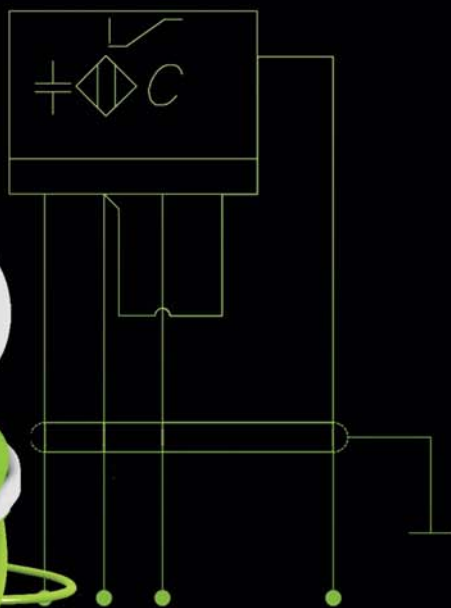


Верма Г.  
Вебер М.

**ав**  
сапр  
от а до я

# AutoCAD Electrical 2016

## *Подключаем 3D*



**ДМК**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

УДК 721.01:004.9AutoCAD Electrical  
ББК 32.2с515  
В34

В34 Верма Г., Вебер М.  
AutoCAD Electrical 2016. Подключаем 3D / пер. с англ. Л. Е. Галашкиной, А. М. Алексеевой. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 384 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-340-6

Это обновленное и дополненное издание книги «AutoCAD Electrical 2015 Подключайтесь!», при написании которой авторы ставили перед собой задачу сделать ее понятной и простой в освоении. По отзывам читателей цель была достигнута, и книга стала источником базовых знаний.

Новое издание дополнено такими важными разделами, как настройка свойств проекта и создание пользовательских графических образов компонентов. Также рассмотрены инструменты создания 3D-объектов с электротехническими свойствами в программе Autodesk Inventor. Добавленные в версию 2016 инструменты электро-механической связи позволяют интегрировать схемную часть проекта и трехмерную модель изделия, в чем так нуждается современное промышленное проектирование.

Издание предназначено всем пользователям AutoCAD и Autodesk Inventor, которым необходимо в своей работе создавать электрические схемы и электромеханические объекты.

УДК 721.01:004.9AutoCAD Electrical  
ББК 32.2с515

Все права защищены. Никакая часть данной публикации не может воспроизводиться или распространяться в любой форме и любыми средствами, храниться в базе данных или поисковой системе без предварительного разрешения CAD/CAM/CAE Works. Контакт для получения прав доступа: [cadcamaeworks@gmail.com](mailto:cadcamaeworks@gmail.com).

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-1511878678  
ISBN 978-5-97060-340-6

Published by CAD/CAM/CAE Works, USA. Copyright © 2015  
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2016

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>13</b>
<b>Об авторах .....</b>	<b>15</b>
<b>Глава 1. Основы создания электрических схем .....</b>	<b>16</b>
Необходимость схем .....	17
Документы электрической части проекта .....	17
Схема электрическая принципиальная.....	18
Схема соединений .....	19
Таблицы соединений и кабельный журнал .....	19
Общая схема .....	20
Спецификация (перечень элементов) .....	21
УГО в электрических схемах .....	21
Кнопки включения .....	21
Многопозиционные переключатели .....	23
Выключатели/Разъединители .....	23
Предохранители/трансформатор /реакторы.....	23
Реле/контакты.....	23
Управление двигателем .....	24
Каналы ввода/вывода ПЛК .....	24
Клеммы/Соединители.....	24
Разные УГО .....	25
Электронные приборы .....	25
Провода и их технические характеристики .....	28
Типы проводников.....	28
Характеристики проводов .....	28
Стандартные калибры проводов .....	28
Маркировка контактов.....	29
<b>Глава 2. Введение в AutoCAD Electrical и интерфейс .....</b>	<b>30</b>
Введение в AutoCAD Electrical .....	31
Системные требования к AUTOCAD ELECTRICAL 2016 .....	31
Дополнительные требования для работы с большими объёмами данных, облаками точек и 3D-моделирования.....	32
Запуск AutoCAD Electrical 2016 .....	33
Создание нового чертежа .....	33
Назначение стандартных шаблонов .....	33
Электротехнические шаблоны .....	35
Заголовок .....	35
Изменение цветовой схемы .....	38
Меню приложения.....	39
Варианты создания нового чертежа .....	40
Создание чертежа.....	42
Создание подшивки .....	44

---

Открытие файла .....	46
Открытие файла чертежа .....	48
Сохранить .....	49
Сохранить как .....	50
Экспорт .....	51
Публикация .....	53
Печать .....	55
Панель вкладок чертежей .....	56
Область чертежа .....	58
Командная строка .....	58
Нижняя панель .....	60
Диалоговое окно Режимы рисования .....	61
<b>Глава 3. Управление проектом .....</b>	<b>68</b>
Рабочий процесс в AutoCAD Electrical .....	69
Создание проекта .....	69
Свойства проекта .....	72
Вкладка Параметры проекта .....	72
Вкладка Компоненты .....	76
Вкладка Номера проводов .....	79
Вкладка Перекрестные ссылки .....	82
Вкладка Стили .....	83
Вкладка Формат чертежа .....	84
Открытие файла проекта .....	84
Новый чертеж в проекте .....	84
Обновить .....	86
Список задач проекта .....	86
Обновление/переназначение позиционных обозначений в проекте .....	87
Настройка отображения списка чертежей .....	90
Печать и публикация .....	91
Печать проекта .....	91
Публикация в сети Интернет .....	92
Публикация в DWF/PDF/DWFX .....	95
Упаковать проект .....	97
Удаление, замена и переименование чертежей в проекте .....	99
Вкладка Местоположение в Диспетчере проектов .....	100
Фильтрация по функциональным группам и местам .....	101
Поле поиска .....	101
Панели Подробности и Соединения .....	102
<b>Глава 4. Вставка компонентов .....</b>	<b>105</b>
Электрические компоненты .....	106
Вставка электрических компонентов с помощью Графического меню .....	106
Позиционное обозначение компонента .....	107
Данные каталога .....	109
Раздел Описание .....	112
Раздел Перекрестная ссылка .....	112
Код функциональной группы и код места .....	115

Раздел Выводы .....	115
Обозреватель каталогов .....	116
Пользовательский список .....	119
Список оборудования .....	121
Список монтажных панелей.....	125
Пневматические компоненты .....	126
Гидравлические компоненты.....	127
Трубопроводы, КИПиА.....	128
Конструктор графических образов .....	128
Добавление нового образа в графическое меню .....	132
Резюме .....	137
<b>Глава 5. Провода, цепи, многозвенные цепи .....</b>	<b>138</b>
Введение .....	139
Провода .....	139
Провод.....	139
22,5 градуса, 45 градусов, 67,5 градуса .....	141
Задать взаимосвязи компонентов.....	141
Пересечение проводов .....	142
Многопроводная шина .....	143
Создание многопроводных шин .....	143
Многозвенные цепи .....	145
Вставить многозвенную цепь .....	146
Настройка сетки по осям XY.....	147
Настройка зон по оси X .....	148
Нумерация проводов.....	152
Номера проводов.....	152
Нумерация 3-фазных цепей .....	154
Каналы ввода/вывода ПЛК .....	155
Выноски с номерами проводов и метки.....	156
Выноска номера провода .....	156
Метки цвета/сечения проводов.....	157
Метки проводов на линиях соединений.....	159
Обозначения кабелей и Т-соединений .....	160
Обозначения кабелей.....	160
Несколько обозначений кабелей .....	161
Т-образные обозначения символов узлов .....	163
Обозначения Т-образных угловых соединений .....	163
Конструктор цепей .....	164
Практика .....	164
Создание нового чертежа .....	164
Изменение основной надписи.....	165
Построение проводников.....	166
Назначение проводам номеров и меток .....	171
Размещение 3-фазного двигателя .....	171
Добавление графического образа заземления .....	176
Завершение построения схемы .....	177
Задание .....	178

**Глава 6. Редактирование проводов, компонентов и цепей ... 180**

Введение .....	181
Инструмент Правка .....	181
Внутренняя перемычка.....	182
Включить/отключить фиксацию позиционного обозначения .....	184
Копировать назначение каталога .....	185
Данные пользовательской таблицы.....	187
Удаление компонентов .....	187
Копирование компонентов .....	189
Раскрывающийся список Цепь .....	189
Копирование цепи.....	190
Перемещение цепи .....	191
Сохранение цепи в графическом меню .....	191
Раскрывающийся список Изменить компоненты .....	193
Быстрое перемещение.....	193
Выравнивание компонентов.....	193
Перемещение компонентов .....	195
Обратить/перевернуть компонент.....	196
Переназначение позиционных обозначений компонентов.....	197
Переключение состояний контактов.....	197
Перестановка/обновление блоков .....	198
Замена блока .....	198
Обновление блока.....	198
Раскрывающийся список Изменить атрибуты.....	201
Раскрывающийся список Изменить перекрестные ссылки компонентов .....	202
Перекрестная ссылка компонента.....	202
Скрыть/Показать перекрестные ссылки .....	205
Обновить автономные перекрестные ссылки .....	205
Панель Буфер обмена цепи.....	205
Редактирование проводников или номеров проводов .....	206
Редактировать номер провода .....	206
Зафиксировать номер провода .....	207
Переставить номера проводов.....	207
Найти/Заменить номера проводов.....	207
Скрыть номера проводов и Показать номера проводов.....	207
Обрезать провод.....	208
Удаление номеров проводов .....	209
Перемещение номера провода .....	209
Добавить звено .....	209
Корректировать многозвенную цепь .....	210
Перенумерация ссылок многозвенной цепи.....	211
Редактирование проводников .....	212
Растяжение проводников .....	212
Изгиб проводников .....	213
Отображение проводов.....	213
Проверка/трассировка провода .....	214
Раскрывающийся список Изменить тип провода.....	216

Создать/редактировать тип провода.....	216
Изменить/преобразовать тип провода.....	217
Перевернуть номер провода.....	218
Включить/отключить размещение номера провода на линии соединения.....	218
<b>Глава 7. ПЛК, соединители, клеммы .....</b>	<b>219</b>
Введение .....	220
Размещение ПЛК (параметрическим способом) .....	227
Размещение ПЛК (полные блоки) .....	230
Раздел Адресация.....	231
Раздел Используется .....	232
Позиционное обозначение.....	232
Параметры.....	233
Линия 1/Линия 2 .....	233
Изготовитель .....	233
Каталожный номер.....	233
Сборка .....	233
Поиск в каталоге .....	234
Описание .....	234
Раздел Описание точки ввода/вывода .....	234
Список описаний.....	235
Выводы .....	235
Просмотр/редактирование разнородных атрибутов .....	235
Номинальные значения .....	235
Соединители .....	235
Вставить соединитель.....	235
Вставка соединителя (из списка) .....	237
Вставить разветвитель.....	238
Клеммы.....	238
Размещение клемм с помощью инструмента Обозреватель каталогов .....	238
Многоуровневые клеммы.....	239
<b>Глава 8. Практика .....</b>	<b>240</b>
Введение .....	241
Практика .....	241
Практика 1 .....	241
Практика 2 .....	251
Практика 3 .....	262
Самостоятельная работа 1 .....	271
Самостоятельная работа 2 .....	272
Самостоятельная работа 3 .....	272
Самостоятельная работа 4 .....	273
Самостоятельная работа 5 .....	273
<b>Глава 9. Компоновка монтажной панели .....</b>	<b>274</b>
Введение .....	275
Графическое меню вкладки Монтажная панель .....	276

Список схем .....	281
Вставка компоновочных образцов вручную .....	283
Меню изготовителя .....	284
Номер позиции .....	284
Аннотация проводов .....	286
Монтажная панель в сборе .....	287
Редактор клеммных колодок .....	289
Формирование таблиц клемм .....	292
Вставка клемм.....	295
Редактирование компоновочных образцов.....	295
Правка .....	296
Копирование компоновочных образцов .....	296
Удаление компоновочных образцов .....	297
Изменить последовательность позиций.....	299
Выпадающее меню Копировать код .....	299
Копирование сборки .....	301
<b>Глава 10. Отчеты .....</b>	<b>312</b>
Введение .....	313
Отчеты по схемам .....	313
Отчет «Спецификация».....	313
Отчет «Компонент».....	320
Отчет «Кабельный журнал».....	320
Отчет «Список проводов для компонентов».....	320
Отчет «Штырь соединителя» .....	320
Отчет «Адреса и описания каналов ввода/вывода ПЛК» .....	320
Отчет «Соединения компонентов каналов ввода/вывода ПЛК» .....	320
Отчет «Уже используемые модули ПЛК» .....	321
Отчет «Номера клемм» .....	321
Отчет «План клемм» .....	321
Отчет «Сводка о соединителях».....	321
Отчет «Сведения о соединителях».....	321
Отчет «Сводка о кабелях» .....	321
Таблица подключения внешних проводов.....	321
Отчет «Метка провода» .....	321
Отсутствующие данные каталога.....	322
Проверка AutoCAD Electrical .....	323
Проверка DWG .....	324
Динамическое редактирование отчетов на чертеже .....	326
Изменение таблицы .....	328
Изменение строк.....	328
Изменение столбцов.....	328
Объединение .....	328
Формат по образцу .....	329
Стили ячеек таблицы.....	329
Редактировать границы.....	329
Выравнивание текста .....	329
Блокировка ячеек.....	329



---

Формат данных .....	330
Блоки .....	330
Текстовое поле.....	331
Формулы.....	331
Управление содержимым ячейки .....	333
Установление связи ячейки.....	334
Загрузить из источника .....	334
<b>Глава 11. Проект.....</b>	<b>335</b>
Создание нового проекта.....	336
Добавление чертежа в проект .....	338
Размещение многозвенной цепи .....	339
Размещение компонентов.....	340
Размещение других компонентов.....	344
Создание чертежа монтажной панели .....	345
Размещение корпуса .....	347
Размещение кнопок на монтажной панели .....	350
Генерация отчетов.....	353
<b>Глава 12. Взаимодействие AutoCAD Electrical</b> <b>с программой Inventor .....</b>	<b>356</b>
Знакомство с Autodesk Inventor .....	357
Создание электромеханической связи.....	357
Создание новой электромеханической связи.....	357
Связь 3D-модели Inventor и схемы AutoCAD Electrical .....	361
Электропроводки в Autodesk Inventor для AutoCAD Electrical.....	367
Создание электрических компонентов в Autodesk Inventor .....	367
Использование ранее созданной элетромеханической связи .....	360
Добавление группы контактов к детали .....	369
Свойства кабелей детали .....	372
Создание проводов при сборке кабельных трасс .....	374
Изменение формы проводов.....	378
<b>Заключение .....</b>	<b>380</b>
<b>Алфавитный указатель .....</b>	<b>381</b>

## Основы создания электрических схем

Необходимость схем .....	17
Документы электрической части проекта .....	17
УГО в электрических схемах .....	21
Провода и их технические характеристики .....	28
Маркировка контактов.....	29

## Необходимость схем

В этой книге рассматриваются темы, связанные с электрическими схемами, с целью научиться быстро и качественно создавать электротехнические проекты. Поэтому важно знать, для чего нужны электрические схемы и чем может быть полезен AutoCAD Electrical.

Если ваша работа связана с электрическим оборудованием, то вам необходимо иметь достаточно информации, например об электрических соединениях устройств, положении переключателей, электрической мощности устройств и т. п. Почти невозможно запомнить все эти детали, потому что в проекте могут быть тысячи проводов и сотни переключателей и других устройств. Для постоянного доступа к информации необходимы начерченные или напечатанные схемы. На рис. 1.1 показана электрическая схема.

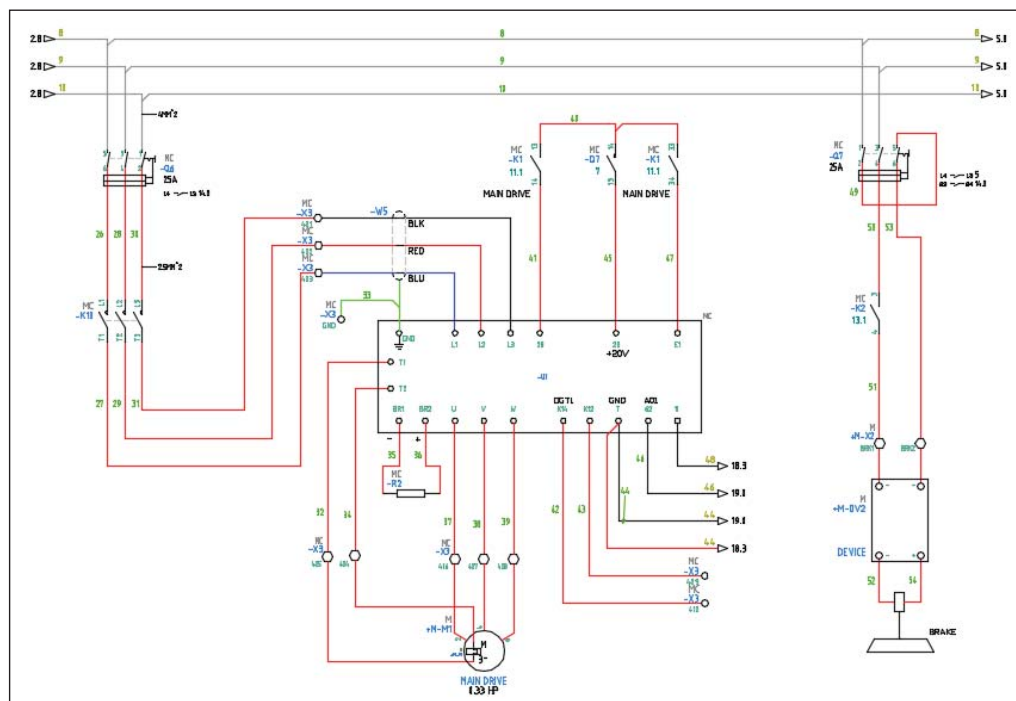


Рис. 1.1. Электрическая схема

## Документы электрической части проекта

Электрическая схема – это совокупность условных графических обозначений (УГО) компонентов и соединений между ними для выполнения конкретных функций. Схемы создаются для жилых помещений, производственных зданий,

электрических щитов и т. п. Документы электрической части проекта можно разделить на следующие категории:

- схема электрическая принципиальная;
- схема соединений;
- таблицы соединений;
- общая схема;
- спецификация (перечень элементов).

### Схема электрическая принципиальная

На схеме электрической принципиальной показываются электрические соединения между компонентами, она содержит:

- условные графические обозначения (УГО) электрических компонентов;
- линии для обозначения проводников, которые соединяют компоненты.

Принципиальные схемы также можно создавать из типовых фрагментов; см. рис. 1.2. Принципиальная схема не имеет никакого отношения к физической форме, размеру или расположению компонентов, и хотя можно было бы выполнить сборку электрического устройства по информации, приведенной в ней, но, как правило, принципиальная схема предназначена для изображения принципа работы устройства.

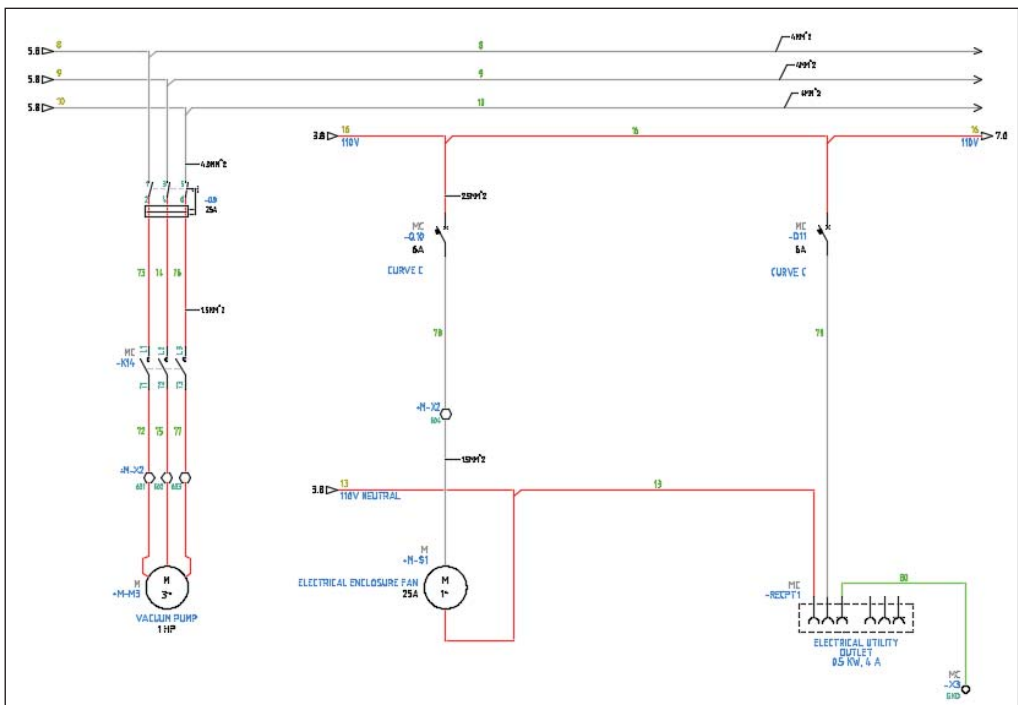


Рис. 1.2. Схема, созданная из типовых фрагментов

## Схема соединений

На схемах соединений показываются все проводки (провода, жилы кабелей) между компонентами, такие как:

- контрольные или сигнальные;
- питания и заземления;
- резервные провода и контакты;
- соединения между клеммными колодками, блоками, штекерами, разъемами, проходными соединителями.

На схеме соединений должна быть такая информация, как нумерация клемм для соединения компонентов между собой. Компоненты схем соединений могут быть показаны в виде блоков без указания электрических соединений внутри. Как правило, эти блоки изготавливаются отдельно, то есть это предварительно собранные электрические узлы или модули. На рис. 1.3 показана схема соединений.

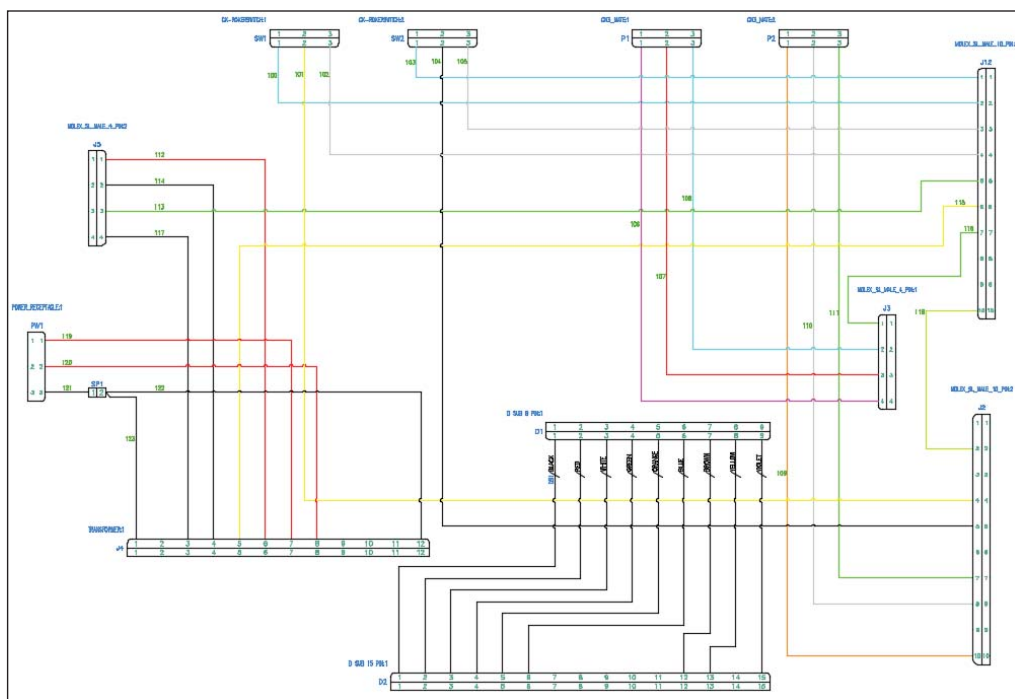


Рис. 1.3. Схема соединений

## Таблицы соединений и кабельный журнал

В таблицах соединений, как правило, указываются уникальные номера проводов, типы (цвета и сечения) проводов, длины, а также адреса «откуда идет» и «куда поступает»; см. рис. 1.4.

№ провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
22	R1/1	C2/+	ПВ3-серый-2	
22	C2/+	C1/+	ПВ3-серый-2	
23	S5/2	R2/1	ПВ3-серый-2	
23	R2/1	C5/+	ПВ3-серый-2	
23	C5/+	C4/+	ПВ3-серый-2	
24	S6/2	C7/+	ПВ3-серый-2	
24	C7/+	R3/1	ПВ3-серый-2	

Рис. 1.4. Таблица соединений

Данные о жилах кабеля, уникальные обозначения кабелей, номера (обозначения) жил, их цвет и сечения, маркировки, длины, адреса «откуда идет» и «куда поступает» и другая информация представлены в кабельном журнале.

## Общая схема

Общая схема – это функциональная схема, которая показывает и описывает основную принцип работы оборудования и обычно выполняется до принципиальной электрической схемы.

На общих схемах часто не показываются реальные компоненты и проводки, они используются для показа проводок между панелями управления и оборудованием. На рис. 1.5 показана общая схема.

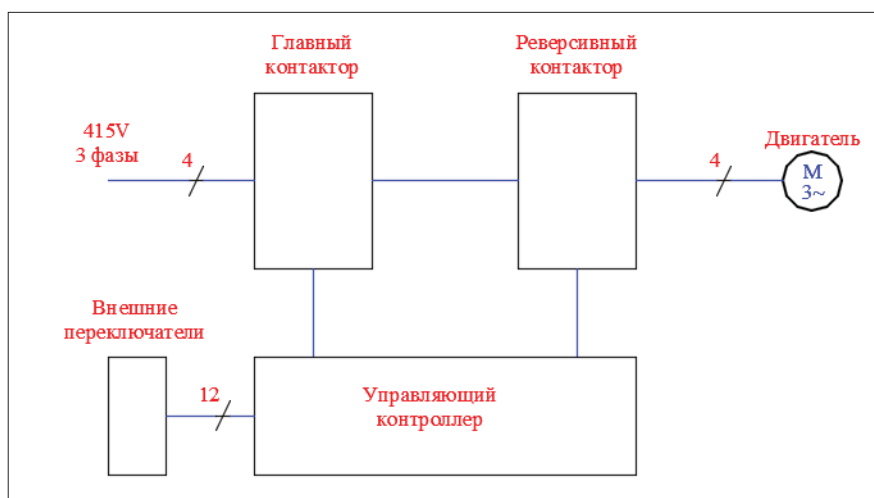


Рис. 1.5. Общая схема

## Спецификация (перечень элементов)

Спецификация (перечень элементов) – это обязательное приложение к схеме. Она содержит важную информацию:

- обозначения компонентов на схеме, описания компонентов, каталожные номера (типы) и другую информацию;
- спецификация используется для того, чтобы найти и сопоставить уникальное позиционное обозначение компонента с его условным графическим обозначением (УГО) на схеме.

Пкрав. примен.	Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	A1	ПЛАТА	1	
	C1	Конденсатор К73-17-630В-0,47мкФ-10% ТУ677849-638	1	
	C2...C7	Конденсатор МБГЧ-1-500В-4мкФ-10% ОЖ0.462.049ТУ	6	
	F1	ВСТАВКА ПЛАВКАЯ ВП66-36-2,0 А ОЮ0.481.021ТУ	1	
	F2...F5	ВСТАВКА ПЛАВКАЯ ВП66-40-6,3 А ОЮ0.481.021ТУ	4	

Рис. 1.6. Перечень элементов

Мы познакомились с разными типами электрических схем, эти схемы содержат различные условные графические обозначения компонентов. Следующий раздел посвящен обзору УГО компонентов, включенных в графическую базу данных AutoCAD Electrical 2016.

## УГО в электрических схемах

Графическая база данных AutoCAD Electrical 2016 содержит большое количество разнообразных условных графических обозначений (УГО) компонентов. Инструмент **Графическое меню** используется для выбора нужного УГО по названию или по изображению для последующего размещения; см. рис. 1.7.

Для удобства выбора нужного УГО графическое меню разделено на категории (разделы), некоторые из которых представлены ниже.

### Кнопки включения

Раздел графического меню **Кнопки включения** содержит различные УГО кнопок. В окне справа маленькая стрелочка рядом со значком открывает одноименное подменю, например стрелочка около значка **Кнопки включения с подсветкой** на рис. 1.8.

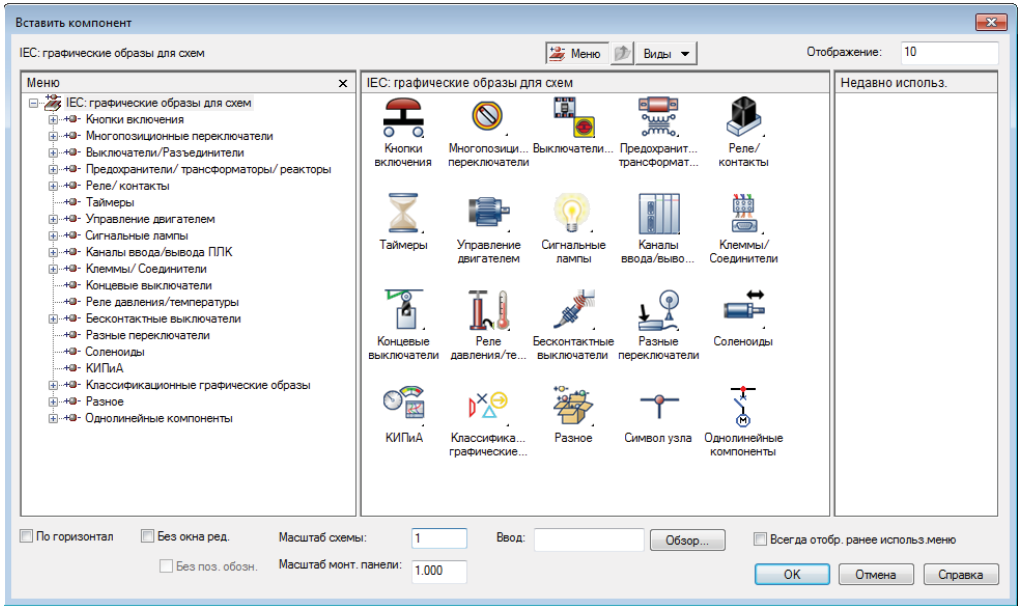


Рис. 1.7. Главное окно графического меню AutoCAD Electrical

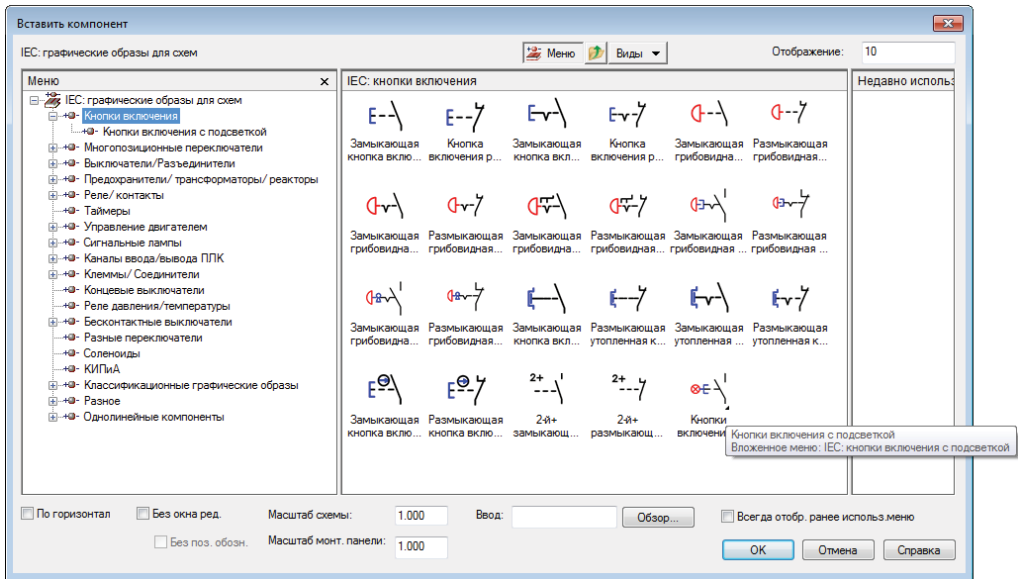


Рис. 1.8. Раздел графического меню Кнопки включения



## Многопозиционные переключатели

Раздел графического меню **Многопозиционные переключатели** содержит два подменю: **3-позиционные переключатели** и **4-позиционные переключатели**. На это указывают стрелочки около одноименных значков (окно справа). Подменю также отображаются в древовидной структуре графического меню (окно слева); см. рис. 1.9.

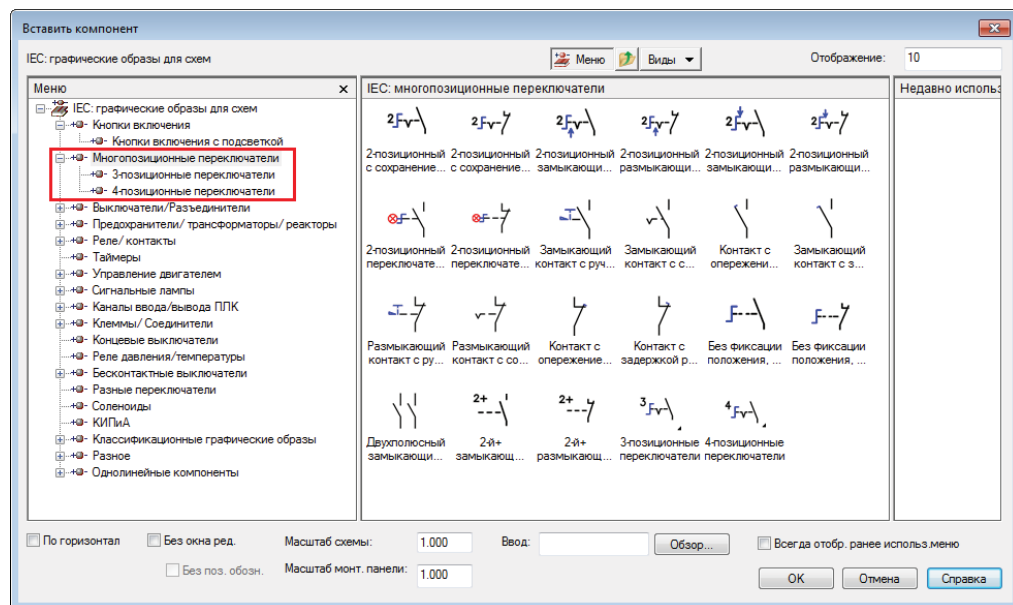


Рис. 1.9. Раздел графического меню Многопозиционные переключатели

## Выключатели/Разъединители

В разделе графического меню **Выключатели/Разъединители** каждый значок открывает одноименное подменю; см. рис. 1.10.

## Предохранители/трансформатор /реакторы

УГО предохранителей и трансформаторов для размещения на схеме выбираются из раздела **Предохранители/трансформаторы/реакторы** и подразделов **Предохранители** и **Трансформаторы**; см. рис. 1.11.

## Реле/контакты

В разделе **Реле/контакты** представлены для выбора и размещения на схеме различные графические образы катушек и управляемых контактов; см. рис. 1.12.

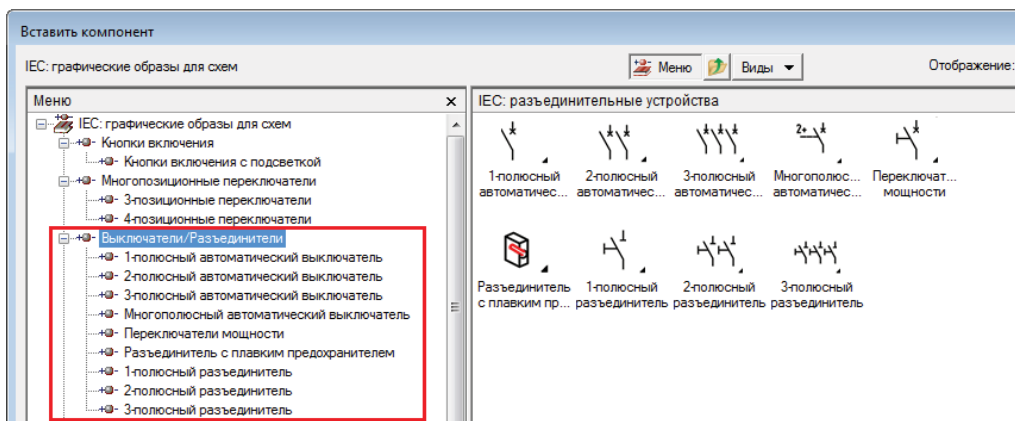


Рис. 1.10. Раздел графического меню Выключатели/Разъединители

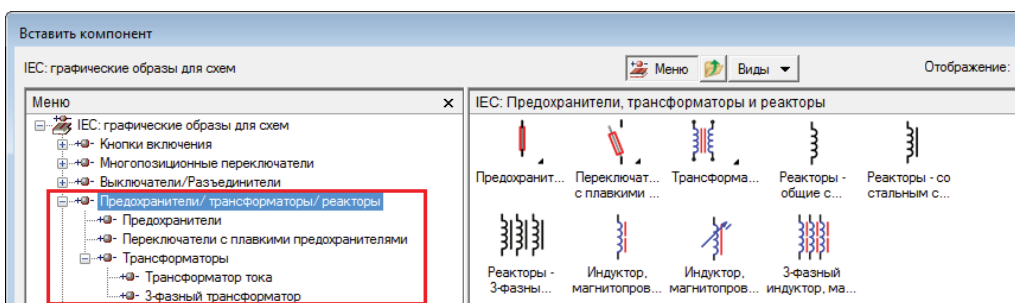


Рис. 1.11. Раздел графического меню Предохранители/трансформаторы/реакторы

## Управление двигателем

Различные графические образы компонентов для создания схем управления двигателями представлены в разделе **Управление двигателем**; см. рис. 1.13.

## Каналы ввода/вывода ПЛК

В разделе **Каналы ввода/вывода ПЛК** представлены различные графические образы компонентов для создания схем с использованием ПЛК (программируемых логических контроллеров); см. рис. 1.14.

## Клеммы/Соединители

Различные УГО клемм, соединителей типа «штырь/гнездо», распределительных устройств, а также метки проводов на линиях соединений представлены в разделе **Клеммы/Соединители**; см. рис. 1.15.

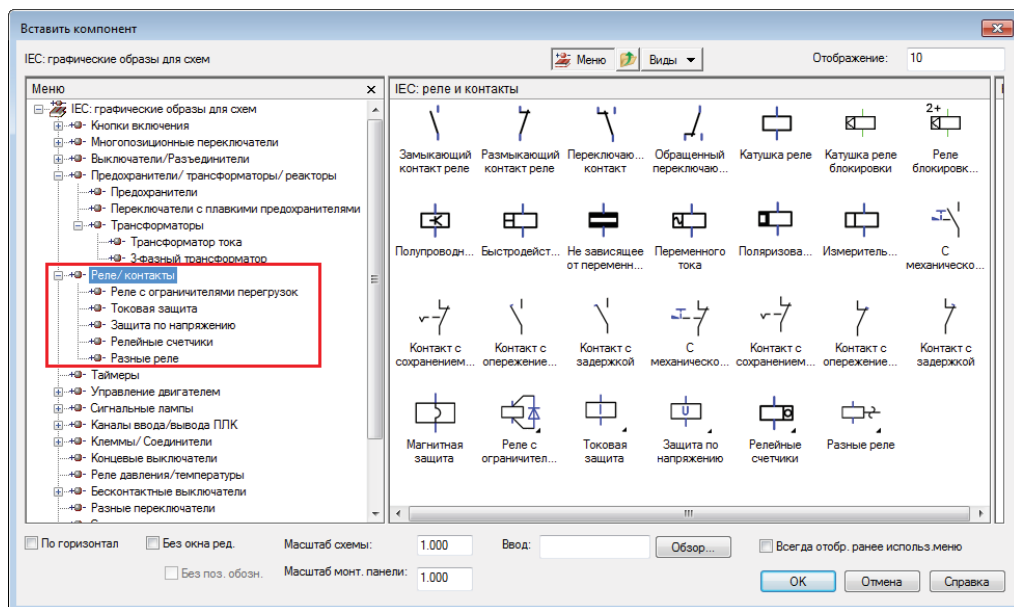


Рис. 1.12. Раздел графического меню Реле/контакты

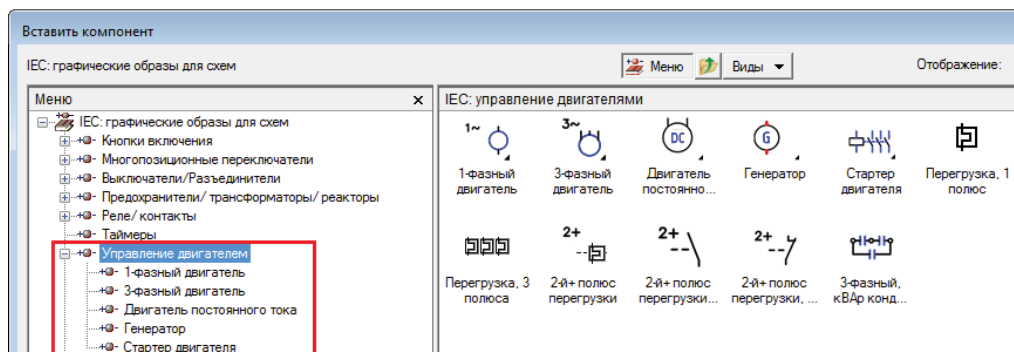


Рис. 1.13. Раздел графического меню Управление двигателем

## Разные УГО

В раздел **Разное** включены разнообразные УГО компонентов для схем, в том числе обозначения кабелей, заземления и экраны; см. рис. 1.16.

## Электронные приборы

Подменю **Электронные приборы** раздела **Разное** содержит УГО резисторов, диодов, конденсаторов и т. п.; см. рис. 1.17.

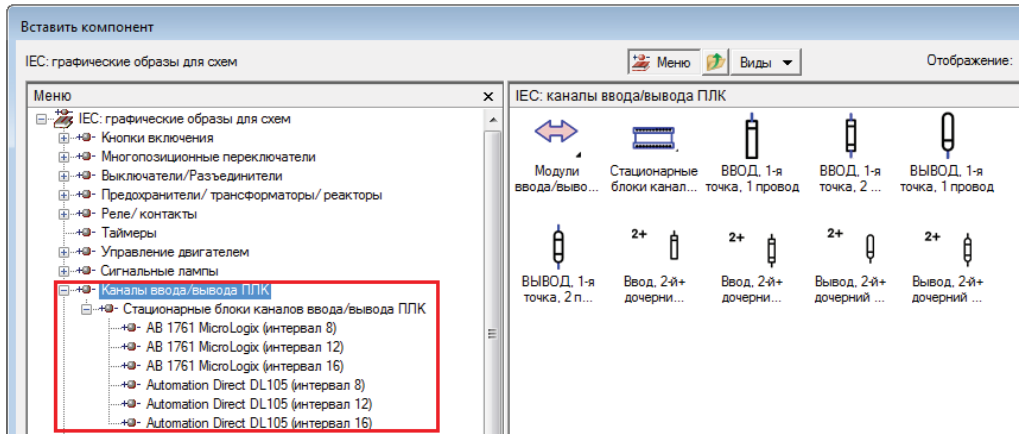


Рис. 1.14. Раздел графического меню Каналы ввода/вывода ПЛК

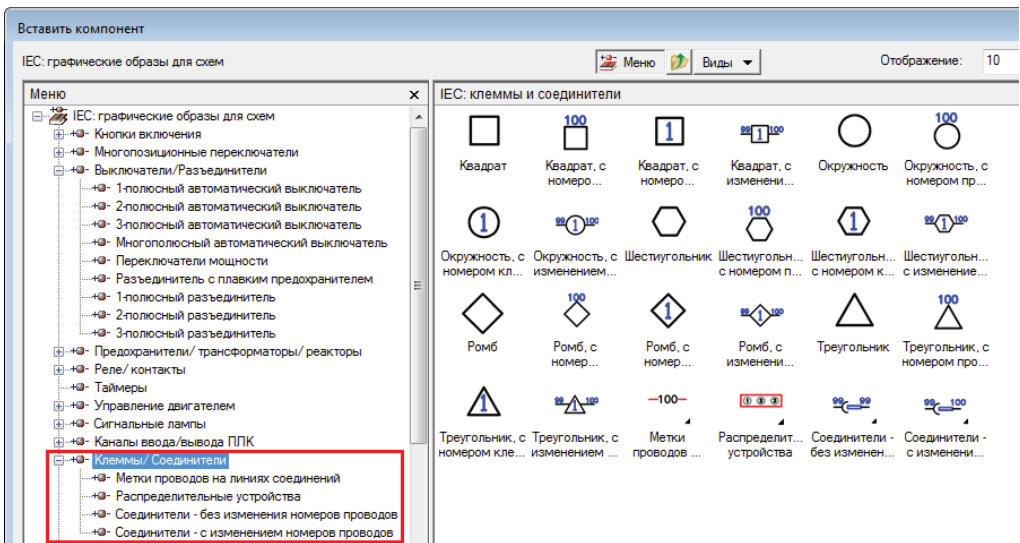


Рис. 1.15. Раздел графического меню Клеммы/Соединители

AutoCAD Electrical содержит все необходимые функции для создания пользовательских УГО компонентов и включения их в графическое меню.

После изучения УГО компонентов следующей важной темой является изучение проводов и их характеристик.

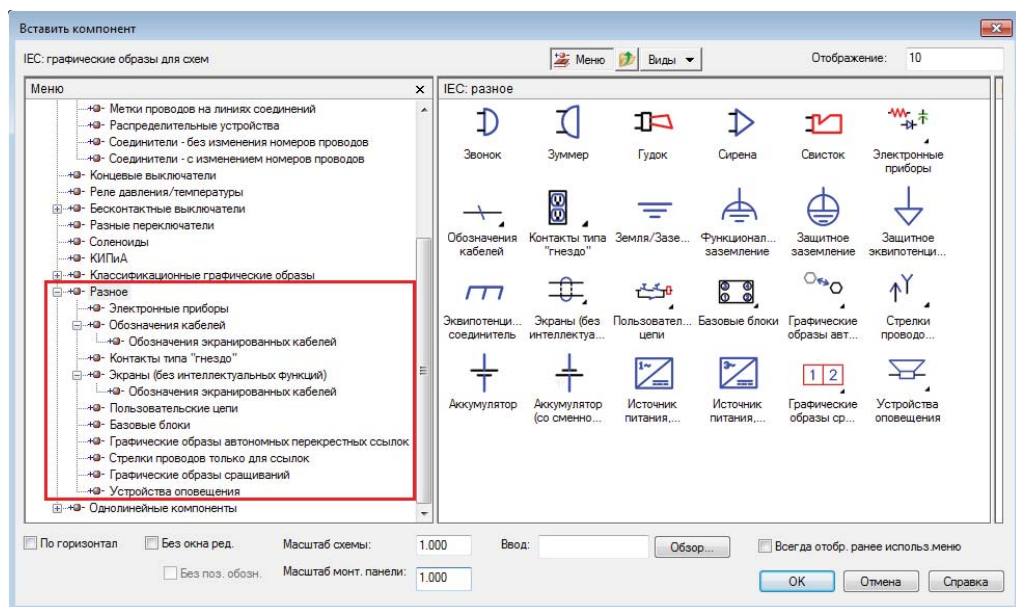


Рис. 1.16. Раздел графического меню Разное

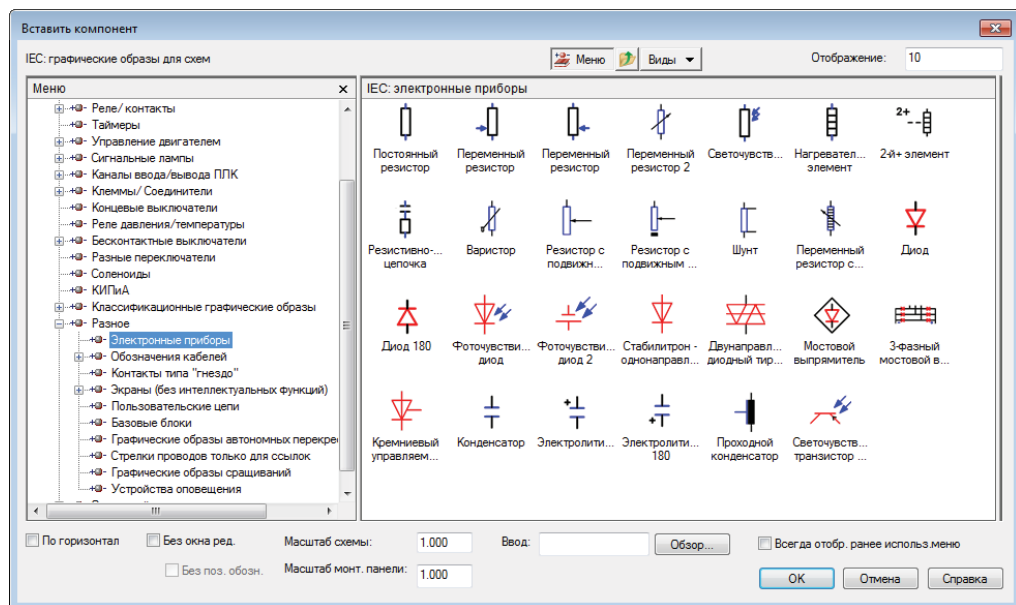


Рис. 1.17. Подраздел графического меню Электронные приборы

## Провода и их технические характеристики

Электротехнические проекты используют широкий спектр различных типов кабелей и проводов, и важно иметь возможность назначать проводам и жилам кабелей нужные характеристики. Неправильно назначенные характеристики могут стать источником проблем в работе устройства и являются небезопасными. Технические характеристики проводов включают:

- материал проводника;
- сечение проводника;
- материал изоляции;
- количество жил.

### Типы проводников

- Одножильные провода не очень гибкие, и это ограничивает их использование. Они в основном используются там, где жесткие соединения предпочтительнее, например в цепях питания. Часто не требуют дополнительной изоляции.
- Для большинства соединений между компонентами используются гибкие провода.
- У проводов с оплеткой (экранированных проводов) внешняя металлическая оплетка не используется для передачи тока и, как правило, подключена к «земле», чтобы обеспечить электрический экран и защитить внутренние проводники от электромагнитных помех.

### Характеристики проводов

Существует несколько способов описания характеристик проводов. Наиболее часто используемым методом является указание количества жил в проводе, диаметра жил, площади поперечного сечения и типа изоляции.

На рис. 1.18 показана маркировка провода:

- «1» означает, что это одножильный провод;
- провод диаметром 0,6 мм с изоляцией ПВХ;
- площадь поперечного сечения 0,28 мм.

### Стандартные калибры проводов

Одножильные провода также можно определять с помощью системы **Standard Wire Gauge** или **SWG**-системы. SWG-номер является эквивалентом диаметра провода; см. рис. 1.19.

Например, 30 SWG соответствует диаметру провода 0,25 мм.

14 SWG соответствует диаметру провода 2 мм.

Чем больше значение SWG, тем меньше диаметр провода.

Существует также система **American Wire Gauge (AWG)**, которая использует тот же принцип, но цифры и размеры не соответствуют **SWG**-системе.

Теперь вы знаете об УГО компонентов, проводах и их характеристиках, следующий раздел посвящен маркировке контактов.

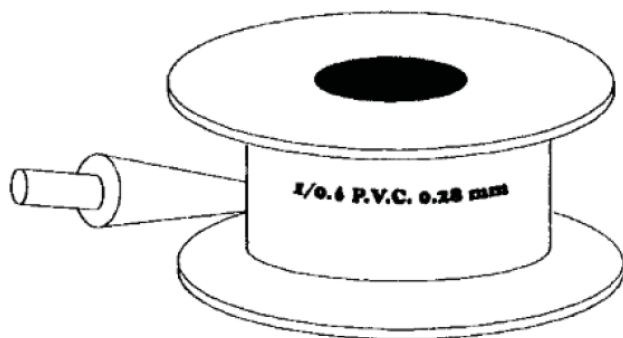


Рис. 1.18. Маркировка провода

## Маркировка контактов

Маркировка контактов используется для идентификации выводов компонентов; см. рис. 1.20. Номера выводов связываются с номерами проводов, определяя электрические цепи.

Контакты катушки, как правило, имеют алфавитно-цифровое обозначение.

Нечетные номера – входные контакты питания.

Четные номера – выходные клеммы.

Главные контакты, как правило, имеют цифровое обозначение.

Нечетные номера – входные контакты питания.

Последующие четные номера – выходные клеммы.

Таким образом, в схемах используются разные способы маркировки контактов.

Таблица SWG

SWG номер	Диаметр
14 swg	2 мм
16 swg	1.63 мм
18 swg	1.22 мм
20 swg	0.91 мм
22 swg	0.75 мм
24 swg	0.56 мм
25 swg	0,5 мм
30 swg	0.25 мм

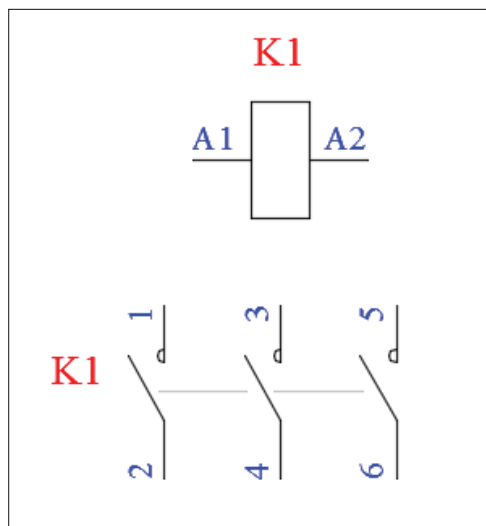


Рис. 1.19. Таблица SWG

Рис. 1.20. Контакты реле

# Введение в AutoCAD Electrical и интерфейс

Введение в AutoCAD Electrical.....	31
Системные требования к AUTOCAD ELECTRICAL 2016 .....	31
Запуск AutoCAD Electrical 2016 .....	33
Создание нового чертежа.....	33
Электротехнические шаблоны.....	35
Заголовок .....	35
Меню приложения.....	39
Панель вкладок чертежей.....	56
Область чертежа .....	58
Командная строка .....	58



## **Введение в AutoCAD Electrical**

В современном мире AutoCAD Electrical завоевал широкое признание среди систем автоматического проектирования (САПР). Он один из основоположников программного обеспечения для автоматизированного проектирования электротехнических систем. Если вернуться назад в историю, то первая версия AutoCAD для персонального компьютера появилась в 1982 году под названием AutoCAD версия 1.0. С 1982 года шёл непрерывный процесс совершенствования AutoCAD. Именно эта особенность позволяет удерживать первое место среди систем автоматизированного проектирования. AutoCAD Electrical построен на платформе AutoCAD. Последняя версия AutoCAD Electrical 2016 – самая продвинутая и передовая из существующих на сегодняшний день. В пользовательский интерфейс AutoCAD Electrical 2016 добавлены новые инструменты и команды. Это позволило AutoCAD Electrical 2016 стать одной из самых удобных программ для пользователя. Версия программного обеспечения 2016 имеет богатые возможности для работы с приложением Autodesk Inventor для создания 3D-моделей с электрическими свойствами и совместного проектирования. Каждый инструмент или команду можно вызвать несколькими способами. AutoCAD Electrical 2016 также предоставляет возможности для настройки интерфейса под требования пользователей.

Хотя AutoCAD Electrical 2016 способен выполнять 3D-операции, в этой книге мы сконцентрируем внимание на 2D-черчении. Сначала мы изучим основы работы в AutoCAD Electrical 2016 и затем разберем интерфейс. Но прежде всего проверьте системные требования, предъявляемые к компьютеру для комфортной работы в AutoCAD Electrical 2016.

### **Системные требования к AUTOCAD ELECTRICAL 2016**

#### ***Операционная система***

- Microsoft® Windows® 8/8.1 Enterprise;
- Microsoft Windows 8/8.1 Pro;
- Microsoft Windows 8/8.1;
- Microsoft Windows 7 Enterprise;
- Microsoft Windows 7 Ultimate;
- Microsoft Windows 7 Professional;
- Microsoft Windows 7 Home Premium.

#### ***Тип процессора***

Минимум Intel® Pentium® IV или AMD Athlon™ 64 процессор.

#### ***Оперативная память***

Для 32-разрядного варианта AutoCAD Electrical 2016: 2 ГБ (рекомендуется 3 ГБ).