

*Инж. Л.П. Крутикова, инж. В.А. Жаринов, инж. А.Е. Бородин,
инж. Е.И.Хухрева, инж. М.Л. Меркишин*

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АЭС С ШИРОКИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КООПЕРАЦИИ

Необходимость повышения качества продукции требует от промышленных предприятий во все больших объемах автоматизации технологических процессов, способствующей быстрому реагированию на изменение спроса продукции и сокращению сроков выпуска новой продукции.

Одной из особенностей электрооборудования информационно-управляющих систем реактора является уникальность каждого изготавливаемого комплекта, возникающая в силу того, что при проектировании оборудования систем управления для каждого следующего блока, как правило, вносятся схемотехнические и конструкторские решения. Все эти новшества вызваны изменениями требований со стороны заказчика, применением новой элементной базы, на которой строятся изделия, а также все большим внедрением информационных технологий в управление энергетическими реакторами. В результате, для предприятия, производящего электрооборудование для АЭС, существует необходимость производства широкой номенклатуры часто модернизируемых изделий, каждое из которых в отдельности изготавливается очень ограниченное количество раз.

Современный подход к созданию оборудования систем автоматизации для АЭС состоит в следующем:

- технические средства (комплектующие) по техническим характеристикам и качеству производства должны соответствовать мировому уровню, международным и отечественным стандартам;
- применяемые конструктивы и детали, должны соответствовать требованиям Евростандарта. Механические сборочные конструкции (шкафы, блоки) должны состоять из унифицированных конструктивов, деталей, разработанных и изготавливаемых ведущими фирмами, и подтверждены сертификатами качества;
- проектирование должно производиться с использованием современных информационных технологий, позволяющих быстро

создавать конструкторскую документацию с учетом модернизации.

Применительно для НПП ВНИИЭМ рассмотрим эти вопросы подробнее, выделив в них использование современных методов проектирования при разработке конструкторской документации, вопросы применения и автоматизированного учета комплектующих и конструктивов шкафов электрооборудования для АЭС.

На сегодняшний день в России нет достаточно солидных отечественных фирм, специализирующихся на производстве металлоконструкций и электротехнических изделий, пригодных к применению в оборудовании для АЭС. Возможно, это связано с долгим отсутствием спроса на подобную продукцию и универсальным характером производства электрооборудования для АЭС, существовавшим в СССР.

Однако за рубежом давно сложился рынок изделий, необходимых для сборочного производства промышленного электрооборудования. И на этом рынке существуют признанные лидеры, зачастую жестко конкурирующие между собой, что дает нам возможность добиваться максимально выгодных условий и выбирать лучшее. Примером такой конкуренции является соперничество фирм Rittal и Schroff. В каталогах их продукции очень много схожего, и, проведя эксперименты, мы остановились на применении шкафов Rittal и 19”, конструктивов Schroff, как наиболее соответствующих нашим требованиям. То же можно сказать в отношении известных производителей для электромонтажа Wago и Weidmuller. Фирма Wago поставляет нам обширный набор пружинных клемм, в том числе с диодами, и опторазвязок, вместе с тем иногда мы используем и винтовые клеммы Weidmuller. Подключения выполняются значительно быстрее с помощью пружинных клемм, но при многократных соединениях более надежны винтовые клеммы.

Предприятием сделан выбор в пользу ведущих европейских производителей конструктивов Rital и Schroff, изделий для электромонтажа Wago и Weidmuller, кабелей и проводов Helukabel, разъемов Harting, поставщика крепежа и различных аксессуаров RS-Components. Их продукция имеет все необходимые сертификаты как российские, так и международные, и хорошо проявила себя на опытных образцах наших изделий, где была применена и испытана в конце 90-х годов.

Говоря о применении конструктивов Rittal и Schroff при производстве наших изделий, хочется особо отметить широту ассортимента предлагаемых деталей и сборочных комплектов, позволяющих реализовать почти любые требования разработчиков по размещению элементов электрических схем в шкафах. Размеры блок-

крейтов соответствуют стандарту «Евромеханика», регламентирующему их на ширину 19” и определенную дискретность по высоте и глубине – под стандартные размеры вертикально устанавливаемых модулей.

Еще большим разнообразием, чем металлоконструкции, обладают электротехнические и электронные компоненты, предлагаемые фирмами Wago, Weidmuller, Siemens, Rittal, RS-Components. Продукция этих предприятий - всевозможные клеммы, опторазвязки и интерфейсные модули, индикаторы, автоматические выключатели, вентиляторы, наборы датчиков и многофункциональные системы контроля состояния шкафа, применяемые в разработках для электрооборудования АЭС, удобно и прочно вписываются в конструктивы шкафов.

Важным шагом стало почти повсеместное применение совместимых с современными покупными блоками и интерфейсными модулями разъемов фирмы Harting.

Номенклатура шкафов управления для различных АЭС насчитывает более 30 видов, в отдельных случаях с повторяющимися элементами конструкций (примеры конструкций шкафов представлены на рис.1, 2).



Рис. 1. Шкаф ШП6М

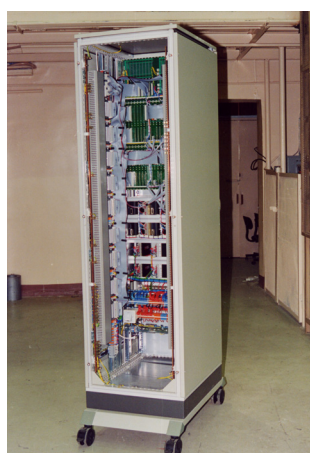


Рис. 2. Шкаф ПКУ1М

При разработке электрооборудования (в большинстве своем) в целях унификации, а также с целью сокращения сроков выпуска документации, используются одинаковые конструктивы (шкафы, крейты, сборки, детали и т. д.).

В конструкторских подразделениях отделов-разработчиков электрооборудования широкое применение нашел графический САПР. На первых этапах разработка конструкторской документации осуществлялась с использованием современных графических пакетов в режиме (2D).

В настоящее время внедрена новая технология проектирования изделий, выпуска и обработки конструкторской документации в трехмерной графике (3D) с элементами параметризации. Это решение продиктовано пониманием необходимости создания комплексной технологии сквозного проектирования, выпуска КД по единым стандартам и требованиям.

Новизна проектирования с использованием указанных режимов заключается в следующем:

- конструктор получает возможность проектирования «сверху вниз» – от сборочного чертежа к детализовке, исключив работу по отдельному вычерчиванию деталей;

- функция копирования элементов позволяет пользователям создавать обобщенные чертежи с переменным количеством тех или иных элементов;

- интерактивное изменение размеров, когда в поле чертежа задается новое значение, при этом изображение чертежа корректируется с учетом нового номинала;

- возможность проведения силовых расчетов с определением критических мест при совместном использовании графических средств и расчетных программ.

Использование указанных графических средств позволило создавать конструкторские образцы широкой номенклатуры типоразмеров.

Создание локальной сети модели «клиент/сервер» явилось мощным средством построения сетевых приложений. Такими приложениями могут быть справочники, библиотеки и т. д.

С целью унификации разработок для электрооборудования была проведена широкая унификация используемых конструктивов, что послужило основой для создания библиотеки конструктивов производителей.

Для подготовки чертежей в библиотеку конструктивов была определена группа конструкторов отделов-разработчиков, которые и создавали чертежи для указанной библиотеки. Конструкторы любого отдела-разработчика имеют возможность через администратора сети пополнить библиотеку конструктивов. Кроме того, были подготовлены ограничительные перечни по деталям широкого применения (наконечникам, крепежным деталям и т. д.). Это по-

зволило более полно использовать возможности автоматизированного проектирования в локальной конструкторской сети.

Была разработана структура записи файлов чертежей сборочных единиц, деталей, широко применяемых в разработках электрооборудования для АЭС. Были созданы директории по фирмам-изготовителям: Ritall, Schroff, Wago и др. В директориях созданы предметные поддиректории: шкаф, крейт, панель и т. д., в которых находятся все файлы унифицированных чертежей в порядке возрастания номера чертежа, что значительно облегчает поиск чертежей деталей и сборочных единиц. Структура записи файлов чертежей представлена на рис. 3.

Библиотека данных насчитывает более 500 шт. чертежей деталей и записана на сервере. При работе локальной сети операции, больше подходящие для центрального выполнения, реализуются на файловом сервере, а операции, которые лучше перенести «ближе к пользователю», выполняются на клиентском компьютере. Поэтому любой пользователь сети может выбрать любой чертеж из библиотеки на сервере и использовать его в своей конструкции.

Наличие библиотеки деталей позволяет конструктору выбрать деталь и расположить ее по своему усмотрению в сборочном чертеже или создать индивидуальный чертеж.

Кроме того, в сети размещается библиотека ГОСТов ЕСКД. Конструкторы имеют возможность просмотреть любой ГОСТовский документ на своем рабочем месте.

Широкое использование в конструкциях электрооборудования для АЭС механических конструктивов, электротехнических компонентов превратило производство шкафов в сборочное производство с использованием оптимального набора слесарного универсального инструмента, позволяющего полностью обеспечивать надежную качественную сборку на всех ее этапах.

Для обработки лицевых панелей используются универсальные фрезерно-гравировальные станки с программным управлением, оснащенные компьютерами. При обработке не требуется дополнительная разработка управляющей программы. В данном случае используется система CAD/CAM.

Конструктор создает чертежи обработки панелей по определенным правилам и электронная версия чертежа на магнитном носителе, а в перспективе по сети, передается на компьютер станка, где выбираются базовые привязки и обработка осуществляется в соответствии с чертежом.

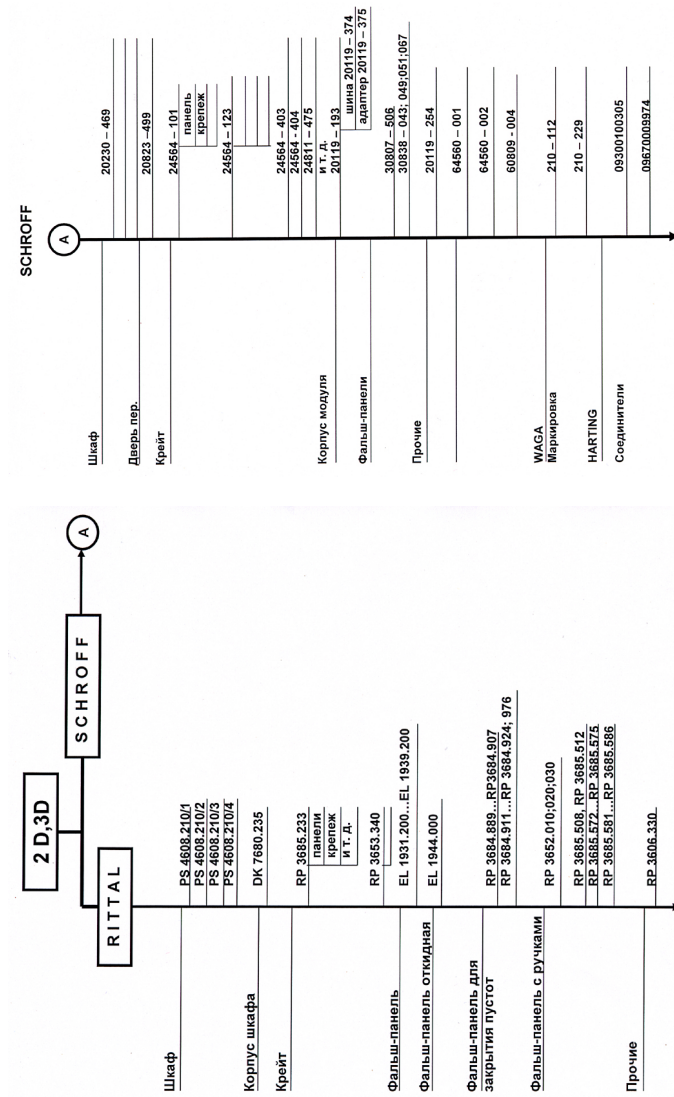


Рис. 3. Структура банка данных конструктивов шкафов

Использование вышеуказанного оборудования обеспечивает высокую точность обработки, а главное, возможность изготовления широкого многообразия панелей и большими партиями, исключив при этом потерю времени на наладку.

Номенклатура применяемых в производстве конструктивов и деталей насчитывает около двух тысяч. В связи с этим возникла необходимость решения вопроса автоматизированного учета получаемой комплектующей продукции на складе цеха, где осуществляется сборка электрооборудования АЭС.

На предприятии была разработана автоматизированная система учета движения продукции, поступающей от внешних поставщиков, на складе цеха. Эта система обеспечивает:

- дифференцированный поиск комплектующих по каждой фирме-поставщика;
- оперативное получение информации по каждому виду продукции за любой период времени;
- быстрый поиск конструктива или поставщика, как на стеллаже, так и по каталогу фирмы-поставщика;
- получение оперативной информации по укомплектованию конкретного заказа по отдельной номенклатуре собираемого типа шкафов;
- получение оперативной информации, в целом по складу, о наличии дефицита продукции на складе с учетом программы выпуска.

В основе разработанной системы были использованы ранее разработанные в НПП ВНИИЭМ автоматизированные системы по управлению производством и имеющиеся программные разработки.

Для решения задачи более полного учета поступления конструктивов и их соотношения с программами выпуска изделий была программно обеспечена информационная связь между двумя системами: автоматизированной системой управления технической подготовкой производства (АСУТПП), в основе которой лежит спецификация всех изготавливаемых шкафов, в том числе и применяемых конструктивов, которая с успехом эксплуатируется выпускающим цехом, и разрабатываемой системой АСУ-«Склад конструктивов».

Основой АСУ- «Склад конструктивов» явились программы для создания и ведения Базы данных конструктивов, единой для автоматизированных систем АСУТПП и АСУ-«Склад конструктивов». Справочник конструктивов организован таким образом, что комплектующие учитываются по каждой конкретной фирме производителя и расположены (для удобства поиска) по возрастанию десятичного номера, как показано на рис.4.

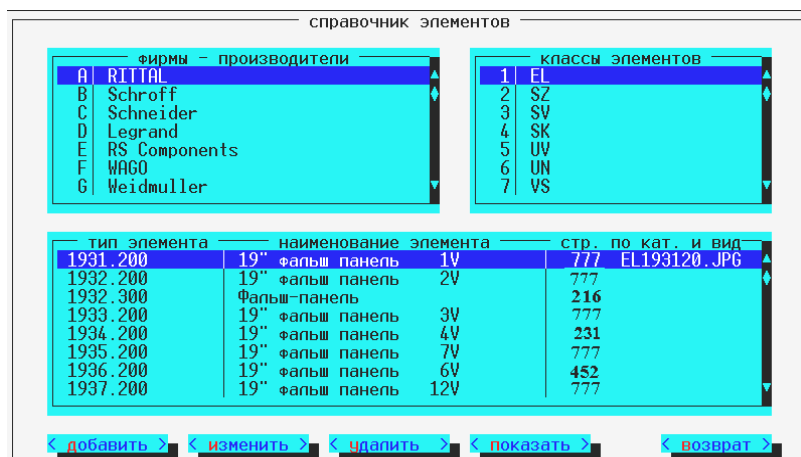


Рис. 4. Форма справочника элементов

Наличие единой Базы данных конструктивов, используемой при вводе спецификаций изделий в АСУТПП и создании и ведении карточек учета продукции на складе в АСУ-«Склад конструктивов», позволило получать выходную информацию руководящей и информационной направленности. Это, прежде всего, информация о наличии продукции на складе, данные по укомплектованию заказов для различных заказываемых комплектов оборудования и другая информация.

Для учета поступающей на склад продукции была разработана унифицированная форма карточки с учетом требований бухгалтерского учета (рис. 5), которая содержит полную информацию по конкретной единице продукции.

Кроме того, в карточке указана страница каталога, где можно посмотреть эскиз детали или сборочной единицы, а также N стеллажа и N полки, где лежит та или иная деталь или сборка. Карточка несет в себе полную информацию за весь период работы с этой продукцией: N счета, дату, количество продукции, которое было получено по этому счету, N заказа, количество, обозначение изделия, фамилию мастера, который получал продукцию на сборку.

Так как в течение года осуществляется поступление комплектующих для различных АЭС как отечественных, так и зарубежных, АСУ-«Склад конструктивов» предусматривает учет продукции по каждому счету отдельно (рис.6). В выходном документе (см. рис. 3) видно, что указывается каждая единица продукции с

указанием комплектности поставки, с указанием общего количества поступившей продукции. Это позволяет сравнить фактический счет с поступлением по нему продукции на склад.

работа с карточкой склад 701

номер карточки: **17010001** принтер

наименование: **19" панель 1V** удалить

фирма-производитель: **RITAL**

обозначение: **EL 1931.200** страница по каталогу

страница по каталогу: **177**

единица измерения: **шт** место хранения (стеллаж)

место хранения (стеллаж): **5 3** поиск

дата	№ документа	п/о	приход	расход	остат.	цена	заказ
10.03.2000			0	2	16	247.06	CT26449.7
10.03.2000			0	3	13	247.06	CT26449.7
09.09.2000	5		21	0	36	228.33	
20.09.2000	5		0	5	29	236.97	CT26448.7
10.10.2000	6		0	1	28	236.97	CT26451.7

заказчик [поставщик]: **мастер Майоров В.А.** шкаф SHPU

дата изгот. _____ примечания _____

Рис. 5. Форма учета продукции

Report Designer - pr_schet.fx - Page 1 - Microsoft Visual FoxPro

Справка прихода изделий по счету №8351

№ п/п	Обозначение	Кол-во, шт.	Примечание
1	EL 1931.200	81	Всего комплектов: 27. Количество шт. в комплекте: 3.
2	EL 1932.200	12	Всего комплектов: 4. Количество шт. в комплекте: 3.
3	EL 2089.000	600	Всего комплектов: 6. Количество шт. в комплекте: 100.
4	EL 2094.200	1000	Всего комплектов: 20. Количество шт. в комплекте: 50.
5	SZ 2334.000	500	Всего комплектов: 5. Количество шт. в комплекте: 100.
6	SZ 2412.316	40	Всего комплектов: 4. Количество шт. в комплекте: 10.
7	SZ 2486.000	1200	Всего комплектов: 4. Количество шт. в комплекте: 300.
8	SZ 2504.500	600	Всего комплектов: 2. Количество шт. в комплекте: 300.
9	SZ 2597.000	500	Всего комплектов: 5. Количество шт. в комплекте: 100.
10	SK 3110.000	10	
11	SK 3330.024	10	
12	RP 3684.904	40	
13	RP 3684.913	80	
14	RP 3684.917	90	
15	RP 3685.508	750	

Pr_schet (c:\mechanic\temp\pr_schet.dbf) Record: EOF/29 Exclusive

Рис. 6. Справка о получении продукции по счету

Разработанная автоматизированная система АСУ–«Склад конструктивов» успешно эксплуатируется цехом, выпускающим продукцию для АЭС.

Выводы

Применение конструктивов, электрических и электронных радиоэлементов ведущих европейских производителей позволяет значительно сократить сроки изготовления, унифицировать конструкции шкафов и значительно повысить качество и надежность изделий.

Использование современных методов автоматизированного проектирования, создание необходимых библиотек чертежей унифицированных конструктивов значительно сократило время на разработку новых и модифицированных конструкций шкафов, повысило качество разработок, обеспечило возможность конструкторам обмениваться необходимой конструкторской информацией.

Успешно эксплуатируемая сборочным цехом автоматизированная система учета большой номенклатуры комплектующих АСУ-«Склад-конструктивов» обеспечивает значительное сокращение времени на техническую подготовку производства и позволяет осуществлять оперативный учет комплектования изделий.

Использование современных информационных технологий в конструкторско-технологической подготовке производства обеспечили возможность приведения предприятия в соответствие с требованиями международной системы качества по ISO 9001-2000.