



АUTOMATIСS – КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Целищев Е.С., Салин А.Г., Шемякин А. И., Кудряшов И.С.
(Ивановский государственный энергетический университет)

Приводятся характеристики и особенности агрегативно-декомпозиционной технологии (АДТ), применяемой при проектировании систем контроля и управления. Описывается программный продукт AutomatiCS, созданный на базе технологии АДТ.

В начале 90 гг. в Ивановском государственном энергетическом университете (ИГЭУ) сформировалась команда специалистов, интересующихся исследованием проблем автоматизации проектирования систем контроля и управления. Место и время не были случайными: за многие десятилетия в г. Иваново сложилась превосходная школа подготовки энергетических кадров высокой квалификации. Энергетический институт был головной организацией межвузовской программы "САПР в энергетике и электротехнике". Наконец, здесь же, в г. Иваново, располагались крупнейшие организации энергетического профиля: "Зарубежэнергопроект" и "Ивэлектроналадка".

Исследование методов автоматизации проектирования привело к выводу, что единого системного подхода к решению указанной задачи не существует. Большие надежды возлагались на текстовые и графические редакторы, на программы, автоматизирующие отдельные взятые проектные процедуры и операции (формирование спецификаций и др.). Конечно, и это было шагом вперед, но... Упомянутые средства, с одной стороны, не позволяли автоматизировать процесс — они лишь механизировали его, а с другой — каждая из отдельных программ требовала ввода исходных данных (зачастую в больших объемах), причем данные эти не были согласованы между различными проектными процедурами. Сквозной

автоматизации не получалось. Повышение производительности труда проектировщиков и частичное сокращение сроков выдачи проектной документации достигались за счет распараллеливания процесса проектирования и привлечения большего числа проектировщиков. А распараллеливание осуществлялось исходя из возможности декомпозировать проектируемую систему на относительно автономные, функционально завершенные узлы, агрегаты, сооружения и здания, подсистемы снабжения, задачи контроля и управления и др. Сроки проектирования действительно сокращались, но между группами проектировщиков как одной, так и разных специальностей с неизбежностью стали возникать дополнительные потоки информации и промежуточные документы, необходимые лишь для согласования и уточнения. Это осложнилось общей итерационностью процесса проектирования.

Такова была ситуация к моменту создания в ИГЭУ Научно-исследовательского института моделирования и вычислительного эксперимента, основной задачей которого стал поиск кардинально новых путей решения проблемы сквозной автоматизации проектирования электротехнических систем контроля и управления. Тесное сотрудничество со специалистами АО "Зарубежэнергопроект" и АО "Ивэлектроналадка" позволило взглянуть на проблему с другой стороны и по-

пытаться подойти к ней так, чтобы решение включило весь процесс проектирования, а не отдельные его компоненты. Идея носилась в воздухе: автоматизировать разработку не отдельных документов (в соответствии с ГОСТ, ОСТ и т.д.), а информационной модели (структуры) всей системы контроля и управления, которая впоследствии стала бы источником информации для автоматизированного и автоматического документирования.

Чтобы реализовать идею, предстояло ответить на два основных вопроса.

— Какова должна быть структура БД номенклатуры средств контроля и управления, правил принятия типовых проектных решений?

— Какова должна быть структура собственно информационной модели, чтобы иметь возможность эволюционировать в процессе проектирования и быть источником информации для любого проектного документа?

Агрегативно-декомпозиционная технология

При разработке систем контроля и управления используются прототипы или типовые проектные решения (ТПР), причем, понятие "типовой" применимо для любого устойчивого проектного решения какого угодно состава и сложности. Например, наряду с понятием "типовая система управления" существуют понятия "типовая система регулирования", "типовая система контро-



Рис. 1. Структура агрегативно-декомпозиционной технологии

ля", "типовая структура исполнительного устройства", "типовая структура датчика", "типовая структура датчика температуры" и т.д. Предметная область проектирования при этом представляется в виде обобщенного "И-ИЛИ", т.е. дерева, на каждом из уровней которого описаны варианты типовых проектных решений различных уровней абстракции. Такой подход дал сразу два серьезных преимущества:

- иерархическое многоуровневое описание позволило компактно, в сжатой форме представить все множество вариантов, типов и моделей технических средств автоматизации, которые используются сегодня для построения систем контроля и управления;

- на основе иерархического описания стало возможным построить алгоритмы автоматизированного синтеза структуры проектируемой сложной (многокомпонентной) системы. Процесс построения модели заключается в чередовании процедур декомпозиции (разложения целого на части – уточнения структуры и конкретных характеристик элементов) и агрегирования (подбора для некоторых классов и множеств функций многофункциональных технических

элементов – многоканальных блоков питания и вторичных приборов, микропроцессорных модулей, многоканальных блоков управления приводами и др.).

Два основных вида автоматизированных процедур и легли в основу названия новой, агрегативно-декомпозиционной технологии (АДТ) автоматизированного проектирования сложных систем.

Получаемая в результате агрегативно-декомпозиционного синтеза модель получила название Единой модели проекта (ЕМП). На разных этапах автоматизированного проектирования ЕМП проходит различные стадии (рис. 1):

- задание – ТЗ, которое представляет собой перечень каналов контроля и приводов запорной и регулирующей арматуры с требованиями к ним;

- принципиальная модель – в модели выбраны и уточнены все характеристики технических средств автоматизации, необходимые для построения спецификаций, для заказа, построены все принципиальные электрические, гидравлические и другие связи между элементами (связи также имеют необходимые характеристики – маркировки, вид сигнала и др.);

- монтажная модель – в модели построены и промарки-

рованы все клеммные соединители щитов, пультов, панелей, стенов, соединительных коробок и т.д.; все так называемые общие точки разведены либо на клеммниках, либо на элементах модели в виде шлейфов, все межщитовые связи объединены в соответствии с нормативными требованиями в кабели, проработаны характеристики кабелей (жильность с учетом резерва, сечение, материал жил, оплетки, степень защиты от воздействий, направление, адреса источника/приемника и др.).

Интеллектуальное документирование

На каждой из стадий ЕМП может быть использована для формирования какого-либо проектного документа (ТЗ – перечни точек контроля и приводов Р&I-диаграммы; принципиальная модель – спецификации, принципиальные схемы и др.; монтажная модель – схемы подсоединения кабелей, схемы кабельных и трубных проводок, кабельные журналы и др.). Применяются автоматизированные документаторы, использующие графические (AutoCAD) и табличные (Microsoft Word) шаблоны (рис. 2). Такой подход позволяет обеспечить соблюдение любых стандартов и других нормативных документов и требует лишь настройки (редактирования форм таблиц или графических изображений) шаблонов в соответствии с действующим стандартом.

Отличительные особенности технологии

- Автоматизированные процедуры построения ЕМП отделены от процедур формирования документов. Требования к уровню квалификации проектировщика для этих двух классов процедур различны. Это обстоятельство позволяет распараллелить процесс проектирования между двумя группами проектировщиков:

- администратор базы знаний – эксперт высокой квалификации, принимающий проектные решения на высоком уровне;
- группа, формирующая пакет проектных документов на основе информации ЕМП.

- Поскольку процесс синтеза автоматизирован и занимает незначительное время, появляется возможность объединить под контролем одного специалиста построение ЕМП-системы в целом. При этом промежуточные информационные потоки и документы согласовательного плана ликвидируются.

- По мере накопления знаний в базе степень автоматизации проектирования возрастает.

- Информация вводится в ЕМП только один раз и затем по мере выпуска документов отображается в тех или иных формах. При этом устраняется возможность ее искажения.

- Использование ЕМП в качестве источника информации позволяет формировать документы повышенной сложности и информативности, что открывает новые возможности для создания пакета проектных документов.

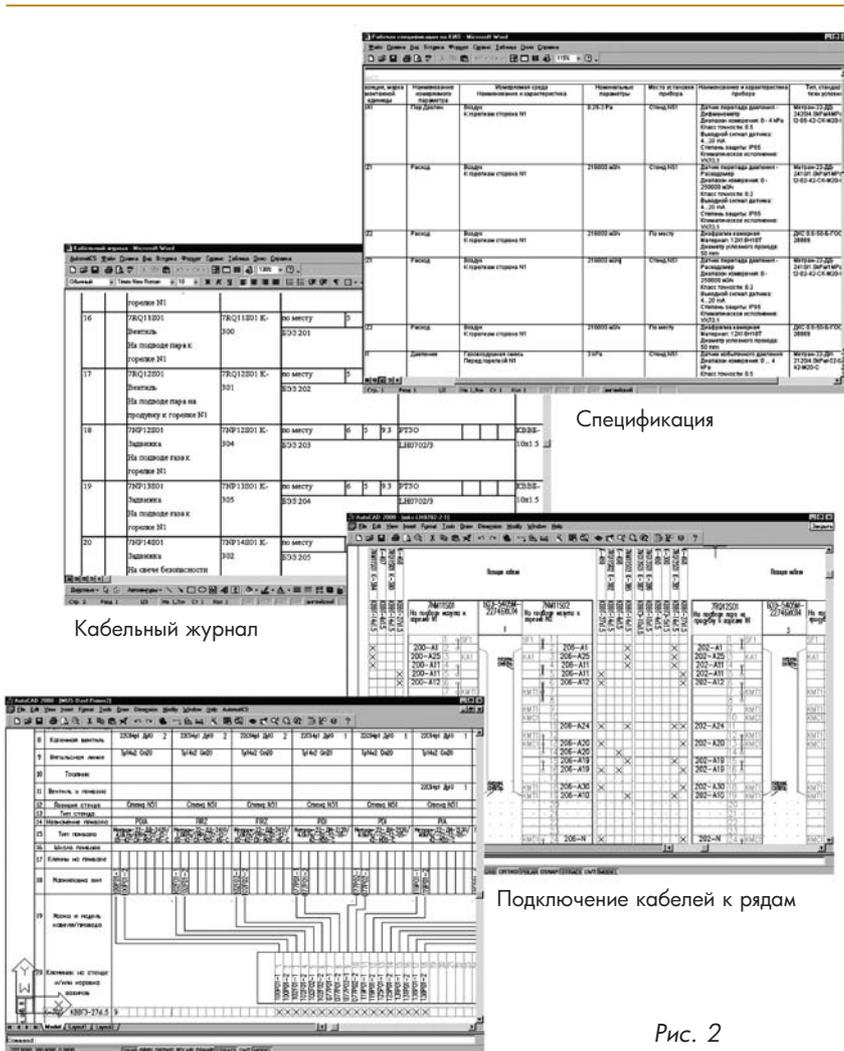
Потребность описывать предметную область проектирования в структурированном виде обязывает проектировщика систематизировать его собственные знания. Кроме того, формальное описание знаний позволяет выявлять ошибки многих справочных и нормативных данных, тиражируемых из проекта в проект.

Опыт использования

АДТ-технология и ее программная реализация – программно-информационный комплекс AutomatiCS АДТ (рис. 3) – с успехом применялись при проектировании систем контроля и управления энергетических объектов.

Северо-западное отделение института ВНИПИэнергопром использовало их при выполнении проекта СКУ парогазовой установки 450 МВт (включавшей блочное и общестанционное оборудование, генераторы) для Северо-Западной ТЭЦ.

ОАО "Ивэлектронладка" выполняло при помощи AutomatiCS АДТ проекты систем контроля и управления для теплосетей г. Ярославля, блоков Йошкарлинской ТЭЦ-1 и Пензенской ТЭЦ-1, реконструкции СКУ котельной Ивановского



Кабельные и трубные схемы

Рис. 2

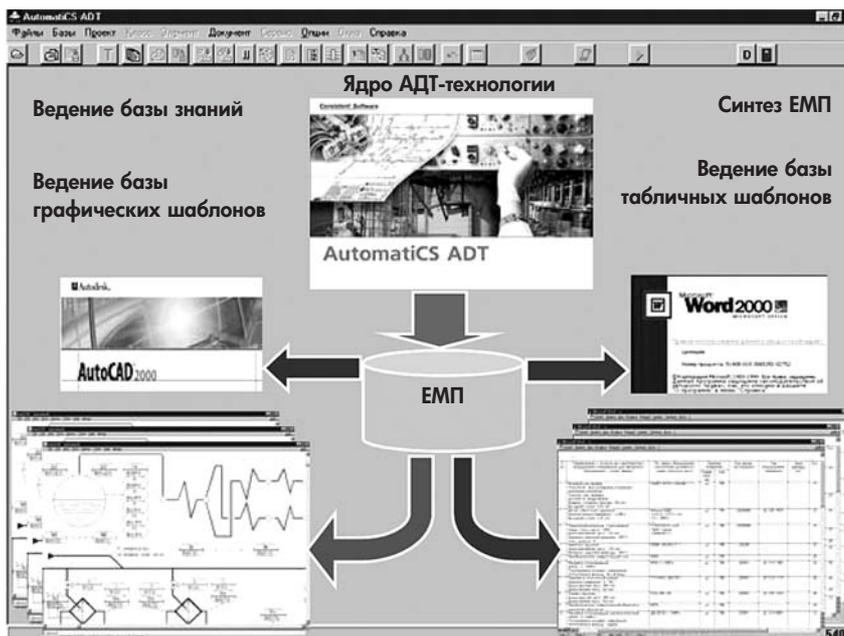


Рис. 3. Структура AutomatiCS АДТ

тепличного хозяйства, объектов Ярославской ТЭЦ-3.

АО "Системотехника" в рамках технологии осуществило разработку проектов реконструкции СКУ 6 и 7 котлоагрегатов Ярославской ТЭЦ-1, проекта СКУ поселковой и городской электротеплового поселка Талакан Амурской области.

АО "Теплоэлектропроект" использовало результаты исследований при разработке проекта СКУ водоподготовительной установки ТЭЦ-25 Мосэнерго, объектов ТЭС "Юсифия".

АО "Зарубежэнергопроект" использовал компоненты AutomatiCS АДТ при проектировании КИПиА основного и вспомогательного оборудования Владимирской ТЭЦ-1, ТЭС "Рамин", ТЭС "Харта" (Ирак), объектов геотермальной электрической станции "Мутновская".

AutomatiCS АДТ был использован при проектировании в отделе КИПиА института Мосэнергопроект систем контроля и телемеханики третьего теплового кольца Москвы, а также при проектировании систем контроля и управления объектов ГЭС-1 Мосэнерго, ГРЭС "Нассирия" (Ирак).

Приведем краткую характеристику процесса использования AutomatiCS АДТ в отделе АСУТП ОАО "Ивэлектроналадка" при проектировании системы контроля и управления котла №7 (БКЗ-320-140ГМ) Ярославской ТЭЦ-3. В работе были задействованы три специалиста: двое выполняли проектирование системы соответственно в части контроля и управления, один осуществлял общее руководство и контроль, а также являлся техническим консультантом проекта. Очевидно, что эти специалисты принимали и реализовывали решения, но являлись скорее руководителями проекта,

чем исполнителями. Роль чистого исполнителя приняла на себя система автоматизированного проектирования AutomatiCS АДТ.

Какие же преимущества, кроме сокращения сроков и трудозатрат, принесло использование системы?

Высокая типизация решения, возможность оперативного формирования документации в необходимом заказчику виде, отсутствие случайных ошибок при принятии технических решений, формировании документации, кодировании. Кроме того, появилась возможность комплексной оценки количества и качества технических средств.

Проектант получил в свое распоряжение библиотеку технических решений, модель системы и формы проектных документов, что позволяет оперативно вносить изменения в проект и автоматически накапливать опыт принятия типовых технических решений.

В части системы контроля проект характеризуется следующими параметрами:

Общее число точек контроля — 450 (из них: температуры — 242; давления и разрежения — 131; уровня, расхода, перепада давления — 42; химического контроля, специальных измерений — 35).

Количество приводов запорной арматуры — 182.

Была выпущена проектная документация следующих видов и объемов (листов): перечень точек контроля — 21, P&I диаграммы — 9, перечень электроприводов — 5, рабочая спецификация — 75, спецификации на щиты в части систем управления приводами — 11, таблицы НКУ и надписи в рамках — 11, фасады местных щитов — 6, схемы заполнения сборок — 28, полные схемы приводов — 40, схемы блоков сборок — 6, схемы

подключения кабелей к рядам зажимов — 44, принципиальные схемы щитов и пультов — 17, кабельный журнал — 112, кабельные и трубные схемы — 120.

В проекте использованы технические средства производителей: концерн МЕТРАН (г. Челябинск), ОАО "Манотомь" (г. Томск), ПО "Теплоконтроль" (г. Казань), ПО "Теплоприбор" (г. Рязань), НПО "Автоматика" (г. Владимир), ОАО "Промышленная компания "Сплав" (г. Нижний Новгород), МПО "Манометр", НПО "Техноприбор", Научно-инженерный центр "Автоматика", ООО "НПФ Циркон" (Москва).

Принятие технических решений происходило на этапе формирования ТЗ, так как заполнение баз данных и знаний системы AutomatiCS АДТ предполагает включение в них недостающих технических средств и описаний условий их использования. Сформированное таким образом ТЗ на проектирование переводит отдельные этапы процесса из разряда автоматизированных в разряд автоматических. Высвобождается время высококвалифицированных специалистов, которое они затрачивали на механические работы, что позволяет направить их знания и опыт на повышение качества проекта в целом. Это происходит без уменьшения общего числа принимаемых в процессе проектирования технических решений (эту роль выполняет AutomatiCS АДТ).

В заключение отметим, что проблема обеспечения сквозной автоматизации проектирования систем контроля и автоматики на всех этапах разработки проектной документации является и будет оставаться актуальной, а ее решение — своевременным и востребованным.

Целищев Евгений Сергеевич - д-р. техн. наук, ст. научн. сотрудник, начальник управления,

Салин Александр Григорьевич - д-р. техн. наук, ст. научн. сотрудник,

заместитель начальника управления САПР ИГЭУ,

Шемякин Александр Николаевич - инженер,

Кудряшов Иван Сергеевич - аспирант ИГЭУ.

E-mail: adt_group@aport2000.ru

По вопросам приобретения: sales@csoft.ru или plant4d@csoft.ru