);
  + тип или наименование, если отличается от стандартного.
* Для конденсаторов:
  + емкость:
    - от 0 до 9999·10^(-12) Ф — в пикофарадах без указания единицы измерения (например, «1000»),
    - от 1·10^(-8) до 9999·10^(-6) Ф — в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами “мк”, без пробела (например, «0,1мк»);
    - свыше 1\*10^(-2) Ф - в фарадах с обозначением единицы измерения прописной буквой “Ф”, без пробела (например, «1Ф»);
  + рабочее напряжение (например, 16В);
  + тип или наименование, если отличается от стандартного.
* Для катушек – индуктивность в Гн с обозначением единицы измерения без пробела (например, «10мкГн») и наименование.
* Для всех типов диодов – название, для светодиодов – название и цвет (например, «красный», «IR»).
* Для микросхем и микросборок – полное наименование и пояснения, если нужны.
* Для предохранителей – рабочий ток и наименование.
* Для разъемов – тип разъема и назначение.
* Для устройств – полное наименование; если устройство наше (например, универсальный модуль) – версия, децимальные номера и внутренние названия проектов, из которых заимствовано.

**Позиционные обозначения**

Расположение:

* дискретные элементы – резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы и т.п. – сверху или справа;
* микросхемы, устройства, модули и т.п. – сверху, с выравниванием по правому краю;
* разъемы – над частью, показывающей тип разъема (вилка/розетка).

Все позиционные обозначения должны присваиваться автоматически. Порядок присвоения – сверху вниз, слева направо.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:designators_order_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

**Линии связи**

Линии связи не должны пересекать другие элементы схемы – текст, УГО и пр. Запрещается размещать линии связи на расстоянии менее 5мм от УГО, к которым они не подключаются.

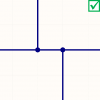
[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connections_cross_bad.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

Линии связи должны быть проложены так, чтобы минимизировать их длину и количество пересечений. Все изгибы линий связи должны быть произведены под углом 90 градусов. В редких обоснованных случаях разрешается применять изгибы под углом 45 градусов.

Линии связи не должны иметь разрывов и неявных подключений в других частях схемы. Только от контакта к контакту. Исключениями являются только линии питания, земли, а так же правильно (в соответствии с данным соглашением) оформленные шины.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connections_cut_bad.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

Запрещается использовать крестовые подключения линий связи. Если без этого не обойтись, необходимо включить опцию «Convert Cross-Junctions».

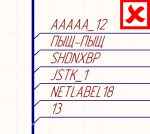
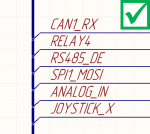
[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connection_cross_junction_bad.png?id=electronic_conventions%3Aschematic) [](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connection_cross_junction_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic) [](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connection_cross_junction_ok.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

Так же при работе необходимо включить опцию «Display Cross-Overs».

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:connection_cross_over_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

**Названия цепей**

Все названия должны быть осмысленные, без нелепых сокращений, набраны латиницей. Названия цепей должны быть расположены рядом с местами их подключения. Отметки о названии не должны противоречить друг другу – у одной цепи не должно быть больше одного названия.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:net_label_bad.png?id=electronic_conventions%3Aschematic) [](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:net_label_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

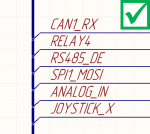
**Использование шин**

Шины применяются только для удобства прокладывания линий связи. Категорически запрещается использовать шины для ветвления: к шине могут быть подключены только две линии с одинаковыми названиями цепей.

Использование шин рекомендовано в следующих случаях:

* для подключения процессора или модуля с большим количеством выводов(см. ниже);
* для оформления многостраничных схем (см. ниже);
* для простоты отображения однотипных или связанных сигналов (шины адреса и данных, сигналы управления полумостами и т.п.);

Подключение к шине осуществляется с помощью соответствующего элемента.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:net_label_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

В общем случае рекомендуется применять шины как можно реже, потому что их наличие в любом случае затрудняет читаемость схемы.

Вот [пример](http://wiki.dep111.rtc.local/_media/electronic_conventions:bus_bad.pdf) схемы, оформленной в соответствии с ГОСТ (но не настоящим соглашением), в котором шины используются много и с душой. Не делайте так.

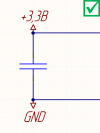
**Использование жгутов**

Использование жгутов запрещено.

**Питание и земля**

Отдельное обозначение питания и земли применяется, только если используется больше чем в двух местах.

Для обозначения питания и земли должны использоваться символы «Arrow».

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:power_label_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

Названия цепей питания формируются следующим образом: [знак «+» или «-»] [число – напряжение] [русская буква «В»]. Например, «-5В», «+12В», «+3,3В».

Названия цепей земли должны содержать строку «GND». Стандартными обозначениями являются:

* GND – для общей земли в простых схемах;
* SGND – для сигнальной земли;
* DGND – для цифровой земли;
* AGND – для аналоговой земли;
* PGND – для силовой земли.

В сложных схемах при необходимости использования большого числа однотипных, но не связанных цепей, к их названиям добавляются соответствующие подстроки. Например, «GND\_MCU», «GND\_RS485», «GND\_CAN», «+5В\_MCU».

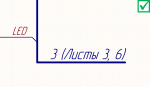
**Подключение МК и сложных функциональных устройств**

Центральные элементы в схеме – обычно это микроконтроллеры, универсальные модули или другие сложные функциональные устройства – подключаются напрямую или шиной. Подключение шиной имеет смысл, если линий связи очень много и при прямом подключении они слишком усложняют схему. В этом случае необходимо чётко держаться следующего правила. Центральное устройство обводится шиной. Все внешние подключения к шине подводятся снаружи. Внутри – только линии подключения непосредственно к контактам устройства. Допускается внутри зоны, обведенной шиной, размещать элементы, имеющие прямое отношение к устройству – резисторы для задания режима загрузки, схемы сброса, кварц, конденсаторы по питанию. Таким образом, к шине подводится ровно по две линии связи с одинаковым названием цепи: пришедшая снаружи и подключенная к устройству. Ещё раз: категорически запрещается создавать более двух отводов одной цепи.

**Многостраничные схемы**

Допускается создавать многостраничные схемы. В этом случае элементы должны быть распределены и сгруппированы по листам согласно функциональному признаку: листы схем питания, лист с микроконтроллером, лист с Н-мостом и обвесом и т.п.

Листы должны быть соединены шинами. Шины должны обрываться у края листа и иметь подпись: номер шины и отметку о том, на каких листах расположены её продолжения.

[](http://wiki.dep111.rtc.local/_detail/electronic_conventions:bus_label_good.png?id=electronic_conventions%3Aschematic)

**Схема может считаться оформленной, если:**

* На схеме нет элементов с неопределенными значениями параметров. Все сопротивления, емкости и т.п. должны быть рассчитаны и указаны. Допускается ставить отметку «подбирается при настройке», но лишь в обоснованных случаях.
* Все позиционные обозначения проставлены автоматически – и верно.
* Все основные надписи правильно заполнены. Включая названия схемы, название проекта, имя автора и пр.
* Схема компилируется без ошибок и замечаний.