



Автоматизированное получение монтажных схем — решение на основе E³.series

Данил Калинин

Настоящая публикация посвящена уникальным функциональным возможностям САПР E³.series, используемым при формировании монтажных схем в производстве электротехнического оборудования. На основе этого функционала компания ПОИНТ предлагает полностью готовое решение для производителей шкафов, панелей и ячеек, обеспечивающее повышение качества работы проектировщика, уменьшение времени на производственный цикл и техническую проверку за счет автоматизированного выпуска технологических и конструкторских отчетов.

Необходимость применения монтажной схемы

Мало кто знает, что скрывается за термином «производство электротехнического оборудования» (в частности, релейных панелей, шкафов и ячеек) в России: какая документация и какие технологии используются сегодня при проектировании, конструировании и сборке дорогостоящего энергетического оборудования. Несмотря на то, что потребность в подобном оборудовании, диктуемая рынком, требует от фирм-производителей творческого подхода к производству, указанный фактор, к сожалению, не очень влияет на качество выпускаемой продукции. Фактически соотношение качества электрооборудования известных брендов отечественного и иностранного производства остается примерно таким же, как и у продукции отечественного и зарубежного автопрома.

В первую очередь рассматриваемая проблема качества вызвана длительным снижени-

ем потенциала (затрат, внимания отраслевых министерств и ведомств) в сфере разработки, освоения и внедрения новых технологий, которое и привело производство к технологическому застою. Оборудование, применяемое в отечественной электротехнической промышленности, либо было актуально еще в 80-90-е годы прошлого столетия (к примеру, столы-линейки для резки проводов, текстолитовые шаблоны для вязки жгутов и др.), либо закуплено за рубежом после его пятилетнего и даже более длительного «пробега».

Таким образом, даже сконструировав нечто новое с помощью современных и мощных электротехнических САПР (или хотя бы с применением систем графического конструирования), мы затем наступаем на те же грабли, а именно — на старые технологии сборки оборудования. Всё сказанное нами применимо и к сборкам релейных панелей, шкафов и ячеек.

Что тут можно сказать? Известно, насколько консервативна отрасль энергетики сама по

Данил Калинин

Ведущий специалист по внедрению САПР компании ПОИНТ. В 2008 году с отличием окончил электротехнический факультет Самарского государственного технического университета по специальности «Автоматизированные электроэнергетические системы».



себе. Установка в шкаф оборудования, резка проводов и их обжим наконечниками, посадка на провода «трубочек» с адресами (иногда даже просто написанными ручкой или маркером), вязка жгутов, подключение аппаратуры, укладка проводников в короба — всё это, как правило, ручные операции. Для данных операций создается конструкторская и технологическая документация в соответствии с принятыми на предприятиях стандартами. Технологическая и конструкторская документация, используемая при реализации проекта, до сих пор, как правило, создается вручную — например чертится тушью, гелевой ручкой или карандашом.

Еще одна, не менее важная составляющая производственного цикла электротехнического оборудования — квалификация работников. Очень часто сварка, сборка конструкций (тех же ячеек, шкафов и панелей) выполняется чуть ли не на глаз, а шероховатости подобного производства дорабатываются по месту каким-нибудь мастером на все руки. Не перевелись, слава Богу, еще Левши на Руси.

Подключение оборудования в шкафах проводят работники, которые порой даже не знакомы с простейшими законами электротехники. При трассировке проводов по шкафу каждый работник предпочитает пользоваться собственным опытом и привычными для него методами. Иными словами, каждый шкаф или панель, собираемая в нашей стране, фактически представляет собой уникальное и неповторимое изделие, даже если оно выполнялось по одной и той же конструкторской и технологической документации.

В связи с проблемами дефицита квалифицированных кадров и применением устаревших технологий производства наиболее простым в освоении, привычным и удобным в обращении является такой конструкторский документ, как

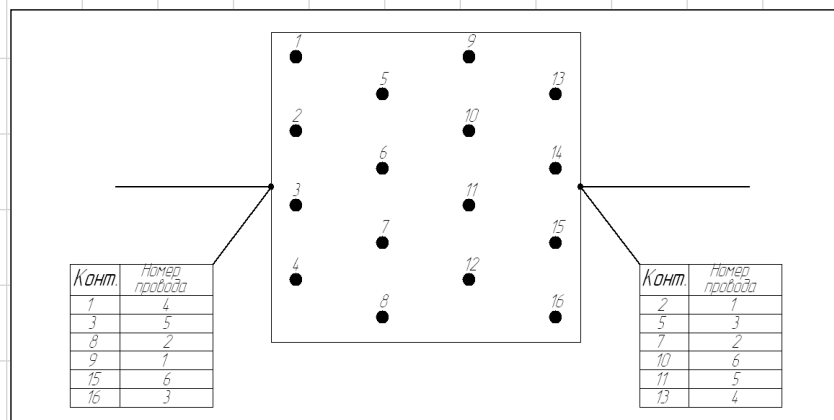


Рис. 1. Порядок выполнения схемы Э4 в соответствии с ГОСТом



монтажная схема. Монтажку в России используют все без исключения специалисты, имеющие непосредственное отношение к сборке, проверке, наладке и эксплуатации электро-технического оборудования. Точно так же на основе монтажной схемы создаются технологические документы для формирования жгутов, раскладки проводников в релейных панелях, шкафах и ячейках.

Поэтому монтажная схема остается самым распространенным и необходимым инструментом отечественного производителя шкафного электротехнического оборудования.

Создание монтажной схемы в E³.series

Чтобы оценить важность документа «монтажная схема», приведем для начала строгое определение, взятое из официальных документов. Монтажная схема в ГОСТ 2.701-2008 называется «Схема электрическая соединений» — с кодом схемы Э4. В упомянутом ГОСТе написано следующее: «...Схема электрическая соединений (монтажная) — документ, показывающий соединения основных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, по которым осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.)».

А вот как в соответствии с ГОСТ 2.702-75 указаны правила выполнения схемы: «На схеме соединений должны быть изображены все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.п.), а также соединения между этими устройствами и элементами». Иллюстрация выполнения такой схемы представлена на рис. 1.

Вне изображенного прямоугольника допускается размещать таблицы, содержащие адреса внешних соединений. При необходимости допускается вводить в данные таблицы дополнительные графы (рис. 2).

И вот тут становится понятным некоторое заблуждение производителей шкафного оборудования. По определению, схема электрическая соединений — это монтажная схема по ГОСТ 2.701-2008, однако фактически данная схема должна отображать лишь общие связи к изделиям — в табличной форме. Таким образом, то, что в просторечии привыкли называть монтажкой, правильно именовать так: «Схема электрическая подключений» с кодом Э5 по ГОСТ 2.701-2008. В данном ГОСТе указано, что эта схема — «документ, показывающий внешние подключения изделия».

В то же время в ГОСТ 2.702-75 детализируются правила выполнения схемы: «На схеме подключения должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т.п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей (многожильных

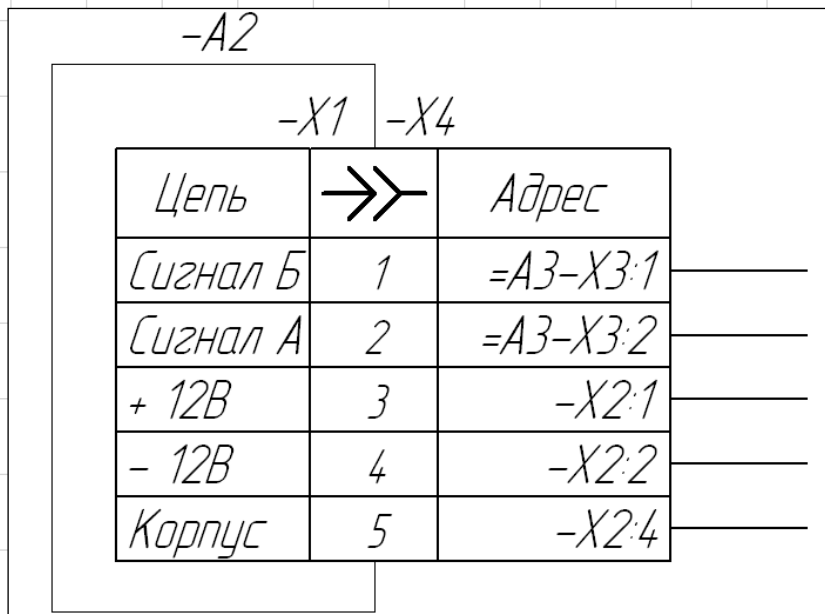


Рис. 2. Порядок создания таблицы на схеме Э4

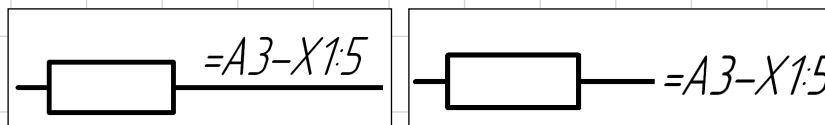


Рис. 3. Примеры выполнения схемы Э5 из ГОСТа

проводов, электрических шнуров) внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия [характеристики внешних цепей и (или) адреса]». Вариант символа такой схемы Э5 показан на рис. 3.

В отечественном производстве, как правило, применяется некий гибрид этих двух типов схем.

Теперь следует сказать несколько слов о плюсах использования такого вида схем.

Основная ценность схемы — ее наглядность: ведь работник, осуществляющий монтаж, подключает провода к выводам, напротив которых указаны адрес и другая информация, касающаяся провода. При этом работник ориентируется в выполняемом монтаже чисто визуально.

Следующий плюс состоит в том, что схема задает приблизительное расположение аппаратов на монтажной поверхности, то есть она частично выполняет функции чертежа компоновки. Поэтому, пользуясь монтажкой, можно полностью выполнить установку оборудования в шкафах. Информация, содержащаяся в надписи рядом с выводом, необходима для подключения проводников, а также служит для разработки технологической документации, таблиц подключения и др.

К положительным моментам можно отнести и легкость проверки правильности подключения (например, работниками службы технического контроля), то есть так называемого

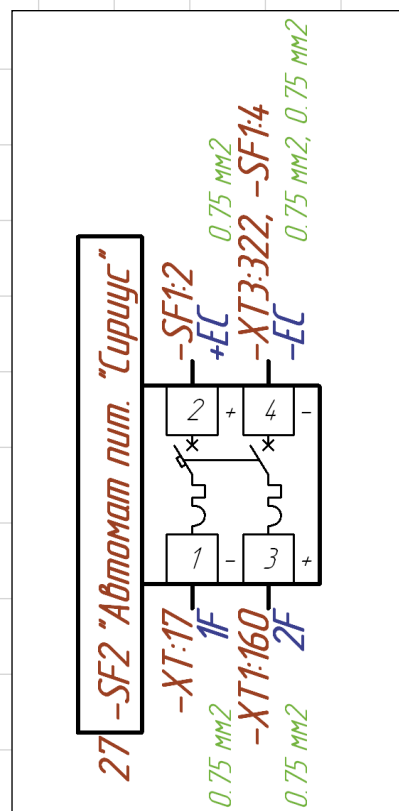


Рис. 4. Типичный символ монтажной схемы

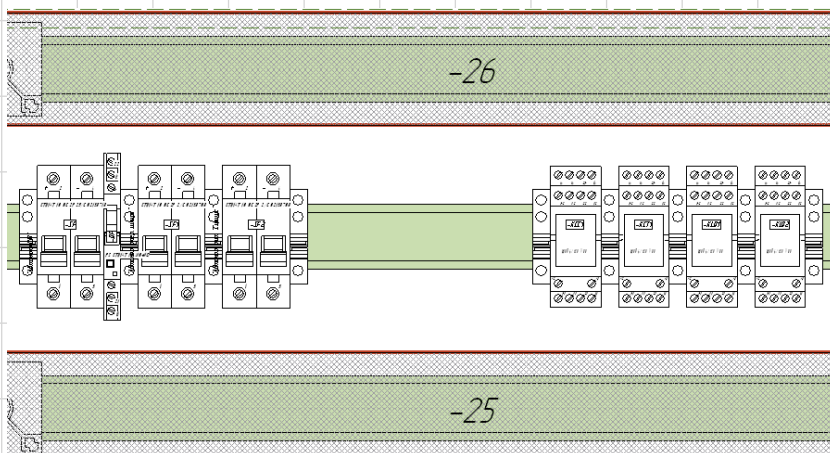


Рис. 5. Фрагмент шкафа до выполнения автотрассировки

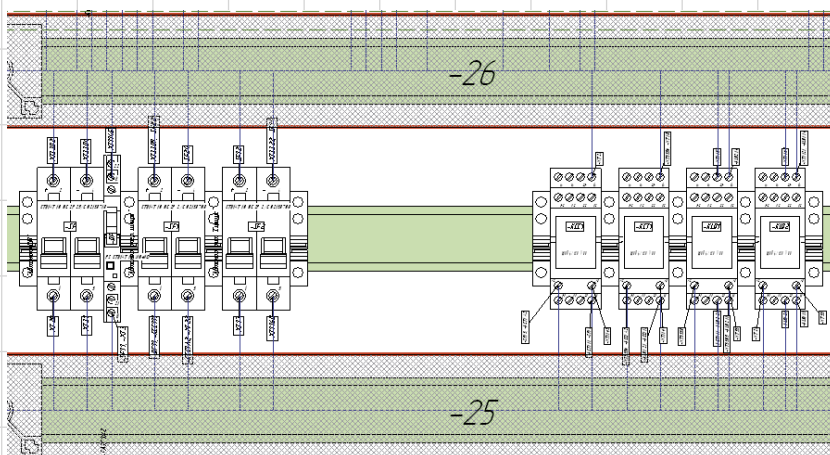


Рис. 6. Фрагмент шкафа после выполнения автотрассировки

прозвона схемы. Поскольку изделия на этой схеме могут быть отрисованы с добавлением части УГО (условного графического изображения принципиальной схемы), ошибки выявить проще. Таким образом, один документ способен заменить сразу несколько отчетов: таблицу подключения изделий, таблицу прозвона цепей, таблицу карты раскладки провод-

ников — и отчасти — чертежи компоновки и чертежи жгута.

Основными минусами подобной схемы являются большой формат листов чертежа (как правило, А3 и выше) и возможность излишней свободы действий работника при выполнении трассировки подключаемых проводников. При работе в некоторых САПР специалисты

проектировщики сталкиваются с проблемами вида (формата) выходных документов. Некоторые из систем проектирования либо вовсе не приспособлены для работы по российским стандартам, либо характеризуются серьезными ограничениями возможности генерации специализированной проектной и технологической документации.

Что касается современных САПР — к ним, в частности, относится *E³.series*, то при работе в них рассматриваемые вопросы решаются достаточно просто.

«Е-куб» — это мощная система сквозного проектирования электротехники, гидравлики и пневматики для отраслей энергетики, авиационного, кораблестроения, машиностроения, приборостроения и перерабатывающей промышленности. Она включает функционал, обеспечивающий формирование любых отчетов по российским стандартам и даже в соответствии с внутренними стандартами предприятия, будь то конструкторский, технологический, бухгалтерский или иной документ.

Многие производители электротехнического оборудования при покупке САПР делают акцент преимущественно на возможности получения монтажной схемы. Поэтому и опытные пользователи *E³.series*, и наши потенциальные клиенты всегда интересуются технологией получения данного типа документа. Проработав их пожелания, мы «научили» *E³.series* делать монтажные схемы в полном соответствии с ГОСТом.

В настоящее время ЗАО «Компания ПОИНТ» включает в комплект поставки системы также базы данных с набором символов для монтажной схемы. В соответствии с ГОСТ 2.702-75 эти символы содержат информацию о подключаемых проводах: обратный адрес, сечение, цвет и др. Сам по себе монтажный символ изображается в виде прямоугольника — с зажимами и условными графическими изображениями внутри него. Указанный символ изделия имеет свою текстовую часть: коды устройства и места, позиционное обозначение, тип, функциональ-

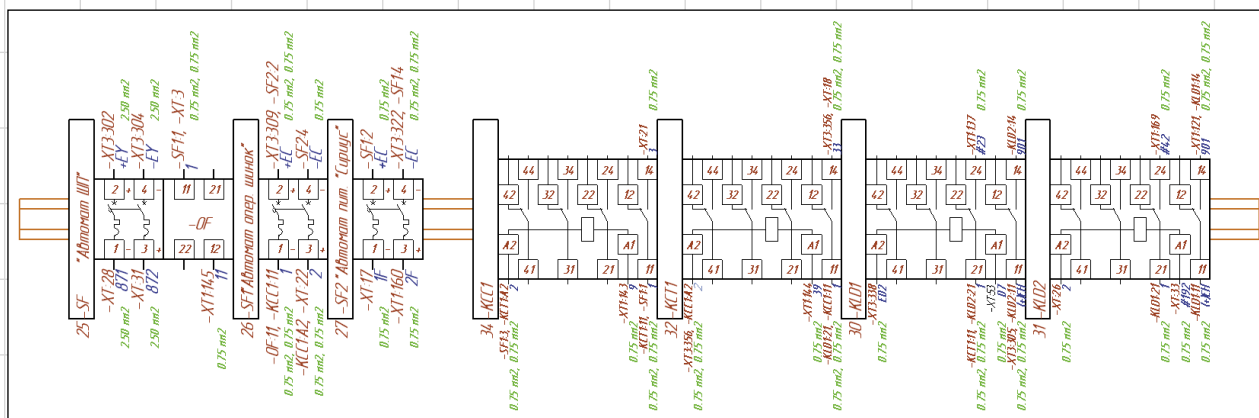


Рис. 7. Фрагмент монтажной схемы



ИНСТРУМЕНТЫ АРМ

ное назначение, позицию на монтажной поверхности и многое другое.

Пример подобного символа приведен на рис. 4.

Процесс автотрассировки фактически запускается нажатием одной кнопки — после чего раскладка проводников по шкафу выполняется в автоматическом режиме (рис. 5 и 6).

Для работы с функционалом монтажной схемы в автоматизированном режиме необходимы модули *E³.cable* и *E³.panel+*. Модуль *E³.cable* нужен для выполнения всех схем и отчетов — принципиальной, монтажной, а также перечня элементов, ведомости покупных и пр. Модуль *E³.panel+* содержит обширный набор функций для создания чертежей компоновки и выполнения автотрассировки — с последующим получением адресов на монтажной схеме (рис. 7). Иными словами, он является своего рода расширением функционала *E³.cable*.

Для создания монтажной схемы достаточно добавить в базу данных *E³.series* монтажные символы изделий. После этого в любом проекте, включающем монтажную схему, появляются следующие возможности:

- для всех однозначных соединений адреса выводов монтажных символов и рядов клемм автоматически размещаются на монтажной схеме еще до трассировки;
- в случае неоднозначных соединений присваивание адресов выводам монтажных символов и рядов клемм выполняется только после трассировки соответствующих проводов и кабелей на чертеже компоновки;
- автоматическое формирование клеммных рядов монтажной схемы;
- все изменяемые надписи монтажных символов на листе схемы соединений активно связаны с соответствующими изделиями. Указанные надписи являются идентичными в различных разделах проекта и могут редактироваться как на монтажной схеме, так и на других листах проекта. При изменении какой-либо надписи на монтажной схеме происходит автоматическое изменение соответствующих надписей во всех остальных разделах проекта. И наоборот: изменение надписи где-либо в проекте (например, на листах с кодом Э3 или Э6) приводит к немедленному изменению на монтажной схеме, чем обеспечивается сквозное проектирование;
- размещение монтажных символов на схеме соединений с кодом Э4 не зависит от размещения моделей соответствующих изделий на чертеже компоновки.

Повышение эффективности производства

При работе в широко применяемых графических пакетах проектировщик вынужден выполнять схемы подобно черчению на кульмане — только инструментом отрисовки становится

электронный карандаш. Сами элементы, будь то линии, тексты или блоки, совершенно не связаны друг с другом.

Во-первых, получаемые документы — абсолютно «мертвые». В них можно применять только простейшие функции редактирования, тогда как текстовая информация, содержащаяся в создаваемых документах, не может быть использована при выполнении последующих автоматизированных операций для других отчетов. Во-вторых, очень велика вероятность появления ошибок из-за ручного редактирования. В-третьих, при внесении какого-либо изменения в один из документов от проектировщика потребуется вручную выполнить соответствующие изменения во всех других связанных с ним документах.

Каждый отчет несет в себе информацию, необходимую для выполнения определенной операции: будь то оформление заказа и закупка комплектующих, сборка шкафов и ячеек, подключение проводов и кабелей, прозвонка изделий и устройств и пр. Каждый из этих документов система *E³.series* может генерировать автоматически. Таким образом, пользуясь этой САПР, можно обеспечить автоматизацию всего производственного цикла — от разработки проекта и закупки необходимого оборудования и материалов до выполнения пусконаладочных работ.

При использовании *E³.series* качество работы проектировщика определяется только правильностью созданных им схем (в смысле логики их функционирования в конкретном изделии), то есть уровнем его знаний и квалификации.

Работа в САПР *E³.series* обеспечивает полную онлайн-связь между всеми документами проекта (схемами Э3, Э4, Э6 и пр.). Поэтому изменение в любом из них немедленно приводит к автоматическим изменениям во всех остальных документах. Поскольку подсчет длины проводов и кабелей в системе также осуществляется автоматически, удельный расход проводников в расчете на одно изделие снижается до 30%. При использовании функционала автотрассировки происходит не только автоматическое распределение по коробам проводов с минимизацией их длины, но и уменьшение степени заполнения коробов до 25%.

Таким образом, реализованная технология выполнения монтажной схемы делает *E³.series* еще более мощным инструментом проектирования, а приобретение системы становится особенно привлекательным для предприятий, производящих шкафы, панели и ячейки. Как показывает опыт внедрения *E³.series*, резко сокращаются сроки технологической подготовки проектной документации для сборочного производства. При этом не требуется ломать существующий на предприятии процесс проектирования, так как решение, предлагаемое в рамках *E³.series*, полностью согласуется с общепринятой технологией производства. ►

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

E³ series

- cable

- Автоматизация формирования общей схемы соединений изделия
- Разработка принципиальной электрической схемы по общей схеме соединений
- Автоматическая генерация схемы соединений
- Двусторонняя связь с трехмерными САД-системами разводки жгутов и кабелей
- Создание сборочного чертежа жгута

- schematic

- Разработка функциональных схем и схем автоматизации
- Разработка электрических принципиальных, однолинейных схем, схем внешних подключений
- Генерация монтажных схем
- Функции обработки контроллеров и генерация таблицы сигналов
- Встроенные функции контроля ошибок проектирования схемы
- Автоматическое формирование таблицы подключений и кабельного журнала

- panel

- Разработка многосекционных шкафов
- 3D-компоновка
- Проверка коллизий размещения оборудования на разных плоскостях
- Автоматическое и интерактивное размещение изделий с учетом монтажных зон
- Расчет и проверка заполнения монтажных коробов
- Подбор и подсчет маркировки проводов и наконечников
- Расчет и генерация таблицы проводов с учетом их длин
- Встроенные функции контроля ошибок процесса компоновки
- Экспорт данных для систем управления проектами и БД склада

Расширенные функциональные возможности

- 100% поддержка ГОСТ
- Многопользовательская версия
- Иерархическая структура проекта
- Использование типовых фрагментов схем в разных проектах
- Встроенный механизм ведения версий и изменений в проекте
- Технологическая подготовка сборки и монтажа шкафов
- Планы размещения оборудования и кабельных трасс

Фирма-разработчик **E³.series**



Авторизованный дистрибьютор **E³.series** в России и СНГ:



115230 Москва, Варшавское шоссе, 36
Тел.: (495) 781-5481 (многоканальный)
Факс: (495) 781-5481
www.e3series.ru point@pointcad.ru