



Внедрение *E³.series* в проектирование схем релейной защиты и автоматики в ОАО «Атомэнергопроект»

Алексей Курятов

Инжиниринговая компания ОАО «Атомэнергопроект» — генеральный проектировщик атомных электростанций, осуществляющий полный комплекс проектно-изыскательских работ по сооружению и модернизации АЭС. За годы существования компании ее специалистами или при их участии было разработано около 120 проектов энергоблоков АЭС с различными типами реакторов, многие из которых были головными.

По проектам компании, в частности, построены и эксплуатируются АЭС «Козлодуй» в Болгарии и АЭС «Темелин» в Чехии, сооружаются АЭС «Бушер» в Иране и АЭС «Куданкулам» в Индии. При участии специалистов компании построена Запорожская АЭС на Украине, АЭС «Норд» и АЭС «Райнсберг» в Германии. На основании проектных разработок компании осуществляется модернизация Курской, Смоленской, Балаковской, Нововоронежской и Билибинской АЭС. В настоящее время в ОАО «Атомэнергопроект» развернуты работы по созданию информационной модели АЭС на базе Нововоронежской АЭС-2.

«САПР и графика»: Каков был предыдущий этап внедрения новых технологий в производство научно-технической продукции (НТП) в ОАО «Атомэнергопроект»?

Алексей Курятов: Ответить на этот вопрос односложно не получится. ОАО «Атомэнергопроект» — довольно крупная организация с большим числом разнопрофильных подразделений (изыскатели, технологи, строители, электрики). Единой среды проектирования у нас никогда не было. Одним специалистам нужен текстовый редактор, другим — расчетная программа, третьим — графический редактор. Естественно, четкой границы внедрения новых технологий не существовало. Что касается нашего подразделения, то предыдущим этапом перестройки технологии проектирования более восьми лет назад фактически стал переход с кульмана на AutoCAD. При этом вопрос дальнейшего внедрения САПР-технологий постоянно обсуждался техническими специалистами, а с недавнего времени подключилось и руководство.

В результате в ОАО «Атомэнергопроект» в проектное производство внедряется 3D-система SmartPlant от разработчика Intergraph, и на ее базе планируется унифицировать работу нескольких подразделений на всех стадиях проектирования.

Мы в нашем отделе тоже знакомимся с этой САПР, однако нас не устроила реализуемая с ее помощью детализация на уровне наполнения шкафа.

Основное направление нашего отдела — проектирование систем релейной защиты, контроля и управления электротехнической частью АЭС (РЗ и СУЗ). Оказалось, что наша часть работы (от разработки электрических схем релейной защиты, контроля и управления до выдачи задания заводу на изготовление конкретных шкафов) на базе SmartPlant реализуется не настолько, насколько нам нужно.

Как вы знаете, в России есть три ОАО «Атомэнергопроект»: в Москве, Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде, и внедрение SmartPlant является отраслевым для всех трех.

Поэтому сегодня одной из основных наших задач является интеграция внедренной у нас САПР *E³.series* со SmartPlant. В частности, мы учитываем, что в эту САПР включен также модуль, отвечающий за документооборот. В связи с этим мы обсуждаем вопросы экспорта проектной документации из *E³.series* в систему SmartPlant.

СГ: Какие еще САПР, наряду с *E³.series*, вы изучали перед ее внедрением в ваш отдел?

А.К.: Что мы еще смотрели? Например, такую САПР, как ePLAN, по функционалу напоминающую *E³.series*. Как нам кажется, ePLAN обладает рядом плюсов, которые, на наш субъективный взгляд, одновременно являются и минусами этой системы.

Например, нам кажется, что необходимые отчетные формы создаются в ePLAN с использованием более дружественного интерфейса, чем в *E³.series*. Безусловно, это можно считать плюсом. Однако, с нашей точки зрения, это

Алексей Курятов

Начальник группы в отделе управления и автоматизации электротехнического оборудования ОАО «Атомэнергопроект». В 2002 году окончил тепло-энергетический факультет МЭИ (ТУ) по специальности АСУ ТП.



минус, поскольку такой подход «зажимает» нас в определенных рамках при разработке форматов документации.

В *E³.series* столь удобного интерфейса по созданию форм пока нет, зато отсутствуют и любые ограничения на форматы проектной документации, поскольку с помощью скриптов, написанных на Visual Basic, можно экспортировать любую проектную информацию и реализовать практически любую требуемую структуру отчетных форм. В результате мы посчитали, что для нас важнее свобода, предоставляемая Е-кубом, так как специалисты нашего отдела имеют достаточный опыт разработки скриптов.

Системой *E³.series* мы пользуемся полтора года, причем сначала закупили на пробу две локальные лицензии. Соответственно был разработан план внедрения САПР *E³.series* в ОАО «Атомэнергопроект». Мы понимали, что перед принятием решения о закупке и переходе на САПР *E³.series* нужно подтвердить принципиальную возможность разработки полной номенклатуры проектной документации отдела, то есть все основные этапы — от электрических схем до документов по кабельным связям и схем внешних соединений.

Как только мы убедились на конкретных примерах, что все необходимые нам на разных этапах проектирования документы действительно можно создавать в Е-кубе, было принято решение о закупке 12 сетевых лицензий.

СГ: Какого рода проблемы вы можете отметить в вашем подразделении в процессе перехода на *E³.series*?

А.К.: Имели место и чисто технические, и психологические проблемы, причем как у опытных специалистов с многолетним стажем, так и у молодых сотрудников. Дело в том, что начало внедрения САПР по времени совпало

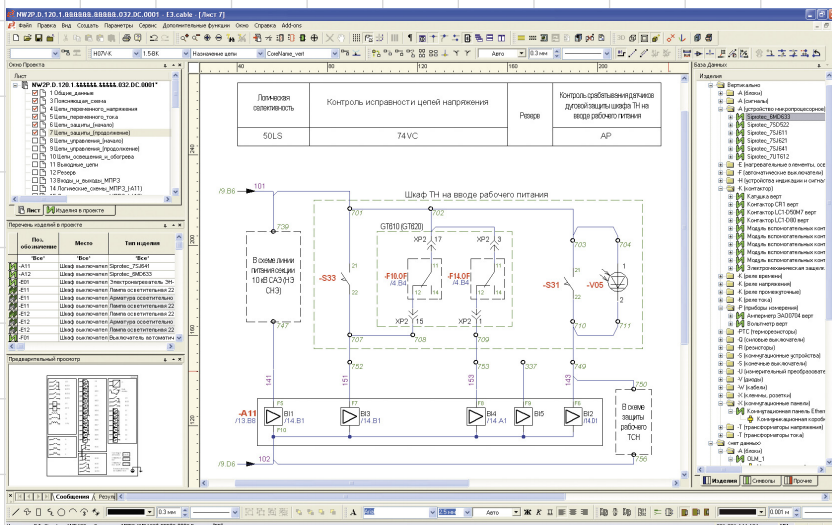


Рис. 1. Вид схемы, выполненной вертикальным методом

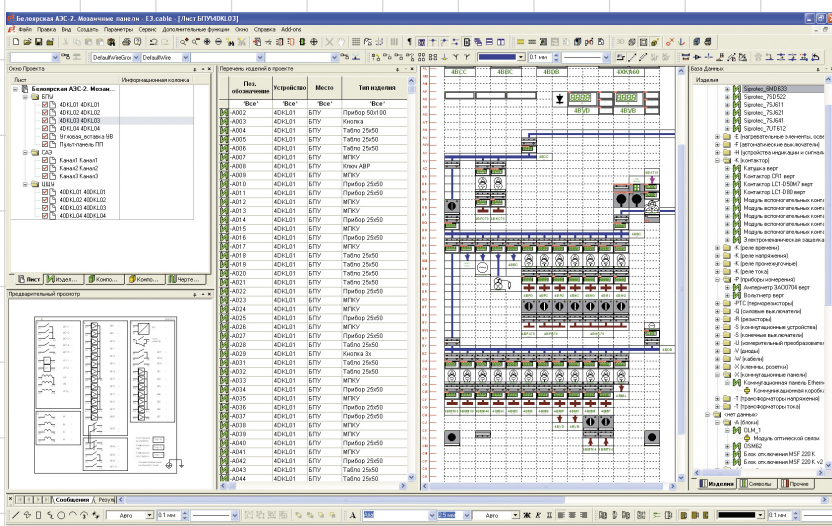


Рис. 2. Чертеж мозаичной панели, выполненный в E³.series

с нашим желанием перейти от «горизонтального» представления схем к «вертикальному» (рис. 1). То есть раньше электрические цепи у нас были расположены на чертеже горизонтально, а теперь их рисуют сверху вниз, как это принято за рубежом.

Иными словами, к переходу на новый программный продукт добавился такой фактор, как кардинальное изменение самой манеры черчения.

Вторая проблема (психологического характера) была связана с тем, что всем специалистам пришлось привыкнуть к мысли, что практически вся представляемая на чертеже информация четко структурирована и не является «мертвой» графикой. С внедрением САПР пришлось оперировать понятиями «изделие», «проект», «лист», «атрибуты изделия/проекта/листа».

При переходе с AutoCAD на САПР E³.series разработка проекта была в некотором роде

формализована и стандартизована. Это потребовало времени, так как необходимо было «перестроить мозги» и понять, что такие-то вещи в САПР делать можно и нужно, а такие-то — нельзя, поскольку E³.series — это САПР, а не графический редактор.

Еще одна проблема — дефицит времени. Любое внедрение САПР (в том числе E³.series) всегда требует дополнительных усилий. Ведь когда идет плановая работа над проектом и сроки выпуска документации никто не сдвигает, а время поджимает, возникает соблазн «порисовать» в AutoCAD. Зачем перечерчивать? Схема-то уже есть! То есть просто взять и скопировать фрагмент, а потом вставить его в нужное место.

Однако проект Нововоронежской АЭС-2 мы решили от начала до конца делать в E³.series. Более того, мы уже разрабатываем для этого проекта схемы релейной защиты 0,4 кВ, а также схемы релейной защиты 10 кВ. Но, как

мне кажется, в результате мы выиграем от того, что у нас есть четко определенная задача — сделать проект, а не задача общего плана — разобраться, как сделать.

СГ: Возникали ли трудности с обучением проектированию у ваших специалистов уже после перехода на E³.series?

А.К.: Сам по себе процесс проектирования в E³.series является интуитивно понятным и несложным. Грубо говоря, возьмите изделие из базы данных, разместите его на листе, выполните подключение — и после завершения этих действий для всех нужных изделий запустите процедуру генерации спецификации. Поэтому мы ограничились двумя полуторачасовыми лекциями — и сотрудники приступили к реальному проектированию.

Более сложным был процесс создания нашей собственной базы данных, изделия из которой применяются в проектах ОАО «Атомэнергопроект». Мы решили создавать такую базу с нуля и «под себя», хотя при покупке лицензии на E³.series компания ПОИИТ предоставляет готовые базы изделий от разных производителей.

Разумеется, мы импортировали из AutoCAD некоторые ранее созданные графические изображения, форматы чертежей и т.п. Что касается баз данных, то мы поступили следующим образом: проанализировали перечень тех изделий, которые используются в наших схемах 0,4 и 10 кВ, от устаревшего (того, что снято с производства) отказались, а всё то, что осталось, просто внесли в базу данных: реле, автоматические выключатели, клеммы и т.д. При необходимости нам нетрудно дополнять базу новыми изделиями.

СГ: Где еще в ОАО «Атомэнергопроект», по-вашему, можно было бы внедрить E³.series, чтобы обеспечить быстрый обмен данными за счет использования одной и той же САПР?

А.К.: Сегодня в нашей компании система E³.series применяется в ОУАЗО (отдел управления и автоматизации электротехнического оборудования). Кроме того, у нас имеются и другие отделы, которые могли бы использовать эту САПР: например, отдел, разрабатывающий местные щиты, или отдел, занимающийся первичной коммутацией электротехнических устройств, — мы передавали им необходимую информацию. При этом мы не заставляем эти отделы применять ту САПР, которая нравится нам. По моему глубокому убеждению, для любого внедрения надо созреть. Кроме того, в конечном счете важно, чтобы был определен объем и интерфейс обмена данными между отделами. Вопрос использования определенной САПР всеми отделами вторичен.

Отмечу, что в работе нашего отдела, в связи с разработкой фасадов мозаичных щитов управления (то есть щитов с мозаичными элементами — табло, выключателями и пр.), мы решили вопросы, возникшие при приме-



нении *E³.series* для таких проектов. Для этого мы разработали специальный формат листа (рис. 2), включающий соответствующую сетку с шагом 25 мм, фактически повторяющую вид мозаичной панели (с ячейкой 25×50 мм), и располагали нужные элементы в соответствующей зоне. Потом мы добавили скрипт (рис. 3), который экспортирует в Excel все элементы мозаичного щита (активные и пассивные), чтобы создавать необходимую документацию (рис. 4).

СГ: Занимается ли ваш отдел также вопросами сборки и установки оборудования или только проектированием?

А.К.: До определенного времени наша организация была просто проектным институтом. Несколько лет назад было принято отраслевое решение о том, что все три «Атомэнергопроект» (московский, питерский и нижегородский) становятся инженеринговыми организациями, то есть будут выполнять полный комплекс работ по строительству атомных электростанций «под ключ».

Так ОАО «Атомэнергопроект» из проектной организации стал инженеринговой компанией, а следовательно, помимо блока задач по проектированию появился новый блок по сооружению АЭС. В зону его ответственности входят, в частности, задачи закупки оборудования, поиска подрядчиков на инженеринговые работы, строительства, поставки оборудования на станцию, его монтажа, пусконаладки и пр.

Здесь обязательно нужно сказать о специфике нашего отдела, который большую часть своего существования занимался не только проектированием, но и программированием, испытаниями (автономными и комплексными), шеф-наладкой систем релейной защиты, контроля и управления электротехнической частью на площадке АЭС, а также принимал участие в сдаче указанных систем заказчику.

Мы осуществляли программирование программно-технических средств ТПТС, созданных на базе Teleregm, для системы контроля и управления электротехнической частью (СКУ ЭЧ) 3-го энергоблока Калининской АЭС. Также мы создавали СКУ ЭЧ для индийской АЭС «Куданкулам» (энергоблоки № 1 и 2), включая программирование микропроцессорных устройств релейной защиты, проведение автономных и комплексных испытаний системы на территории России, разработку эксплуатационной документации, сдачу систем заказчику, осуществление технической поддержки пусконаладочных работ непосредственно на АЭС.

СГ: Расскажите подробнее о наиболее значимых для вашей организации проектах последних двух лет.

А.К.: Кроме двух вышеупомянутых, среди важных проектов — АЭС «Бушер» в Иране. А в настоящее время основное направление дея-

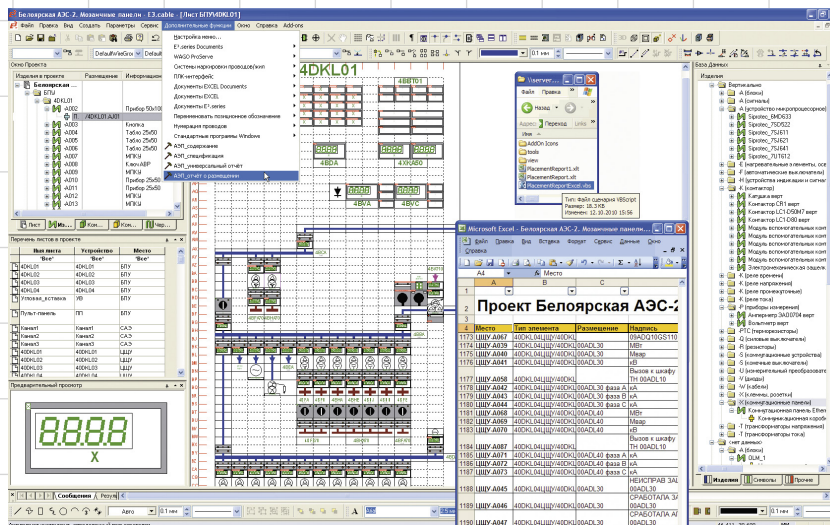


Рис. 3. Запуск скрипта для получения отчета о размещении элементов мнемосхемы

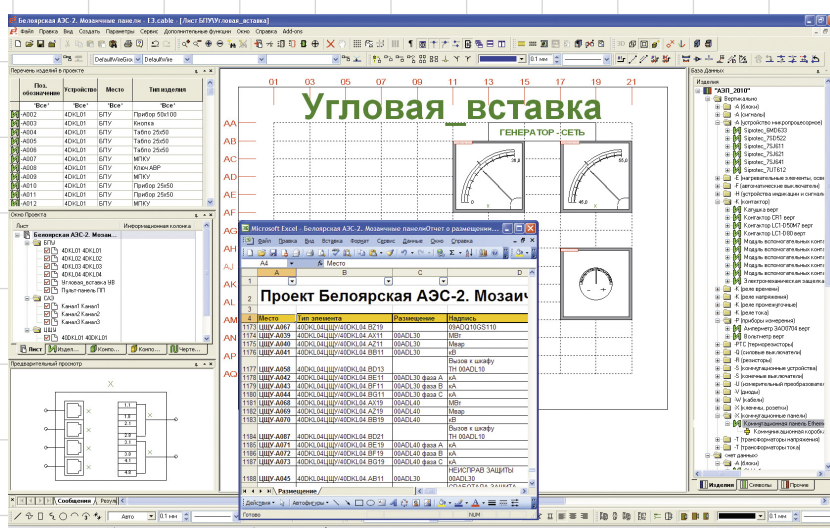


Рис. 4. Генерация отчета о размещении элементов в специальном формате

тельности — Нововоронежская АЭС-2 (с проектирования которой началось использование *E³.series* в нашем отделе).

Можно сказать, что нам близка не только проектная деятельность, но и (для тех договоров, которые получал наш отдел) подготовка предложений, технико-экономические обоснования, предпроектные работы — с выпуском соответствующей документации и т.п. Можно сказать, что у нас есть желание не ограничиваться проектной частью, и это желание лежит в русле решений Росатома по наделянию ОАО «Атомэнергопроект» функциями инженеринговой организации.

СГ: Как отражается на ОАО «Атомэнергопроект» внутриотраслевая и межотраслевая кооперация с другими предприятиями и организациями?

А.К.: Перефразирую вопрос иначе, акцентируя внимание на вопросах взаимодействия с субподрядчиками. Поскольку мы добились

высокого уровня автоматизации проектирования на базе *E³.series*, а при этом часть схем мы получаем от наших субподрядных организаций, то совершенно естественно добиваться аналогичной автоматизации и у них. В этом случае цепочка автоматизированной разработки будет включать новые звенья, а мы сможем еще более эффективно использовать имеющиеся у них данные.

Итак, взаимодействие с субподрядчиками — очень важный для нас вопрос. Ведь если мы с помощью *E³.series* повышаем уровень автоматизации проектирования в нашем отделе, то хотелось бы как-то импортировать в наши проекты информацию от субподрядных организаций. А у них проектируют в различных САПР (в том числе в AutoCAD, OrCAD и пр.). Вот почему для нас так актуален вопрос импорта внешних данных.

Аналогичная ситуация и в отношении экспорта наших данных из *E³.series* — в формат

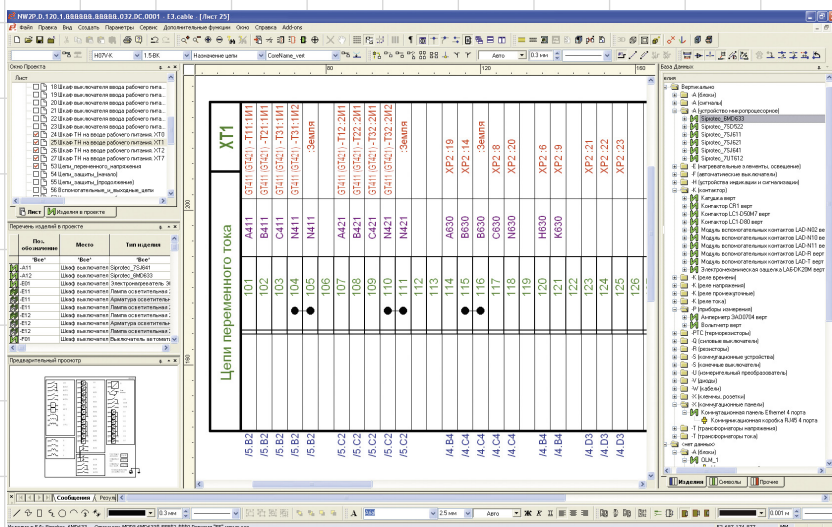


Рис. 5. Автоматическая генерация таблицы подключений для клеммной колодки

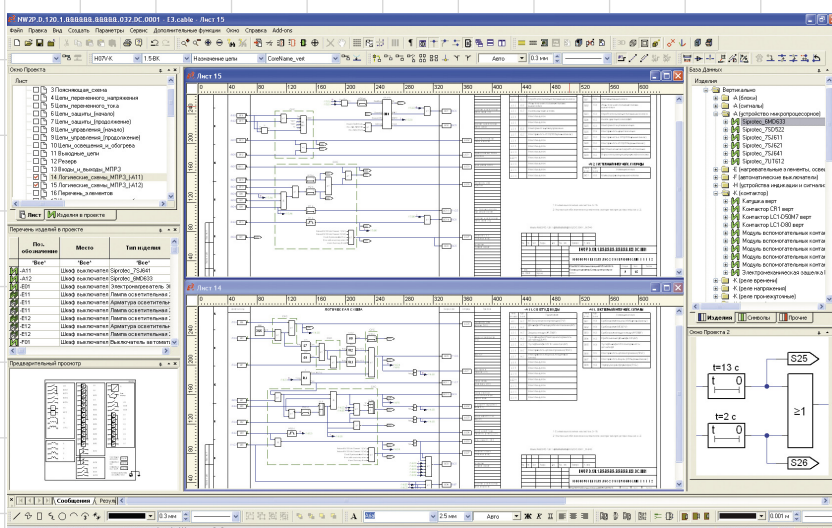


Рис. 6. Пример отображения логической схемы в E³.series

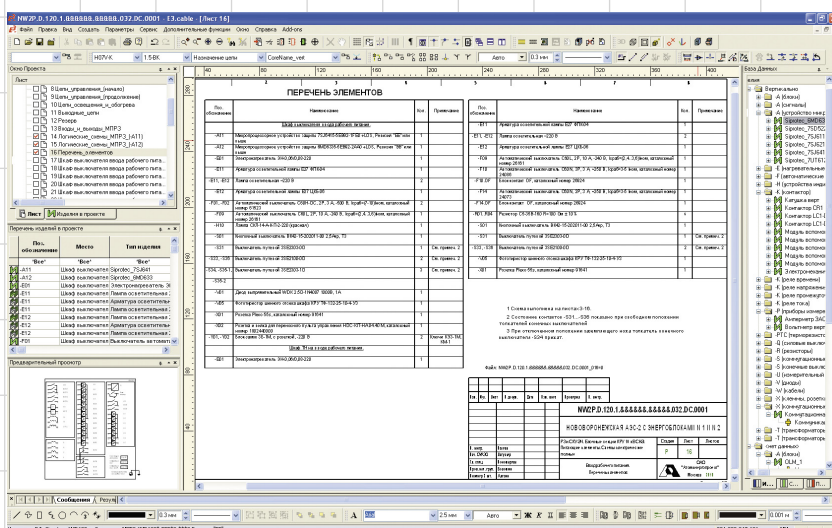


Рис. 7. Специальный вид перечня элементов принципиальной схемы

базы данных, в SQL, Access, Excel (например, внешние соединения, перечень кабелей) и другие внешние форматы, актуальные для наших партнеров.

Конечно, мы хотели бы получать данные в табличной форме, представляющей собой максимальную степень структурирования информации. Например, каким образом организованы клеммники (рис. 5), какие кабельные связи используются, какие типы кабелей и т.д. — всё это поддается представлению в табличном виде. Таким образом, если мы будем иметь возможность обмениваться информацией на уровне баз данных, это упростит нам работу и повысит уровень автоматизации. Я понимаю, что табличный вид уступает схеме по визуальному восприятию. Но ничто не мешает (например, на стадии наладки) преобразовать таблицу в схематичное изображение. Обратная же операция гораздо сложнее.

СГ: Имеются ли особенности в разработке и реализации тех проектов, которые вы осуществляете?

А.К.: Есть одно очень красивое решение, которое предложили разработчики схем КРУ 10 кВ. Данное решение связано с применением микропроцессорных устройств релейной защиты. Дискретные входы релейной защиты используются непосредственно в электрических схемах. Но для полного понимания функционирования релейной защиты этого недостаточно. Помимо указания контактов дискретных входов в электрической схеме, необходимо описать пользовательский алгоритм, использующий информацию, принимаемую дискретным входом. В результате предложенного решения удалось увязать электрическую схему, логическую схему (рис. 6) и общий вид микропроцессорного устройства. То есть элементы, расположенные на данных схемах, взаимосвязаны. Корректировка информации на одной схеме приводит к корректировке информации на другой схеме — кроме того, обеспечена удобная навигация между элементами разных схем.

СГ: Каковы, по вашему мнению, основные удобства проектирования в E³.series?

А.К.: Мы уже говорили об очень важной для нас свободе проектирования, которую обеспечивает E³.series. Кроме того, нужно сказать, что на этапе выбора САПР мы знакомились еще с системой САПР-БК (это разработка специалистов МЭИ), однако система E³.series нам понравилась больше по нескольким причинам.

Во-первых, она имеет привычный для пользователей Windows человеко-машинный интерфейс (со структурным деревом базы данных, с системой всплывающих и контекстных меню и т.д.), а в САПР-БК подобный интерфейс отсутствует. Во-вторых, у E³.series более качественная техническая поддержка. Фирма-разработчик САПР-БК невелика, так что специалистов по поддержке тоже буквально



но два-три человека, то есть с надежностью сопровождения САПР, ее обновления и прочим могли бы возникнуть проблемы.

А в случае с *E³.series*, если у нас появляются вопросы, мы немедленно связываемся со специалистами компании ПОИНТ, а они — при необходимости — с германскими разработчиками системы. И мы быстро получаем или прямой ответ, или предложение, каким образом можно временно решить интересующую нас проблему — пока разработчики не внесут нужные дополнения в саму САПР.

Третье существенное удобство (особенно по сравнению с AutoCAD, в котором мы работали до перехода на *E³.series*) — это единая база данных проекта, отображениями которой фактически являются принципиальные схемы, перечни элементов (рис. 7), чертежи компоновки, выходные документы и многое другое. Раньше нам приходилось рисовать те или иные элементы чертежа, причем разные проектировщики могли рисовать аналогичные вещи в различной манере.

Теперь мы просто используем drag&drop, выбирая нужное изделие из БД на лист проекта, а все остальные элементы этого изделия немедленно появляются в соответствующих разделах проекта. При этом они абсолютно одинаковы у всех проектировщиков, работающих в *E³.series*. То есть унифицированы все атрибуты (цвета, толщины линий, форматы и места расположения надписей, наименования изделий, номера выводов, названия фирм-изготовителей и т.д.).

Еще один плюс — отслеживание ревизий и версий проекта в *E³.series*. Раньше нам приходилось при переходе от одной ревизии проекта к другой отслеживать вручную все те изменения, которые были произведены в прежних версиях. А станции строятся не очень быстро, так что некоторые вещи просто забывались.

Теперь в *E³.series* ревизии сравниваются автоматически с выдачей нужных списков на листах изменений, а также с удобным выделением разными цветами тех объектов, которые были удалены, добавлены или модифицированы в новой версии по сравнению с предыдущей. Так что ответственный разработчик схемы видит сразу всё.

СГ: Что вы можете сказать в отношении связей *E³.series* с 3D-системами проектирования и моделирования?

А.К.: Мы ставим задачу интеграции *E³.series* со SmartPlant — с экспортом данных в эту 3D-систему. Полноценная интеграция, которую мы запланировали на перспективу, предполагает, что и остальные отделы ОАО «Атомэнергопроект» (например, занимающиеся компоновкой тех шкафов, «внутрянку» которых создает наш отдел) тоже могли размещать их в 3D. Тогда мы сможем импортировать из SmartPlant правильно рассчитанные координаты шкафов. Соответственно до этапа раскладки кабелей можно будет автоматически

получать расстояния между нашими шкафами, просто суммируя длины отрезков.

Это необходимо нам прежде всего в отношении межмашинных связей. Протоколы передачи данных учитывают длины кабелей и среды, по которым передается информация. Так что мы сможем прикинуть, где необходимо ставить усилители сигнала или оптические преобразователи.

В перспективе мы собираемся получать информацию по шкафам из SmartPlant, а возвращать ее туда — по перечню используемых кабелей.

СГ: Ставится ли вашим руководством задача достижения унификации применяемых САПР-технологий — хотя бы в рамках названных вами трех ОАО «Атомэнергопроект»?

А.К.: Как я понимаю, руководство, в общем, ориентировано на совместное внедрение САПР более высокого уровня — САПР SmartPlant, являющейся таким ядром для других САПР. Что касается САПР более низкого уровня (САПР, предназначенных для решения профильных задач), то тут самая главная задача — обеспечить интеграцию с ядром. В результате — не так важно, какую именно САПР более низкого уровня используют различные организации. Как мы понимаем, ОАО «СпбАЭП» тестирует ePLAN, а в ОАО «НИАЭП» недавно прошла презентация Sigrath (разработки Siemens AG).

Следует подчеркнуть, что имеет место определенное деление АЭП'ов по проектируемым и строящимся объектам, то есть питерский АЭП является в основном генеральным подрядчиком по одним объектам, мы — по другим и т.д. Поэтому постановка вопроса об унификации программного обеспечения не столь остра.

СГ: Что вы планируете улучшить в вашей технологии разработки проектов с помощью *E³.series*? Что, по вашему мнению, следует расширить и улучшить в функционале самой системы *E³.series*?

А.К.: Сегодня основной вопрос — это переход от унифицированных схем к реальным внешним присоединениям. То есть для минимизации нашей работы мы разрабатываем одну схему для группы одинакового оборудования. Однако впоследствии нам приходится разрабатывать внешние присоединения для всех шкафов одинакового оборудования, что принципиально невозможно при наличии одной унифицированной схемы. При участии специалистов ЗАО «Компания ПОИНТ» мы наметили путь решения данного вопроса, и нет сомнений, что данный вопрос будет решен.

Второй вопрос — дополнение существующей технологии проектирования требованиями по стандартизации обмена данными между подрядчиками и по передаче данных в SmartPlant и из него — с использованием унифицированных форматов для экспортируемых и импортируемых документов. ➤

Материал подготовил Дмитрий Красковский



- 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