

Макарова Е.Н., Романов А.В.

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Сегодняшний рынок программных продуктов предлагает большой выбор программного обеспечения (ПО) для автоматизации процессов проектирования в самых разных прикладных областях. Системы автоматизированного проектирования (САПР) интегрируют в себе творческие усилия проектировщиков, возможности математических методов и вычислительные возможности ЭВМ. Основным эффектом использования САПР – улучшение качества проектных работ и сокращения их сроков. Автоматизировать стараются всю совокупность взаимосвязанных этапов проектирования.

Согласно определению электродвигательной установки как совокупности механических и электромеханических устройств, объединенных общими силовыми электрическими цепями и (или) цепями управления (ГОСТ 50369-92), можно выделить в общем виде четыре этапа проектирования [1]:

- проектирование в рамках подсистемы "Механика";
- проектирование в рамках подсистемы "Энергетическая часть системы управления";
- общий синтез информационной части системы управления, анализ динамических характеристик, при необходимости – оптимизация динамики;
- определение энергетических характеристик системы.

Как показала практика проектирования, решение проектно-расчетных задач для такой сложной технической системы как электропривод (ЭП) плохо поддается автоматизации, формализации и алгоритмизации по следующим причинам [1]:

- расчетные процедуры для автоматизированного проектирования электроприводов бывают как проблемно-ориентированные, так и объектно-ориентированные;
- проектирование осуществляется, как правило, в несколько итераций, опираясь во многом на эмпирические зависимости;

- процесс проектирования электроприводов осложняется многообразием механизмов, управляемых с помощью ЭП, наличием для однотипных механизмов различных методик расчета, отсутствием однозначных критериев для выбора подходящей методики;

- необходимо большое количество разнородной информации для проектирования различных элементов ЭП.

Вопросами разработки расчетных программ, автоматизирующих процесс проектирования ЭП, в Воронежском государственном техническом университете на кафедре автоматики и информатики в технических системах занимались с 1982 года. В настоящее время реализуется структура САПР ЭП, показанная на рис. 1, программно-алгоритмическую основу которой составляет следующее программное обеспечение.

1. База данных (БД) технической информации ВТИ. Основное назначение – информационная поддержка процесса проектирования. БД содержит технические параметры большинства необходимых при проектировании элементов электропривода. Место базы данных в системе автоматизированного проектирования поясняет рис. 2. Программа использует BDE (процессор баз данных – Borland Database Engine), в системе имеет alias APEP_VTI, поиск данных в базе осуществляется с помощью механизма SQL-запросов, но для пользователя разработаны формы для параметрирования запроса на естественном техническом языке. Обмен данными с расчетными программами осуществляется через стандартное средство Windows – Clipboard ("карман").

2. Программа расчета механической части ЭП – Mexanika. ПО является редактором плоских схем, в котором механическая часть ЭП собирается из отдельных элементов, которые затем параметризуются. Таким образом реализована инвариантность к объекту проектирования. Для расчета типовых механизмов существует специальная библиотека, состоящая из самостоятельных программ, которые вызываются из меню ПО **Mexanika**, и, отработав, возвращают готовые данные.

3. Программа расчета тиристорных силовых схем для управляемого преобразователя напряжения постоянного тока – Sila. Программа является частью ПО, ответственного за проектирование энергетической (силовой) части системы управления.



Рис. 1. Структура САПР ЭП

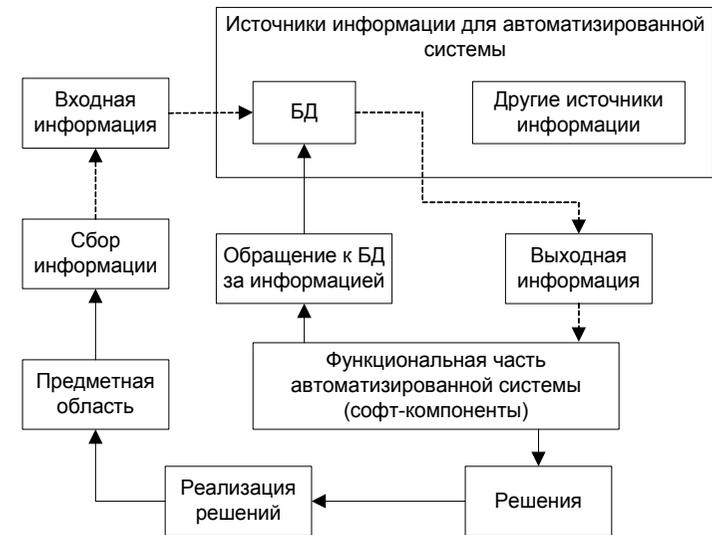


Рис. 2. База данных в составе автоматизированной системы

4. Программа **m2s_kont**, предназначенная для анализа возможности пренебрежения упругостью механической связи в двух-массовых электромеханических системах ЭП с подчиненным (каскадным) управлением. ПО является частью библиотеки синтеза и анализа системы управления. Полноценное исследование динамики предполагается проводить в программе Matlab [1].

5. Программа расчета и анализа энергетических характеристик электроприводов – **Energo**. На данный момент в программе реализован расчет энергетики для ЭП постоянного и переменного тока при использовании различных систем управления, поэтому ПО можно использовать на начальных этапах проектирования для аргументированного выбора СУ.

Для организации взаимосвязанной работы программного обеспечения необходимо решить ряд вопросов. Например, организацию файлов программ САПР, общий алгоритм поэтапного расчета, автоматизированную передачу данных между ПО и др.

Файловая организация САПР ЭП показана на рис. 3. В корневом каталоге АРЕР располагаются:

- файлы таблиц баз данных (каталог **ВТИ_Tables**);
- папка для хранения пользовательских файлов (**Data**);

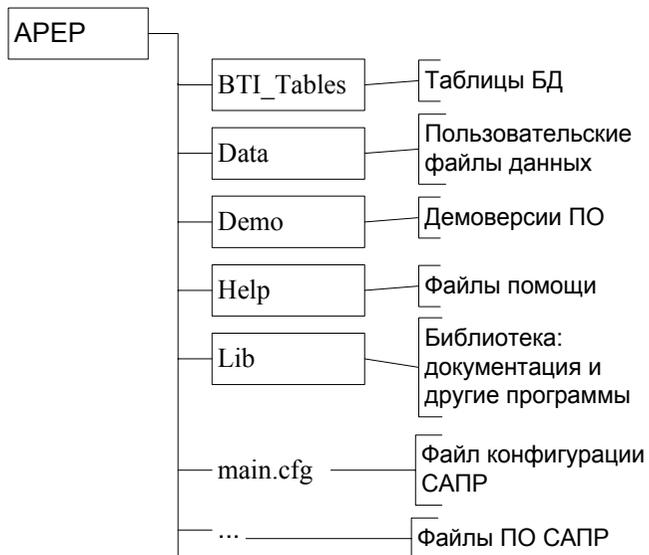


Рис. 3. Файловая организация САПР ЭП

- каталог Demo, в котором располагаются подкаталоги с файлами, необходимыми для показа демонстрационных версий разработанного ПО;
- каталог Help, содержащий файлы помощи к программным компонентам САПР;
- каталог Lib, в котором расположены файлы документации, а также подкаталоги для программного обеспечения, не входящего в состав САПР, но выполняющего схожие или аналогичные задачи.

Все программы САПР и требуемые библиотеки расположены в корневом каталоге. Здесь же находится глобальный файл конфигурации main.cfg, в котором хранятся все настройки САПР и другая информация, необходимая для организации совместной работы ПО.

Файл main.cfg, файлы проектов, имеющие расширение *.aer, файлы для хранения расчетной информации, генерируемые отдельными программами САПР (например, данные ЭД или вариант механической части электропривода), данные, передаваемые из БД через Clipboard, – все имеют структуру INI-файла с тематическими секциями и структурой ИМЯ=ЗНАЧЕНИЕ. Таким образом обеспечивается единообразие хранения и обработки информации в различных

программах САПР, независимо от времени их написания, очередности и, в идеале, от языка программирования.

Использование единого файла проекта определяет *общий алгоритм работы расчетных программ* – ПО запускается с aer-файлом в качестве параметра. Соответственно, все прикладные программы должны начинать свою работу с проверки наличия параметров, и, если параметр задан и это существующий файл проекта, то анализ содержащейся в файле информации определит дальнейший алгоритм функционирования – продолжать ли расчет с какой-либо прерванной операции или начинать его заново.

Наличие файлов помощи и демонстрационных версий в современных условиях становится не только желательной, но и практически обязательной компонентой эксплуатации программного обеспечения. Демоверсии помогают пользователю быстрее освоить интерфейс и основные приемы работы с ПО, а контекстная помощь подскажет тонкости работы, напомнит расчетные формулы, выдаст информацию об используемой методике проектирования и т.д.

Совместная работа программ в рамках САПР ставит вопрос о единой (полностью или частично) системе помощи, а, следовательно, о *планировании номеров-указателей* на отдельные страницы hlp- или chm-файлов. В рамках объектной модели Delphi, принятой для разработки программ САПР [1], это свойство HelpContext, которое имеет довольно большой диапазон – до 2147483647.

По завершению каждого этапа проектирования требуется *создание отчета* в виде твердой копии, в котором отражаются входные данные для этапа, общий ход расчета и основные результаты, а также некоторые рекомендации для дальнейшего проектирования. Применительно к программным продуктам и по сложившейся практике автоматизированного проектирования это означает реализацию функции генерации отчета средствами текстового редактора, в качестве которого выбран MS Word.

На основании всего вышесказанного можно сформулировать *общие требования* к расчетным программам САПР ЭП. Кроме исчерпывающей функциональности, это поддержка файла-параметра, сохранение и считывание настроек программы через конфигурационный файл, наличие контекстной помощи и демонстрационной версии, сохранение файлов данных в каталог Data (по умолчанию), хранение необходимых библиотек в текущем каталоге, умение «по-

нимать» данные из Clipboard-a, умение создать файл отчета, взаимодействуя с текстовым редактором MS Word.

Естественно, что для совместно работающих программ желательно *единство пользовательского интерфейса*. В рамках разрабатываемой САПР это можно обеспечить, например, загрузкой ресурсов (в этом качестве можно рассматривать изображения на кнопках) из одного библиотечного файла.

Разработчикам ПО можно порекомендовать сразу же учитывать наличие каталогов Data, Demo, Help, конфигурационного файла и, если существует необходимость непосредственной связи с базой данных, ее псевдонима в системе.

Из всего вышесказанного можно сделать еще один важный вывод – кроме расчетных программ и базы данных в структуре САПР не хватает организующей и контролирующей компоненты, в том числе контролирующей функциональность самой САПР. Обычно в этой роли выступает некоторая *программа-оболочка*.

Главными функциями подобной программы будут следующие:

- информирование пользователя о назначении и возможностях ПО системы автоматизированного проектирования, а также о сторонних расчетных программах;
- быстрый запуск нужной программы, ее демонстрационной версии или файла помощи;
- создание или открытие файла проекта (аер-файла), который будет передан в качестве параметра запускаемой программе;
- визуализация различных учебных пособий и другой технической литературы;
- выполнение вспомогательных служебных функций.

Следовательно, интерфейс программы (в составе САПР она представлена файлом **аерр.exe**) должен содержать визуализацию структуры САПР, кнопки запуска ПО, файла помощи и демоверсии, текстовое поле для информации по выбранному элементу, главное меню для реализации служебных функций.

Визуализацию структуры лучше всего выполнить в виде дерева с ключевыми узлами «Программы САПР», «Техническая литература», «Другие программы». Текстовая информация в общем виде должна иметь возможность различного стилизованного оформления, поэтому следует использовать БД, а пути к ПО хранить в конфигура-

ционном файле. Файл проекта создается как результат выполнения команды главного меню, его имя записывается в переменную программы и отображается в заголовке формы. В нем создается секция [main] с информацией об авторах, организации (группе) и краткой характеристикой объекта проектирования.

К вспомогательным служебным функциям относится, прежде всего, контроль целостности файлов САПР. Эта операция осуществляется контрольным сканированием директории АРЕР и записью на жесткий диск информации о файлах, их размере и времени создания. При запуске ПО также осуществляет сканирование и сравнение с ранее созданным образом. При выявлении отличий об этом сообщается пользователю. Другой служебной функцией является определение наличия BDE, необходимого псевдонима для файлов БД и, при необходимости, настройка этих параметров.

Также в функции программы-оболочки должна входить задача анализа хода выполнения текущего проекта, а также генерация рекомендаций по возможным путям дальнейшего расчета и указаний на ошибочные или сомнительные действия проектировщика. Для этого, естественно, расчетные программы должны записывать в файл проекта соответствующую информацию.

Такая организация работы программного обеспечения САПР ЭП позволит полностью и незаметно для проектировщика автоматизировать процесс проектирования электроприводов и привить пользователям (студентам) навыки автоматизированного проектирования. САПР будет полезна и специалистам-инженерам для проектирования различных типов ЭП благодаря универсальности, инвариантности к объекту проектирования, средствам анализа принятых технических решений, объемному методико-информационному обеспечению. Все это позволит снизить денежные и временные затраты на проектирование и повысить качество конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов А.В., Бурковский В.Л., Фролов Ю.М. Проблематика автоматизированного проектирования электроприводов. / Вестник ВГТУ. Серия "Вычислительные и информационно-телекоммуникационные системы". Том 2. № 5. Воронеж: ВГТУ, 2006. 148 с. С. 119 – 123.

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы формирования структуры системы автоматизированного проектирования электроприводов и организации взаимосвязанной работы программного обеспечения. По результатам анализа намечены пути решения и даны некоторые рекомендации.