Создание технологии автоматизированного проектирования объектов АСУ ТП в ОАО "Гипровостокнефть"

Современный уровень проектирования систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) для объектов нефтегазовой отрасли характеризуется усложнением производственных задач, переходом к использованию передовых технологий, стремлением добиться предельно высоких эксплуатационных характеристик проектируемого оборудования, а также необходимостью свести к минимуму любые производственные потери. В статье рассматривается технология комплексной автоматизации (КСАПР), применяемая в институте "Гипровостокнефть" при проектировании систем управления технологическими процессами для объектов нефтегазовой отрасли.

Создание АСУ ТП является сложной научно-технической и организационно-экономической задачей. Обеспечение надежности и эффективности функционирования проектируемых объектов невозможно без прогнозирования и моделирования, анализа развития автоматизируемых технологических процессов и применения технических средств автоматизации. Сложность АСУ ТП определяется также количеством и многообразием входящих в состав системы элементов и их взаимосвязей. Кроме того, процесс проектирования усложняется его итерационностью, обусловленной участием специалистов разных дисциплин. Значительная часть от общего времени проектирования тратится на внесение изменений и оформление выходной проектной документации в соответствии со стандартами проекта и требованиями заказчиков.

Вследствие всего вышесказанного проектирование АСУ ТП с использованием традиционных средств и технологий требует значительных трудозатрат, при этом велика вероятность возникновения несистемных ошибок, что в значительной мере влияет на эффективность и качество проекта. Решить эти задачи позволяет комплексный подход к автоматизации процесса проектирования АСУ ТП, суть которого заключается в создании виртуальной информационной модели объекта проектирования, на основе которой впоследствии автоматически формируется комплект проектной документации. Организация процесса проектирования в этом случае обеспечивается за счет сквозной технологии и параллельной работы специалистов разных дисциплин (марок) над созданием единой модели объекта с разграничением доступа и сфер ответственности.

Такой подход направлен на решение проблемы повышения качества проектных решений за счет интегрированного представления концептуальной информации об объекте. Единая информационная модель объекта представляет собой иерархическое описание процесса проектирования и в дальнейшем может эффективно использоваться на этапах монтажа, наладки, обслуживания и утилизации оборудования систем управления.

Существенно повысить эффективность проектирования позволяет агрегативно-декомпозиционная технология (АДТ), положенная в основу автоматизированной системы AutomatiCS ADT, принятой для использования в ОАО "Гипровостокнефть".

Суть технологии АДТ сводится к следующему. В процессе построения модели происходит чередование процедур декомпозиции (разложение целого на части) и агрегирования (подбор для некоторых классов и множеств функций соответствующих им технических элементов). Как результат агрегативно-декомпозиционного синтеза формируется единая модель проекта, создание которой осуществляется в несколько этапов на разных стадиях автоматизированного проектирования. На каждом этапе можно создавать различные проектные документы, для этого в состав системы включен документатор, использующий графические и табличные шаблоны. Применение данной технологии существенно повышает эффективность проектирования за счет применения типизации и унификации – в качестве типовых могут выступать проектные решения любого состава и сложности, например типовая структура управления, типовая система контроля, типовая структура датчика и т. д.

Технология автоматизации проектирования объектов АСУ ТП на базе AutomatiCS ADT интегрирована в общую систему комплексной автоматизации проектирования (КСАПР) института "Гипровостокнефть", в основе которой лежит централизованное хранение всей проектной и нормативно-справочной документации, единая

MODEL STUDIO CS

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Генеральный план
- Строительный отдел
- Электротехнический отдел
- Монтажно-технологический отдел
- Отдел инженерных систем и сетей
- Отдел водоснабжения и канализации
- Отдел отопления и вентиляции
- Отдел систем контроля и автоматики
- Отдел систем связи
- Сметный отдел
- Отдел контроля качества

- Контроль коллизий
- Расчеты
- Стандарты России
- Российские базы
- Тысячи пользователей

Internet: www.csoft.ru **WWW.CSOFT.RU** E-mail: sales@csoft.ru

графическая платформа (AutoCad) и единое информационное пространство института на базе корпоративного web-портала, в рамках которого организован процесс управления проектированием.

При подборе САПР для проектирования АСУ ТП основными критериями выбора являлись:

- способ хранения данных (данные должны храниться и использоваться централизованно);
- объединение базы данных и графики в одной системе;
- возможность интеграции новой системы с другими элементами КСАПР, в частности с системой трехмерного проектирования Plant-4D;
- возможность формирования с помощью САПР максимального количества документов, выпускаемых отделом АСУ ТП.

Первые версии AutomatiCS вышли в 2003 году и были достаточно "сырыми". Доработка программы велась при творческом содружестве разработчиков (компании CSoft) и специалистов отдела АСУ ТП "Гипровостокнефть". Программа постоянно развивается, разработчики стремятся учесть пожелания проектировщиков, с тем чтобы максимально обеспечить необходимую функциональность и удобство работы пользователей. В 2013 году развитие программы вышло на качественно новый уровень применения сетевых технологий. Ключевыми отличиями новой версии стали многопользовательский режим работы над моделью проекта, встроенный графический редактор для создания фреймов (графических образов технических средств) и мощный интерфейс для генерации документов (графическая форма документа, ГФД).

Общая схема сквозного проектирования объектов АСУ ТП

Технология автоматизации проектирования объектов АСУ ТП на базе AutomatiCS оптимально вписывается в процедуры проектирования и управления ОАО "Гипровостокнефть".

Работа над проектом начинается с формирования состава проекта и реестра проектных работ и документов на базе автоматизированной системы управления реестром. Для каждой марки (дисциплины) проектирования определяется перечень работ и документов, с назначением исполнителей и указанием трудозатрат на выполнение работ и документов с учетом коэффициента типизации и привязкой разрабатываемых документов к реестру.

В процессе проектирования для обмена заданиями между участниками проекта в ОАО "Гипровостокнефть" используется созданная на базе корпоративного Intranet-портала автоматизированная система "Обмен заданиями", которая интегрирована с системами САПР и реестром работ и документов.

Для импорта данных в систему AutomatiCS реализован, например, механизм передачи через систему обмена заданиями автоматизированной формы с данными по точкам контроля, формируемой в САПР Plant-4D, которая применяется в институте для проектирования технологической части проекта в 3D.

Для случаев, когда трехмерная модель не разрабатывается, специалистами отдела информационных технологий института разработаны автоматизированные формы выдачи заданий, которые с помощью специального приложения напрямую импортируются в AutomatiCS.

Процесс проектирования в AutomatiCS

После получения технологического задания начинается основной этап процесса проектирования – разработка единой модели проекта в САПР AutomatiCS. Под моделью проекта понимается виртуальная модель проектируемой системы, представляющая собой множество взаимосвязанных элементов (технических средств), электрических и прочих связей и содержащая всю необходимую информацию для последующего отображения в проектных документах.

AutomatiCS предусматривает использование технологий проектирования структурно сложных электротехнических схем и поддерживает все этапы проектирования – от получения задания на разработку технического обеспечения АСУ ТП до создания проектного решения и формирования комплекта выходной проектной документации.

Процесс проектирования в AutomatiCS включает в себя следующие этапы:

- подготовительный этап;
- формирование и ввод технологического задания;
- выбор из базы данных и знаний технических средств автоматизации;
- задание связей между отдельными элементами технических средств;
- выполнение процедур монтажа;
- генерация выходной проектной документации.

На рис. 1 представлена детальная схема проектирования в САПР AutomatiCS.

Подготовительный этап

Общеизвестно, что ни одна система САПР не может эффективно использоваться без серьезной работы по ее адаптации под задачи конкретного предприятия. Поэтому наиболее трудозатратным является именно подготовительный этап, во время которого решаются следующие задачи:

- ***Формализация опыта проектирования и наполнение базы данных и знаний.*** База данных и знаний (БДЗ) является центральным элементом информационной структуры AutomatiCS. Она включает в себя описание конкретных технических средств автоматизации различных производителей.
- ***Создание шаблонов для выходных документов.*** Шаблоны создаются с помощью надстройки AutomatiCS в MS Word и содержат поля (слоты), привязанные к параметрам элемента или связи в AutomatiCS. В AutomatiCS предусмотрена возможность ввода информации для заполнения штампа основной надписи в документах. При формировании документов эти данные передаются в свойства документа.

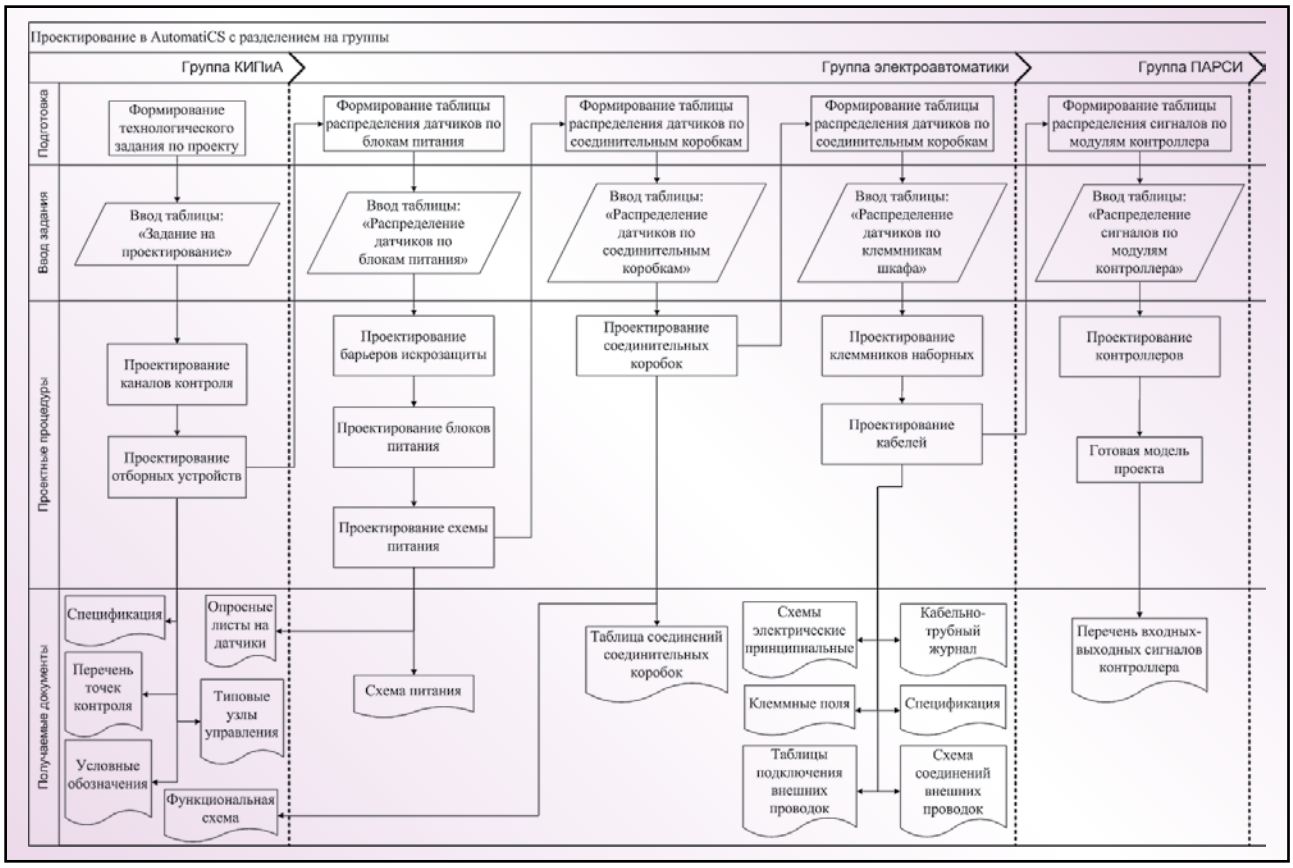

Рис. 1. Детальная схема проектирования в САПР AutomatiCS

- ***Создание графических образов технических средств.*** Формирование графических документов – чертежей AutoCAD – осуществляется на основе фреймов. Фрейм представляет собой графический образ технического средства. Для вывода информации из AutomatiCS, как и при формировании табличных документов, используются специальные поля – слоты. Можно создавать как фреймы, представляющие собой графические образы одного элемента (например, датчика), так и фреймы, содержащие в себе законченные фрагменты (например, контурные схемы).
- ***Разработка макросов и приложений.*** Макрос – это определенный набор команд, автоматизирующий выполнение ряда операций. Создание макросов – важная составляющая адаптации САПР. В тех случаях, когда функциональных возможностей AutomatiCS бывает недостаточно, специалистами отдела ИТ дополнительно разрабатываются приложения, адаптирующие систему к требованиям проектировщика. Применение макросов и внешних приложений в процессе проектирования значительно повышает уровень автоматизации, что, в свою очередь, сокращает время проектирования.

Ввод технологического задания

Перед началом работы формируется файл технологического задания, который должен содержать описание используемых при построении модели системы технических средств и иметь регламентированный формат. Задание на проектирование формируется в системе "Обмен заданиями" с помощью автоматизированных форм выдачи заданий и напрямую импортируется в САПР AutomatiCS.

Выбор оборудования – синтез КИП

Ключевым этапом построения единой модели проекта является процесс синтеза. Синтез оборудования реализуется в САПР AutomatiCS на основе выбора из базы данных оборудования, удовлетворяющего требованиям технологического задания.

Выбор оборудования может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме. В ручном режиме проектировщик должен подтверждать свой выбор в интерактивном порядке, в автоматическом – система сама выбирает подходящий вариант. Если подходящий вариант не обнаружен, система автоматически переходит в ручной режим.

Формирование электрических связей, выполнение процедур монтажа

После выбора параметров электрического подключения датчиков выполняются операции монтажа: врезка клеммников, установка соединительных коробок, раскладка кабелей. Проверить правильность подключения можно на графической странице. Фрагмент графического отображения узла задвижек с электрическими связями приведен на рис. 2.

Генерация выходных документов

С помощью AutomatiCS выходные текстовые документы генерируются в формате MS Word. Форми-

рование графических документов в последней версии САПР осуществляется с помощью специального интерфейса. В структуре документов AutomatiCS создается так называемая графическая форма документа. Эта форма является интерактивной – внесенные в ГФД изменения автоматически передаются в модель проекта.

С помощью AutomatiCS выпускаются следующие виды проектных документов: опросные листы, спецификации КИП, схемы автоматизации функциональные, кабельные журналы, контурные схемы, схемы внешних соединений, таблицы входных/выходных сигналов и т.д.

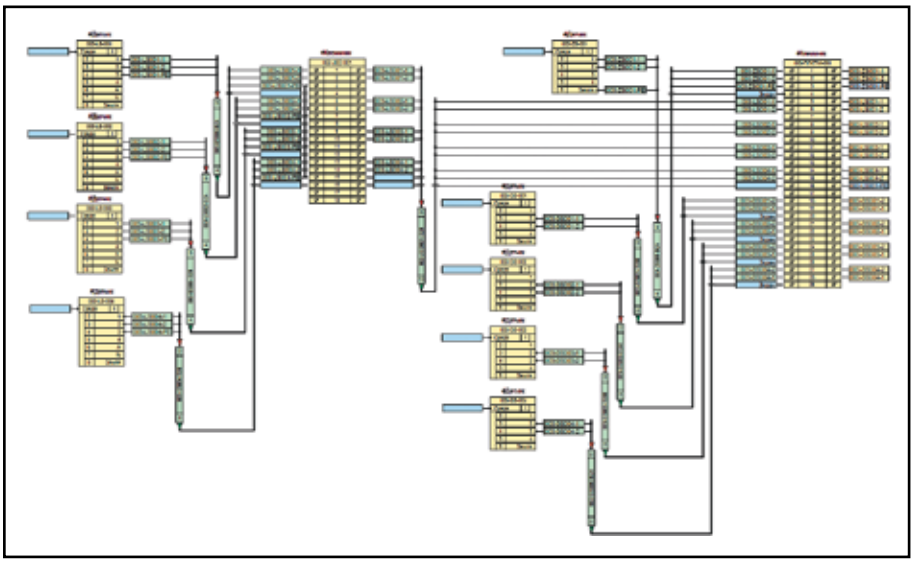

Рис. 2. Фрагмент графического отображения модели проекта в AutomatiCS

Раскладка кабелей

Для выполнения трассировки (раскладки) кабелей используется программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство. База данных ПК Model Studio CS Кабельное хозяйство содержит большой набор оборудования, применяемого при формировании трехмерной модели кабельной раскладки, и имеет удобные инструменты пополнения.

Раскладка кабеля осуществляется с учетом геометрии и радиуса изгиба кабеля. Исходными данными для трассировки кабелей в Model Studio CS Кабельное хозяйство являются: план расположения оборудования и информация о кабелях (частично заполненный кабельный журнал). Предусмотрена технология интеграции САПР AutomatiCS с Model Studio Кабельное хозяйство (рис. 3).

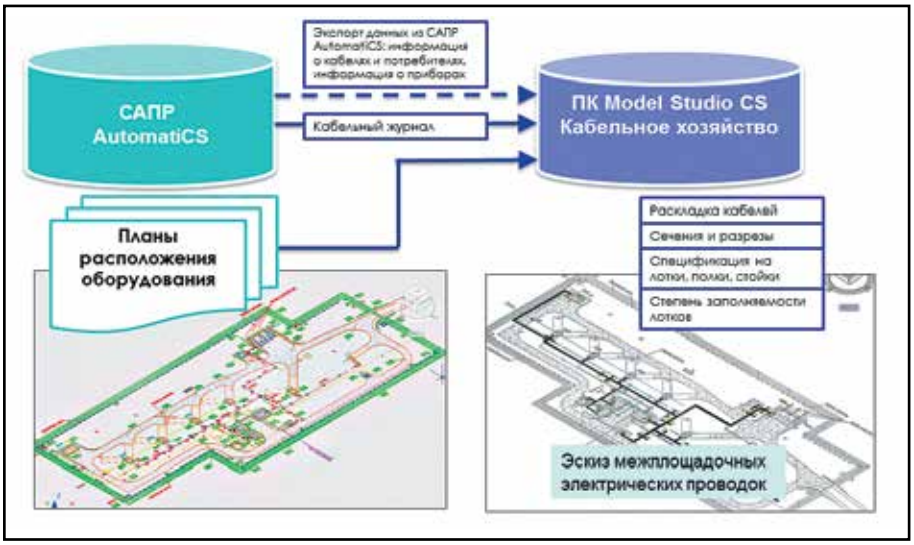

Рис. 3. Схема интеграции AutomatiCS и MS Кабельное хозяйство

Проектирование компоновки и схемы подключения шкафа (щитов)

Для автоматизации процесса компоновки щитов и трассировки кабелей внутри шкафа хорошо показали себя средства программного комплекса Model Studio CS Компоновщик щитов. Данный программный комплекс интегрируется с системами AutomatiCS и другими средствами автоматизации проектирования института.

Управление выпуском проектной документации

Готовые документы "привязываются" в реестр проектных работ на ресурсе проекта корпоративного портала, откуда с помощью специальных инструментов направляются проектировщиком на внутреннюю проверку качества в отделе и на нормоконтроль. Это автоматизированные системы выпуска проектной документации, работающие на базе корпоративного портала и интегрированные с реестром проектных работ. После прохождения этапа нормоконтроля документы через систему печати отправляются на печать, оригиналы документов в электронном виде сдаются в электронный архив, готовая документация отправляется заказчику.

Перечень документов, выпускаемых отделом АСУ ТП

Описанная выше комплексная система автоматизации проектных работ позволяет автоматизированным способом выпускать до 70% разрабатываемых отделом АСУ ТП документов (рис. 4). При этом реализуется бесшовная технология передачи данных из системы в систему за счет централизации хранения данных в виде единой информационной модели проекта и интеграции систем САПР и систем управления проектным производством.

Учебно-справочный портал

Одним из важнейших факторов, способствующих успешному внедрению систем автоматизации проектирования в институте "Гипровостокнефть", является постоянная работа по повышению квалификации персонала и обучению его новым современным технологиям. В рамках Intranet на платформе SharePoint 2013 создан учебно-справочный портал, который содержит методические пособия, инструкции, полезные советы, видеоуроки и записи вебинаров, рубрику "Часто задаваемые вопросы (ЧаВо)", на нем организованы форумы по направлениям, работает "Фабрика идей".

На базе учебно-справочного портала созданы выделенные ресурсы по программным продуктам КСАПР по направлениям проектной деятельности: AutoCAD, Plant-4D, Tekla Structure, AutomatiCS, Revit, ING+, Model Studio CS, MS Office с удобной навигацией и актуальной информацией.

к проектированию. Благодаря накоплению в базе данных знаний информации об объектах, оборудовании, разработанных шаблонов документов, графических образов технических средств (графических фреймов) подготовительный этап САПР со временем значительно сокращается, что особенно важно при проектировании небольших объектов в сжатые сроки.

Рис. 4. Документы, выпускаемые отделом АСУ ТП

Преимущества применения комплексной САПР

Первый крупный проект, выполненный с использованием САПР AutomatiCS (версии 2008), включал в себя разработку моделей нескольких объектов проекта "КТК (Каспийский трубопроводный консорциум). Проект расширения". Проект КТК как объект автоматизации с помощью САПР AutomatiCS был выбран неслучайно. Одним из основных определяющих факторов была необходимость разработки множества контурных схем (на каждый прибор и исполнительный механизм), которые должны быть выполнены в строгом соответствии с требованиями заказчика. После разработки всего 59-ти графических фреймов было выпущено 2850 контурных схем на их основе.

САПР AutomatiCS использовалась при проектировании объектов Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения и обустройстве Пашкинского нефтяного месторождения.

В настоящее время с помощью AutomatiCS (версии 2011) выполняется проектирование объектов Среднеботуобинского НГКМ.

Опыт показывает, что использование системы автоматизированного проектирования на базе информационной модели объекта позволяет решать ряд важных задач, таких как:

- исключение субъективной ошибки исполнителя при создании проекта;
- быстрое внесение изменений в проект;
- значительное уменьшение трудозатрат за счет автоматической генерации и возможности быстрой редакции выходных документов;
- повышение качества проекта.

Рассмотренная технология особенно хорошо применима на типовых проектах – однотипное оборудование, один заказчик, один регион, один подход

Преимущества применения САПР неоспоримы, но невозможно обеспечить разработку современной и надежной системы АСУ ТП проектируемого объекта без взаимодействия с другими направлениями проектирования. Процесс развития и внедрения комплексной САПР организации, включающий в себя разные направления проектирования (строительное, технологическое, электротехническое, АСУ ТП и т.д.), должен рассматриваться как единое целое со всеми информационными системами организации, в том числе с системами управления проектным производством. Должна обеспечиваться целостность данных о проектируемом объекте, начиная от исходных данных и состава проекта и до отправки готовой документации заказчику. При добавлении в цепочку проектирования новых средств автоматизации необходимо анализировать их на возможность интеграции с уже используемыми САПР для обеспечения бесшовной технологии передачи данных из системы в систему с целью создания единой сквозной комплексной автоматизированной системы проектирования. Опыт института "Гипровостокнефть" показывает, что для успешного внедрения САПР необходима организация тесного сотрудничества проектировщиков, ИТ-специалистов и разработчиков систем, так как эффективное использование приобретаемых на рынке средств автоматизации невозможно без адаптации к конкретным технологиям проектирования, выпуска и оформления проектной документации в организации.

Л. Д. Зубова, заместитель генерального директора,
Т. Н. Гильмутдинова, заведующий группой САПР отдела ИТ,
И. В. Артюшкин, инженер II категории отдела АСУ ТП,
ОАО "Гипровостокнефть"