УДК 681.3

К ВОПРОСУ ПЛАНИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ САПР ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Ю.Н. Глотова, А.В. Романов

В статье анализируются проблемы разработки систем автоматизированного проектирования электроприводов. На основе функциональной схемы электропривода предлагается структура САПР

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

При разработке такой сложной технической системы как электропривод (ЭП) инженерами-проектировщиками выполняются следующие виды работ:

- сбор и обработка информации;
- решение проектно-расчетных задач;
- выбор элементов и реализация системы управления (СУ);
- разработку чертежной документации;
- монтаж электрооборудования и пусконаладочные работы.

Степень автоматизации этих работ различная. Например, для выполнения чертежных работ существуют специализированные CAD-системы (КОМПАС, SolidBox и др.).

Для выбора элементов построения технических систем существуют различные базы данных (БД). Например для проектирования силовой части управляемого преобразователя энергии можно использовать электронный справочник по силовым полупроводниковым приборам [1], а для выбора электродвигателя по его паспортным данным – базу данных EngineBox [2], в которой разработчиками предусмотрены определенные возможности интеграции с другими программными продуктами.

Реализация системы управления в современных условиях заключается, как правило, в параметрировании комплектных ЭП и, возможно, в программировании микропроцессорных управляющих устройств. В этом случае фирмы-производители оборудования, как правило, разрабатывают программные средства для подобных работ. Также при разработке СУ возможен и более традиционный вариант – разработка платы управления. И в этом случае для расчета и разводки электронных плат также существует специализированное программное обеспечение.

А вот сбор и обработка информации, а так же автоматизация проектно-расчетных задач плохо поддается формализации по следующим причинам [3]:

- расчетные процедуры для автоматизированного проектирования электроприводов бывают как проблемно-ориентированные, так и объектно-ориентированные;
- требуется специализированное оборудование (например, управляемый преобразователь энергии), разработка которого выходит за рамки задач проектирования ЭП, а для существующих вариантов промышленного оборудования как правило отсутствуют данные, необходимые для полноценного проектирования;
- проектирование осуществляется, как правило, в несколько итераций, опираясь во многом на эмпирически полученные 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;

Согласно определению электродвигательной установки как совокупности механических и электромеханических устройств, объединенных общими силовыми электрическими цепями и (или) цепями управления, можно выделить в общем виде четыре этапа проектирования [3]:

- 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.

Софт-компоненты САПР ЭП могут быть разработаны в виде специализированного прикладного ПО, ориентированного на решение какого-либо класса задач, или в виде стандартных пакетов прикладных программ, реализующих более широкую проблематику предметной области.

Вопросами разработки расчетных программ, автоматизирующих процесс проектирования электроприводов, в Воронежском государственном техническом университете на кафедре автоматики и информатики в технических системах занимались с

Глотова Юлия Николаевна – ВГТУ, аспирант.
Романов Андрей Владимирович – ВГТУ, канд. техн. наук, доцент

1982 года. Первый из вариантов структуры САПР электроприводов показан на рис. 1, место базы данных в системе автоматизированного проектирования показано на рис. 2.

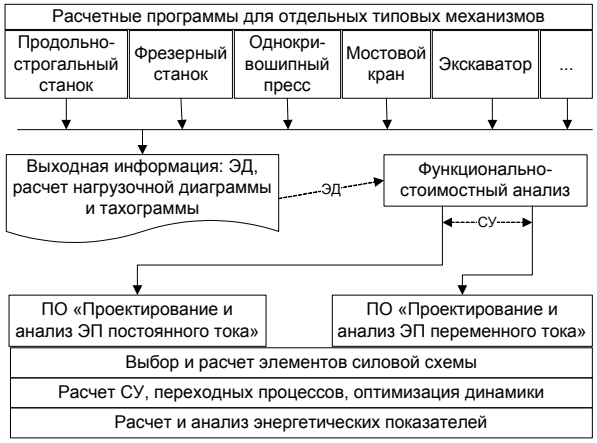

Рис. 1. Первый вариант структуры САПР ЭП

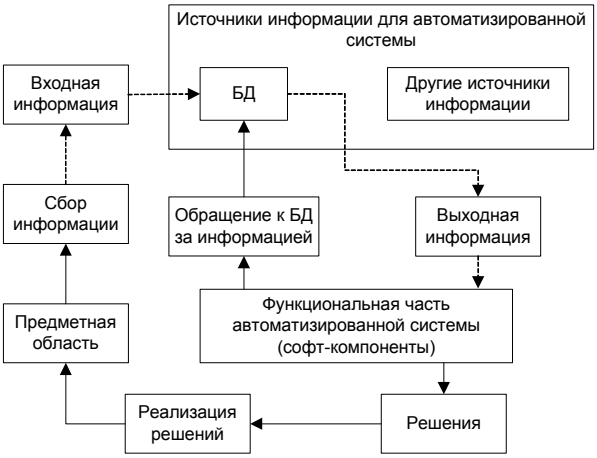

Рис. 2. База данных в составе автоматизированной системы

Основной особенностью первого варианта структуры САПР был изначально объектно-ориентированный характер расчетных процедур. Выбирался отдельный типовой механизм из предопределенных вариантов, на основании известной технологии определялась нагрузочная диаграмма (НД) и тахограмма (ТГ), рассчитывалась эквивалентная мощность электродвигателя (ЭД), из БД выбирался сам двигатель. Затем производился функционально-стоимостный анализ (ФСА), на основе которого пользователь определялся с системой управления.

Далее процесс проектирования мог идти по двум взаимоисключающим вариантам – по постоянному или по переменному току. Здесь предполагалось использовать типовые расчетные процедуры по выбору силовой схемы, определению параметров системы управления, расчета переходных процессов, оптимизации динамических характеристик, расчета и анализа энергетики.

Не все программное обеспечение удалось разработать, но в таком варианте САПР ЭП функционировала достаточно успешно.

Опыт эксплуатации САПР показал, что с первых же этапов проектирования ЭП необходим объектно-инвариантный подход, так как при существующей структуре большой объем номенклатуры электроприводов оставался неохваченным. Вместе с этим при совершенствовании прикладных программ САПР желательно сохранить те положительные элементы из первого варианта (методики расчетов, требуемые входные и желаемые выходные данные, возможности вариации параметров, анализа, свободы для проектировщика в выборе направления проектирования и др.), которые были реализованы.

На основании этого сформулированы задачи по модернизации САПР [4]. Прежде всего, это изменение структуры, обеспечение инвариантности к объекту проектирования, обновление базы данных, включение в нее новых элементов, добавление возможностей поиска, определение корректной процедуры обмена данными с прикладными программами. Далее необходимо разработать программный модуль работы с НГ и ТГ с различными вариантами ввода и хранения входной информации – асимптотической, аналитической и реальной [5]. Эта расчетная процедура требуется в нескольких программах. Также необходима поддержка возможности проектирования электроприводов на основе бесконтактных и шаговых электродвигателей. Программа проведения ФСА, основанная на устаревшей статистике 80-х гг., является желательным, но не необходимым элементом САПР, поэтому в процессе проектирования ЭП необходимо предусмотреть возможность расчета без этой программы. В качестве альтернативы можно рекомендовать предварительный анализ проектируемой системы с позиций энергетических характеристик. Также недостатком функционирования существующей САПР ЭП является отсутствие информации о возможностях ПО, правилах работы с ним, а также отсутствие описания выходной информации и необходимых сведений об используемых методиках расчета.

С учетом указанных пожеланий в настоящее время в ВГТУ на каф. АИТС реализуется структура САПР ЭП, показанная на рис. 3, программно-алгоритмическую основу которой на данный момент составляет следующее программное обеспечение.

1. База данных (БД) технической информации **BTI**. Основное назначение – информационная поддержка процесса проектирования. БД содержит технические параметры большинства необходимых при проектировании элементов электропривода. Программа использует BDE (процессор баз данных – Borland Database Engine), в системе имеет alias APEP_BTI, 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 параметрируются. Таким образом реализована инвариантность к объекту проектирования. Для расчета типовых ме-

ханизмов существует специальная библиотека, состоящая из самостоятельных программ, которые вызываются из меню ПО **Mexanika**, и, отработав, возвращают готовые данные, адаптированные для дальнейшего проектирования.

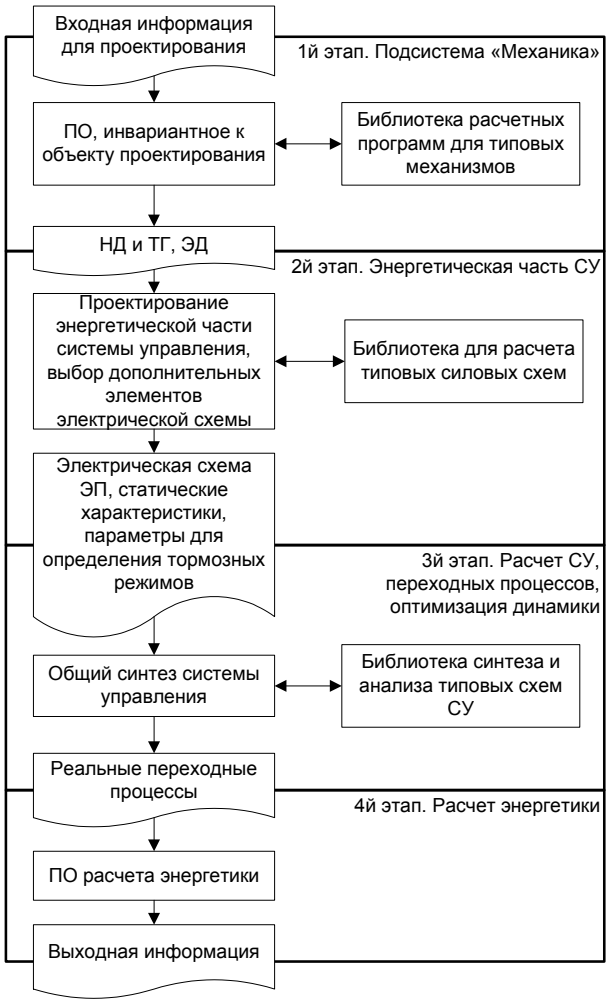

Рис. 3. Модернизированная структура САПР ЭП

3. Программа расчета тиристорных силовых схем для управляемого преобразователя напряжения постоянного тока – **Sila** [6]. Программа является частью ПО, ответственного за проектирование энергетической (силовой) части системы управления.

4. Программа **m2s_kont**, предназначенная для анализа возможности пренебрежения упругостью механической связи в двухмассовых электромеханических системах ЭП с подчиненным (каскадным) управлением. ПО является частью библиотеки синтеза и анализа системы управления. Полноценное исследование динамики предполагается проводить в программе Matlab [3].

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 [5], поэтому, как уже говорилось, 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 различными расчетными программами и др.

В настоящее время эти вопросы прорабатываются. Также в процессе разработки находится несколько новых элементов САПР, в частности:

- программа-оболочка, организующая работу пользователя, проверяющая корректность настроек прикладных программ САПР и взаимосвязей между ними, осуществляющая экспертный анализ принимаемых технических решений;
- библиотечный модуль к первому этапу проектирования по расчету механизма поворотной платформы.

Литература

1. Шульгин О.А., Шульгина И.Б., Воробьев А.Б. Справочник по полупроводниковым приборам. Version 1.01. 1997.
2. Кузнецов В.А. EngineBox – управление данными по электродвигателям. / http:// masmat.narod.ru/ enginebox/ index.html.
3. 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.
4. Романов А.В., Макарова Е.Н. К вопросу организации работы программного обеспечения САПР электроприводов / Промышленная информатика: Межвуз.сб. науч. тр. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2006. 215 с.
5. Романов А.В., Пономарев А.Г. Автоматизация расчета и анализа энергетики электроприводов. / Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники. Инженерные идеи XXI века: Труды Всерос. студенческой науч.-техн. конф. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. 300 с. С. 138 – 143.
6. Зоря А.И. Программа автоматизированного расчета элементов силовой части системы "Тиристорный преобразователь - двигатель" (Sila). / А.И. Зоря, А.В. Романов, Ю.М. Фролов – ГОСФАП РФ, регистрационный № 50200401485 от 20.12.2004. М. 2004.

Воронежский государственный технический университет

TO A PROBLEM OF PLANNING OF STRUCTURE OF A COMPUTER-AIDED DESIGN OF ELECTRICAL DRIVES

Y.N. Glotova, A.V. Romanov

In paper the problems of system development of a computer-assisted design of electrical actuations are parsed. On the basis of a functional diagram of the electrical actuation the structure of a CAD is offered.