

10. Методы и модели оценивания качества программного обеспечения / В. И. Воробьев, А. В. Копыльцов, Б. П. Пальчун, Р. М. Юсупов; СПИИРАН. СПб., 1992.

11. Копыльцов А. В. Об оценке качества программного обеспечения // Проблемы информатизации (теоретический и научно-практический журн.). 1994. Вып. 3–4. С. 46–49.

A. A. Kopyltsov

MODEL OF CLASSIFICATION OF ALGORITHM OF PRELIMINARY INFORMATION FOR STATIC AND DYNAMIC OBJECTS

The model of classification of information arriving from static and dynamic objects is constructed. The algorithm of its preliminary processing for the purpose of the subsequent support of decision-making is offered. Comparison with information processing in live systems carried out.

Information processing, weakly formalized information, deficiencies of information, decision-making support

УДК 004.94

*Г. Д. Дмитриевич, А. И. Ларистов,
Аль-Шамери Язид Мохаммед Абдулрахман*

МОДЕЛЬ ДАННЫХ ДЛЯ АРХИВА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЙ САПР

Рассматриваются вопросы организации web-ориентированного архива проектных решений схемотехнической САПР. Обсуждается возможность многократного использования полученных проектных решений в новых разработках и при модернизации соответствующего узла или блока РЭА. Анализируется содержимое архива проектных решений и предлагается модель данных архива в виде ER-диаграммы, служащей основой для последующей реализации архива в среде реляционной базы данных.

Схемотехническая САПР, архив проектных решений, модель данных, ER-диаграмма

Современные технологии проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) базируются на сквозном применении систем автоматизированного проектирования (САПР) на всех стадиях разработки, начиная от этапа схемотехнического проектирования и заканчивая этапом технологической подготовки производства. Особенностью использования САПР в данной области является возможность получения проектного решения отдельного узла или блока РЭА полностью в электронной форме. Совокупность файлов проектного решения полностью описывает состав, структуру и параметры проектируемой схемы и позволяет повторно воспроизвести моделирование устройства в САПР. Таким образом, возникает возможность многократного использования полученных проектных решений в новых разработках и при модернизации соответствующего узла или блока РЭА. Для систематизации и хранения полученных результатов необходимо формирование *архива проектных решений САПР* (АПР САПР). Следует отметить, что АПР САПР может быть дополнен проектными документами, формируемыми инженером-разработчиком во внешних приложениях (Word, Excel, Acrobat и др.). Примерами таких документов могут служить: техническое задание, пояснительная записка, технические условия и т. д. Рассмотрим более подробно совокупность данных, подлежащих хранению в архиве проектных решений для схемотехнической САПР.

На платформе персональных компьютеров в настоящее время имеется достаточно много систем, обеспечивающих сквозное проектирование радиоэлектронной аппаратуры [1], [2]. Наибольшее распространение среди разработчиков радиоэлектронной аппаратуры

получила система *Design Center* корпорации MicroSim [1]. Основу системы Design Center составляет программа PSpice, которая является наиболее известной модификацией программы схемотехнического моделирования SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), разработанной в начале 70-х гг. XX в. в Калифорнийском университете г. Беркли. Она оказалась очень удачной и с тех пор интенсивно развивается, де-факто став эталонной программой моделирования аналоговых устройств [1]. Принятые в ней математические модели полупроводниковых приборов используются во многих аналогичных программах, а списки соединений схемы в формате SPICE составляются большинством пакетов САПР (Micro-Cap, Spice, OrCAD, P-CAD, ACCEL EDA, Viewlogic, COMPASS, Design Architect и др). С 2003 г. система Design Center включена в состав пакета OrCAD [3]. Система Design Center и программа PSpice достаточно известны в России и используются на многих промышленных предприятиях и в технических университетах. Система Design Center оснащена графическим редактором принципиальных схем радиоэлектронных устройств (РЭУ), который одновременно является управляющей оболочкой для запуска программных модулей на всех стадиях работы с системой. Система позволяет выполнять расчет режимов радиоэлектронных устройств по постоянному и переменному току, спектральный анализ, моделирование переходных процессов в РЭУ, расчет уровней шума, статистический анализ с учетом вариации температуры при работе устройства.

Проектное решение, полученное в среде Design Center, включает в себя следующие группы файлов и библиотек:

Описание схемы – согласованный набор файлов, содержащих описание графического изображения схемы, описание соединения компонентов в схеме, описание моделей и параметров компонентов. Эти файлы создаются в процессе работы графического редактора Schematics и в дальнейшем поступают на вход моделирующего модуля PSpice. Перечень файлов описания схемы представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расширение файла	Назначение файла
sch	Описание принципиальной схемы на входном языке PSpice
cir	Текстовый файл задания на моделирование для программы PSpice
als	Список соответствий номеров выводов компонентов именам подсоединенных к ним цепей
net	Список соединений схемы

Все перечисленные файлы формируются в текстовом виде в соответствии с директивами входного языка модуля PSpice.

Результаты моделирования – файлы, содержащие выходные данные проектирования в специализированных форматах используемой САПР. Результаты моделирования, полученные в рамках работы модуля PSpice, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расширение файла	Назначение файла
dat	Бинарный файл результатов моделирования, используемый для построения графиков
out	Текстовый файл результатов моделирования в табличной форме

Файл с расширением *dat* формируется в двоичном виде и содержит полный набор результатов моделирования по всем узлам схемы и по всем схемным компонентам. Для отображения полученных результатов в графическом виде используется модуль *Probe*, который предоставляет широкий набор функций для дополнительной обработки результатов моделирования. Текстовый файл с расширением *out* содержит описание схемы и результаты моделирования в табличной форме.

Совокупность файлов с описанием схемы и файлов результатов представляет собой *базу данных сеанса проектирования* (БДСП), которая содержит полную информацию о проектируемой схеме и отражает ход выполнения проекта. Если полученные результаты моделирования соответствуют требованиям технического задания и представляют интерес для формирования проектной документации, то текущее состояние БДСП может быть сохранено в виде *частного проектного решения* (ЧПР) в АПР САПР. Следует отметить, что в рамках одного проекта возможно накопление существенно-значимых ЧПР, которые необходимо сохранить.

Библиотеки компонентов – файлы библиотек конструктивов и параметров моделей схемных компонентов. Информационное обеспечение системы *Design Center* используется при создании принципиальных схем и печатных плат, проведении моделирования, синтезе программируемых логических матриц и выполнении других проектных операций. Основной формой хранения информации в системе являются разнообразные библиотеки, размещаемые в файлах со следующими расширениями имени:

lib – математические модели компонентов, создаваемые программой *Parts*;

sib – символы графических изображений компонентов на схеме, создаваемые программой *Schematics*;

plb – информация об упаковке корпусов компонентов, создаваемые программой *Schematics*;

fib – конструктивы типовых корпусов компонентов, создаваемые программой *PCBoards*.

Все перечисленные библиотеки поставляются вместе с системой *Design Center* и могут расширяться и дополняться пользователями. Многие фирмы-производители электронных компонентов, например *Analog Devices*, *Philips*, *Precision Monolithics*, *Siemens* и др., публикуют сведения о параметрах моделей компонентов в формате *SPICE* и свободно их распространяют, в частности через Интернет.

Для возможности повторного моделирования устройств в САПР на основе архивных данных необходимо дополнительно хранить в АПР совокупность библиотечных файлов, используемых в различных проектах.

Электронные проектные документы – файлы конструкторских документов, выпускаемых в САПР. В соответствии с ГОСТ 2.102–68 к конструкторским документам (именуемым в дальнейшем словом «документы») относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Согласно ГОСТ 2.102–68В различают следующие виды проектных документов: чертеж детали; сборочный чертеж; чертеж общего вида;

теоретический чертеж; габаритный чертеж; электромонтажный чертеж; монтажный чертеж; упаковочный чертеж; схема; спецификация; ведомость спецификаций; ведомость ссылочных документов; ведомость покупных изделий; ведомость разрешения применения покупных изделий; ведомость держателей подлинников; ведомость технического предложения; ведомость технического проекта; пояснительная записка; технические условия; программа и методика испытаний; таблица; расчет; эксплуатационные документы; ремонтные документы; инструкция.

В современных условиях производства практически все конструкторские документы выполняются с помощью средств вычислительной техники и имеют, как правило, наряду с бумажной (твердой) копией и электронную форму. Государственный стандарт 2.051–2006 дает следующее определение *электронного документа* (ЭД): документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством. В рассмотрение вводится также понятие электронного носителя: материальный носитель, используемый для записи, хранения и воспроизведения информации, обрабатываемой с помощью средств вычислительной техники. Формой хранения электронного документа является *информационная единица* (ИЕ): файл или набор файлов, рассматриваемый как единое целое. ЭД выполняют на стадии разработки изделия и применяют на всех стадиях жизненного цикла изделия. ЭД получают в результате автоматизированного проектирования (разработки) или преобразования документов, выполненных в бумажной форме, в электронную форму. ЭД имеют 2 представления – внутреннее и внешнее. Во внутреннем (подлинном) виде ЭД существует только в виде записи информации, составляющей электронный документ, на электронном носителе и воспринимаемом только программно-техническими средствами. Внешним является представление ЭД в доступной для визуального восприятия форме. Для получения формы внешнего представления внутреннее представление ЭД должно быть преобразовано к требуемому виду различными техническими средствами отображения данных (дисплеями, печатающими устройствами и др.)

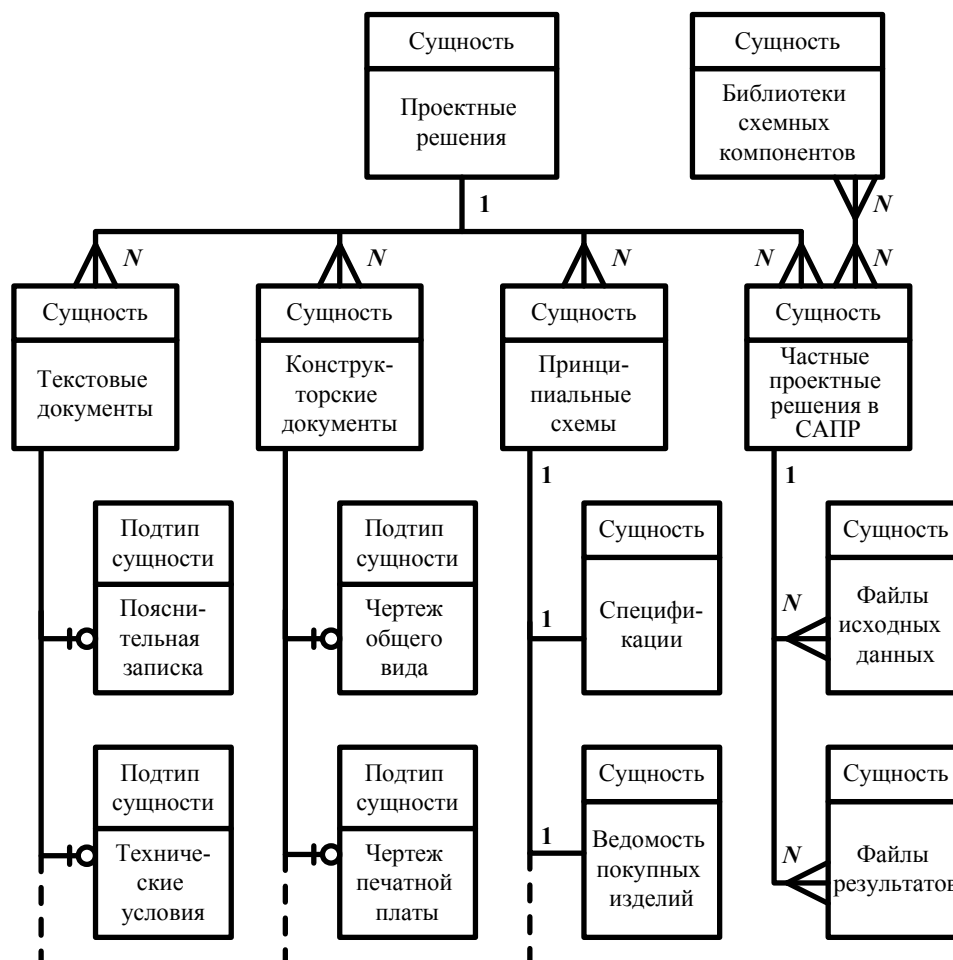
ЭД состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. Содержательная часть состоит из одной или нескольких ИЕ, содержащих необходимую информацию об изделии. Содержательная часть может состоять отдельно или в любом сочетании из текстовой, графической, аудиовизуальной (мультимедийной) информации. Реквизитная часть состоит из структурированного по назначению набора реквизитов и их значений. В реквизитную часть ЭД допускается вводить дополнительные реквизиты с учетом особенностей применения и обращения ЭД. Номенклатуру дополнительных реквизитов и правила выполнения и отображения в визуальном воспринимаемом виде устанавливает разработчик.

На основе анализа видов конструкторских документов и состава файлов САПР разработана обобщенная ER-диаграмма предметной области для АПР схмотехнических САПР, представленная на рисунке.

Диаграмма содержит на верхнем уровне иерархии 4 базовые сущности: «Текстовые документы», «Конструкторские документы», «Принципиальные схемы» и «Частные проектные решения в САПР».

Для сущности «Текстовые документы» может существовать множество подтипов сущностей: «Пояснительная записка», «Техническое задание», «Технические условия» и т. д. Характерной особенностью текстовых документов является использование офисных приложений для их создания и просмотра.

Сущность «Конструкторские документы» также наследует несколько подтипов сущностей: «Чертеж общего вида», «Электромонтажный чертеж», «Чертеж печатной платы» и т. д. Общим свойством для экземпляров данных подтипов сущностей является необходимость использования конструкторских САПР (AutoCAD, PCAD и т. д.) для их создания, модификации и просмотра.



Основным видом конструкторских документов для схемотехнических САПР является принципиальная схема проектируемого радиоэлектронного устройства, которая выделена в ER-диаграмме в отдельную сущность «Принципиальные схемы». Данная сущность связана с дочерними сущностями: «Спецификации», «Ведомости покупных изделий» и т. д. Особенностью последней группы сущностей является возможность получения твердой копии документов непосредственно в схемотехнических САПР.

Сущность «Частные проектные решения в САПР» относится непосредственно к объектам предметной области, используемым в схемотехнической САПР. Данная сущность имеет дочерние сущности «Описания схем» и «Результаты моделирования». Данная совокупность сущностей полностью ориентирована на используемую схемотехническую САПР и дополняется общей сущностью для всех проектных решений «Библиотеки схемных компонентов».

Основным типом связей между сущностями в предложенной модели является связь «один ко многим», которая в рамках реляционного подхода может быть реализована с помощью первичного и внешнего ключей. Предложенная обобщенная ER-диаграмма проектных данных может служить основой для реализации архива проектных решений схемотехнических САПР.

В настоящее время существует множество технологий, позволяющих создавать web-приложения для доступа к удаленным базам данных. Однако современная технология ASP.NET отличается от них высокой степенью интеграции с серверными продуктами, а также с инструментами Microsoft для разработки, доступа к данным и обеспечения безопасности [4]. Именно эта технология принята в качестве основного инструмента для реализации web-приложений архива проектных решений. При этом для хранения проектных данных, составляющих основу АПР, предполагается использовать платформу SQL Server 2008, предназначенную для интеграции корпоративных данных, отличающуюся хорошей масштабируемостью, отличными показателями извлечения, преобразования и загрузки, широкими возможностями интеграции. При ее использовании упрощается управление данными, собранными из самых различных источников.

Таким образом, предложенный подход к организации АПР САПР позволяет автоматизировать процедуру сохранения, поиска и повторного использования проектных решений схмотехнических САПР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разевиг В. Д. Система сквозного проектирования электронных устройств DesignCenter 8.0. М.: Солон, 1999.
2. Разевиг В. Д. Система схмотехнического моделирования Micro-Cap V. М.: Солон, 1997.
3. Болотовский Ю. Б., Таназлы Г. И. OrCAD. Моделирование “Поваренная” книга. М.: Солон-Пресс, 2005.
4. Мак-Дональд М., Фримен А., Шпушта М. Microsoft ASP.NET 4.0 с примерами на C# 2010 для профессионалов / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2011.

G. D. Dmitrevich, A. I. Laristov, Al-Shameri Yazid Mohammed Abdulrahman

MODEL DATA ARCHIVE PROJECT MAKING SCHEMATIC CAD

The questions of the organization web-based archive of circuit design solutions CAD. Discusses the reusability of design solutions derived in new development and modernization of the corresponding node or block CEA. Analyzed the contents of the archive project decisions and propose a model of data backup in the form of ER-diagrams provide a framework for future implementation archive in a relational database environment.

Schematic CAD, archive design solutions, the data model, ER-diagram

УДК 519.863

В. С. Абатуров

АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

Предлагается вариант архитектурного решения аналитической подсистемы для промышленных и бортовых применений на основе СУБД PostgreSQL. Классические этапы Data Mining, включающие обучающую фазу, фазу тестирования и фазу применения, предлагается реализовать с помощью хранимых процедур СУБД PostgreSQL. Архитектура подсистемы подчинена требованиям SQL/MM и PMML.

Аналитическая подсистема, извлечение знаний, аналитическая база данных

Современные системы управления технологическими процессами требуют обработки и анализа больших объемов информации. Данная проблема давно стала критической не только в областях, связанных с аналитической обработкой данных (искусственный интел-