

Пакет прикладных программ «Электрик» – концептуальные основы построения и развития

Витаутас Зубавичус, Александр Капустин, Станислав Акунович, Марина Салмина, Ольга Оплетева (Красноярский край), Юрий Леган (Беларусь)

Пакет прикладных программ «Электрик» и его модификации осуществляет автоматизацию процесса проектирования схем электрических принципиальных узлов и аппаратуры, математическое моделирование и контроль правильности выполнения реализованной логики, передачу данных для проектирования печатных плат и конструкторской документации в единой среде проектирования. Пакет обеспечивает генерацию управляющих тестов проверки образцов на этапе изготовления, а также выпуск программно-методической документации испытаний узлов и РЭА на автоматизированных средствах контроля.

Исполнилось 30 лет пакету прикладных программ «ЭЛЕКТРИК», предназначенному для автоматизации проектирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов.

Работы по созданию ППП «Электрик» были начаты в 1977 г. Научно-производственным объединением прикладной механики (НПО ПМ им. академика М.Ф. Решетнёва, Красноярск-26) и Институтом технической кибернетики Академии Наук БССР (ИТК АН БССР, Минск). К этому времени в ИТК АН БССР уже была создана научно-техническая база по результатам исследований в ряде научных и проектных организаций отрасли машиностроения СССР, включая международное сотрудничество с Исследовательским центром станкостроения ГДР. Начиная с 1984 г., работы проводились в НПО ПМ совместно с Белорусским технологическим институтом (БТИ).

В настоящее время САПР ЭЛЕКТРИК в составе различных конфигураций эффективно применяется в ряде проектных организаций при разработке сложных релейно-коммутационных приборов и устройств автоматики и управления.

В процессе эволюционного развития было создано четыре поколения ППП ЭЛЕКТРИК:

- «Электрик» для работы на ЕС ЭВМ, в операционной системе ОС ЕС и на языке программирования PL/1 (1980–1990);
- «Электрик-М» для работы на ЭВМ типа MicroVAX и CM 1420 (1990 г.);
- «Электрик-С» на базе персональных компьютеров, совместимых с IBM PC, операционной системы MS DOS и языка программирования Pascal (1990–2007);
- «Электрик-W» на базе операционной системы MS Windows, системы визуального программирования Delphi 7 и унифицированных функциональных модулей, учитывающих результаты многолетней эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Пакет «Электрик» предназначен для автоматизации создания комплекта конструкторской документации в сквозном цикле проектирования – от логического описания технического задания до получения технической документации в обеспечение изготовления и испытаний. Пакет состоит из следующих подсистем:

- СИНТЕЗ;
- ВВОД;
- МОДЕЛЬ;
- МОДУЛЬ;
- АНАЛИЗ;
- ТЕСТ.

Каждая подсистема содержит комплекс программ и используется на раз-

ных этапах проектирования для моделирования и анализа принципиальных электрических схем (ЭЗ), функциональных устройств (ФУ) и радиоэлектронной аппаратуры.

Каждая из подсистем имеет встроенную справочную пользовательскую документацию и может быть использована как автономно, так и в комплексе. Между подсистемами осуществляется информационный обмен.

Удобный интерфейс пользователя и процесс диалога разработаны на русском языке и ориентированы на непосредственное использование САПР ППП «Электрик» без привлечения специалистов по программированию и вычислительной технике (система является своего рода «персональной» САПР).

СИНТЕЗ – подсистема ППП «Электрик» – предназначена для:

- анализа и моделирования логического описания согласно требованиям технического задания (ТЗ), реализованного в виде уравнений булевой алгебры;
- построения справочных таблиц в помощь разработчику;
- синтеза проверяющего теста для автоматизированных испытательных комплексов (АИК).

В процессе логического проектирования решаются следующие задачи:

- ввод, корректировка и контроль логического описания (ЛО) в соответствии с ТЗ;
- построение списка цепей, списка данных об элементах ЛО (перечень элементов) и списка источников питания;
- установление структурных зависимостей между элементами ЛО и построение справочных таблиц и графов управления (ГУ) в помощь разработчику;
- синтез входной последовательности для логического теста;



Рис. 1. Возможные режимы работы подсистемы СИНТЕЗ

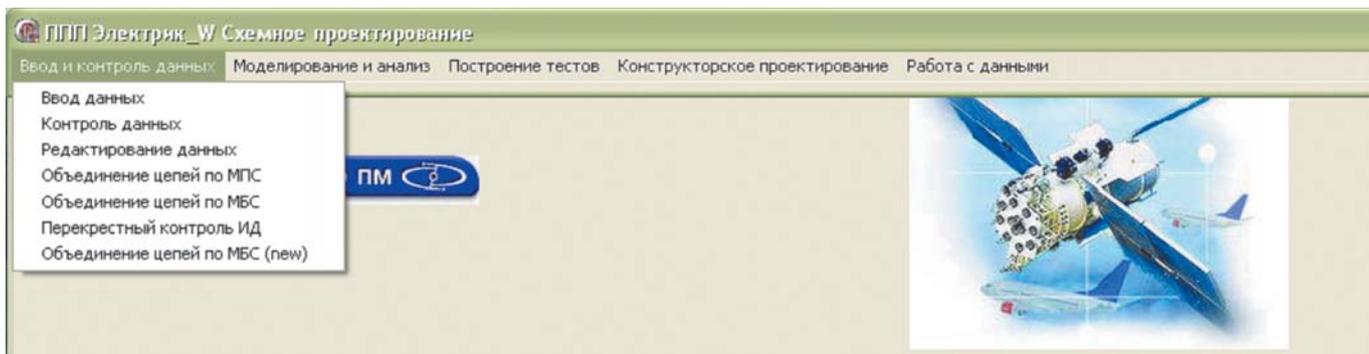


Рис. 2. Меню ввода и контроля данных ППП «Электрик-W»

- построение эталонной выходной последовательности (сформированных выходных сигналов ФУ) для сравнения логического описания по ТЗ и реализованного схемного проекта;
- моделирование ЛО и построение функциональной схемы.

Возможные режимы работы подсистемы СИНТЕЗ отображены на рисунке 1.

В ППП «Электрик – W» осуществлена возможность импорта списка связей из САПР OrCad.

ВВОД – подсистема ППП «Электрик» – предназначена для контроля, корректировки и предварительной обработки исходных данных в виде списка связей между элементами электрической схемы ЭЗ (электрических цепей). В подсистеме ВВОД реализован способ двойного кодирования схемы различными исполнителями с целью обеспечения высокой достоверности контроля. Язык описания ЭЗ прост, доступен и соответствует позиционным обозначениям ЭЗ.

В ППП «Электрик-W» имеются возможности (см. рисунок 2):

- трансляция списка связей и ПЭ на уровне платы из САПР OrCad в ППП «Электрик-W»;
- перекрестный контроль входных данных различных подсистем ППП «Электрик-W»;
- объединение списков связей уровня платы для моделирования на уровне блока, модуля, прибора, изделия;

- объединение списков связей для моделирования ФУ различного конструкторского уровня (лист, плата, блок, модуль, прибор, изделие).

При объединении списков по межплатным или межблочным связям в подсистеме ВВОД создаются выходные файлы (см. рисунок 3) соединителей (EP1, E8,...) в виде таблиц с информацией о цепи (№ С – контакт соединителя, № f – номер листа, № сер – номер цепи).

МОДЕЛЬ – подсистема ППП «Электрик» – предназначена для построения внутренней модели схемы ФУ (в релейно-контактном базисе) на основе списка связей между элементами, списка типов элементов и банка моделей модулей.

В подсистеме МОДЕЛЬ реализован агрегатный способ построения моделей ФУ, т.е. модель ФУ образуется из определенной совокупности типов агрегатов и определения связей меж-

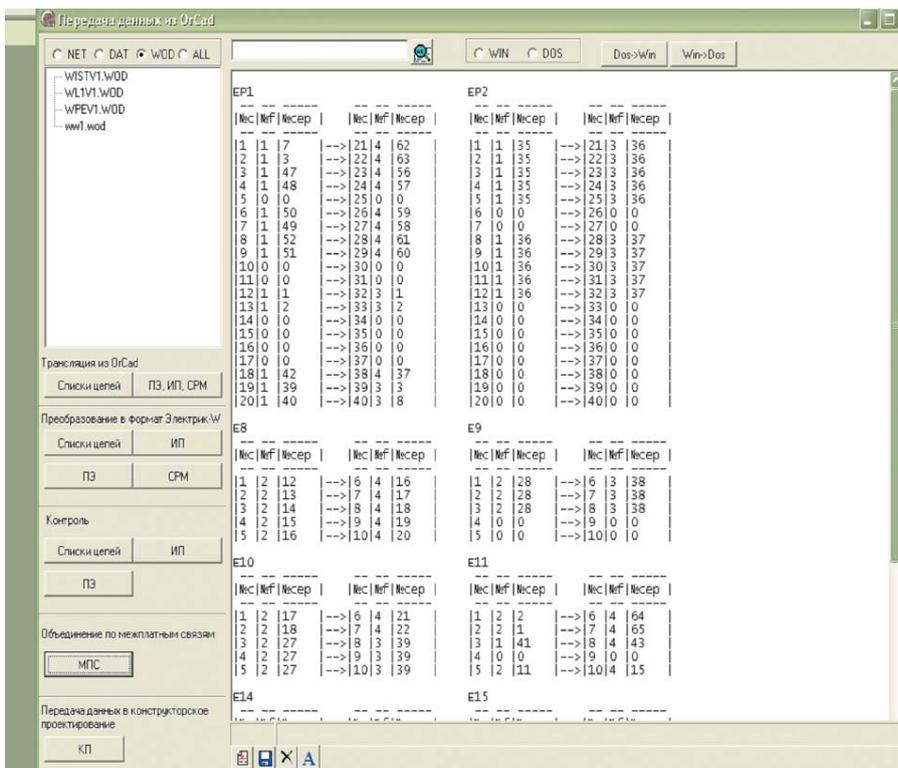


Рис. 3. Пример выходного файла подсистемы ВВОД

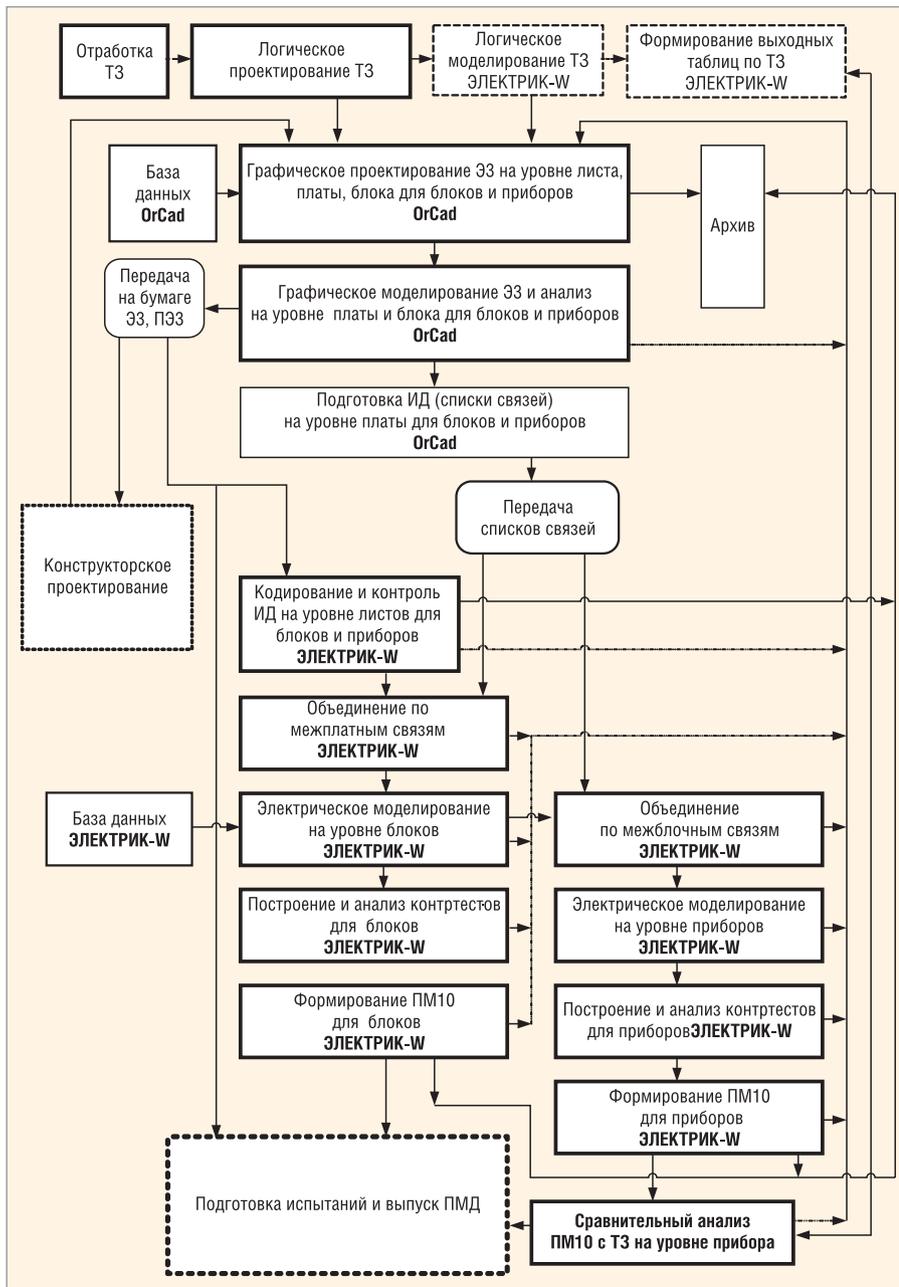


Рис. 4. Использование ППП «Электрик-W» на этапе проектирования ФУ и РЭА

ду ними. Каждому модулю (агрегату) ФУ соответствует некоторая совокупность двухполюсников. Описание модуля в виде списка двухполюсников помещается в банк моделей с определённым типом и может быть многократно использовано для построения моделей различных ФУ. Каждый модуль принципиальной электрической схемы представляется процедурой на языке Паскаль. Основным результатом работы подсистемы МОДЕЛЬ является описание ФУ в виде списка двухполюсников, а также получение справочных данных для анализа построения ЭЗ.

АНАЛИЗ – подсистема ППП «Электрик» – осуществляет моделирование функциональной схемы (или логи-

ческого описания) ФУ, представленной внутренней моделью (релейно-контактный базис) по заданной входной последовательности, анализ поведения схемы и формирование выходной последовательности. Результаты моделирования используются при экспериментальной отработке РЭА и испытаниях на АИК.

Подсистема АНАЛИЗ обеспечивает:

- получение документации, отображающей процесс функционирования ФУ с указанием причинно-следственных связей переключений аппаратов;
- получение справочной информации, отображающей структурные и функциональные характеристики моделируемого ФУ (функцио-

нальная циклограмма, функциональная схема и таблица переключений);

- анализ функционирования спроектированного ФУ;
- моделирование возможных аварийных ситуаций, вызванных отказами элементов ФУ либо подачей неверных входных команд;
- анализ работы ФУ при исчезновении и повторном включении питания;
- нахождение элементов ФУ, не переключающихся при заданной входной последовательности команд.

В процессе моделирования фиксируются такие возможные ситуации, как «зацикливание», «короткое замыкание», «соствязание» и др.

ТЕСТ – подсистема ППП «Электрик» – предназначена для построения проверяющих тестов в виде таблиц с обозначением согласно ЭЗ, анализа полноты проверки ФУ и формирования тестовых наборов при создании программно-методической документации испытаний на АИК для следующих видов проверок:

- разобщённость электрических цепей;
- соединённость электрических цепей;
- разобщённость и соединённость электрических цепей кабелей;
- сопротивление диодов в прямом и обратном направлении;
- сопротивление обмоток реле;
- сопротивление резисторов;
- функционирование ФУ по заданной входной последовательности команд.

Использование САПР ППП «Электрик» позволяет автоматизировать этап проектирования конструкторской документации ФУ и РЭА в части:

- проверки корректности логических требований технического задания;
- разработки функциональных (структурных) схем ФУ и РЭА;
- логического анализа разработанной электрической принципиальной схемы (ЭЗ) (логическое моделирование и сравнение с требованиями ТЗ);
- построения и отработки проверяющих тестов;
- конструкторского проектирования блоков, включая компоновку и составление таблиц соединений;
- разработки кабельных соединений, включая составление таблиц соединений;

● формирования технической документации (ПЭЗ, ТБР, ПМД и др.).
Использование САПР ППП «Электрик» обеспечивает существенное сокращение сроков схемного и конструкторского проектирования ФУ и РЭА и сроков отработки образцов за счёт выявления ошибок схемного уровня на этапах проектирования, автоматизации выпуска технической и программно-методической проверок, повышения качества документации. В результате повышается надёжность аппаратуры.

ППП «Электрик-W» в настоящее время успешно используется на этапах проектирования ФУ и РЭА для уровней блока и прибора (см. рисунок 4), а также создания на современном техническом уровне программно-методической документации испытаний бортовой аппаратуры (БА).

Однако, существующие программно-математические и технические средства моделирования, тестирования и диагностики электронных компонентов БА нуждаются в совершенствовании и доработке с целью повышения точности соответствия моделей реальным устройствам и повышения оперативности моделирования. На сегодняшний день при создании перспективных и модернизации существующих радиоэлектронных бортовых приборов изделий ракетно-космической техники необходимо решить проблемы унификации создаваемых ФУ бортовой аппаратуры с целью уменьшения трудозатрат, сроков проектирования и отработки новых изделий, обеспечения эксплуатационной надёжности аппаратуры с длительным сроком существования. Одним из основных путей решения данной проб-

лемы является реализация принципиально новой и эффективной технологии проектирования бортовой аппаратуры в единой среде автоматизированного проектирования, разработки и выпуска в этой среде полного комплекта конструкторской документации.

Модернизация программного комплекса «Электрик-W» ведётся с использованием современной среды визуального проектирования BDS 2006 (Delphi 10 на платформе .NET), которая позволит после завершения разработки обеспечить выполнение следующих задач процесса проектирования:

- разрабатывать БА в удобной для разработчика комплексной среде модельного проектирования в соответствии с требованиями ТЗ;
- описывать БА в виде иерархических структур из блоков и субблоков с описанием логического взаимодействия между ними;
- описывать логическое функционирование блоков и субблоков БА в виде математических поведенческих моделей на языке высокого уровня;
- отлаживать и тестировать логическое функционирование моделей БА на соответствие ТЗ с выдачей сообщений о логических ошибках, об ошибках в проектировании связей блоков и субблоков и прочих ошибках проектирования;
- создавать и сопровождать базы данных создаваемых математических моделей блоков и субблоков БА, а также их иерархическую структуру;
- синтезировать новые иерархические структуры БА на основе имеющихся в базе данных математических моделей блоков и субблоков;

- создавать шаблоны функционирования проектируемых устройств (профилей функционирования), позволяющие описать и оценить функционирование устройств в штатных и нештатных режимах, что чрезвычайно важно для оценки их функциональности;
- проводить моделирование штатных режимов;
- проводить моделирование нештатных режимов;
- проводить анализ параметров БА;
- осуществлять разработку моделей БА, не налагая ограничений на архитектуру моделей;
- реализовать автоматизированную передачу результатов схемного проектирования в САПР OrCAD (Altium Designer) на конструкторское проектирование (печатные платы) и обратно;
- формировать контрольные тесты испытаний блоков, субблоков и приборов для автоматизированных испытательных комплексов различного типа;
- выпускать программно-методическую и конструкторскую документацию.

Новый программный комплекс сможет стать эффективным интегральным инструментом разработки сложной РЭА систем управления космическими аппаратами; позволит унифицировать этапы создания БА в сквозном цикле, сократить сроки проектирования, повысить качество проектируемой конструкторской и программно-методической документации, сократить сроки отработки при повышении общей эксплуатационной надёжности вновь проектируемой аппаратуры. ©

Новости мира News of the World Новости мира

Термисторы для защиты децентрализованных мощных полевых транзисторов

Керамические чипы термисторов семейства PRF (POSISTOR) фирмы Murata разработаны для обнаружения перегрева мощных полевых транзисторов в DC/DC-преобразователях и других приложениях энергоснабжения. Сопротивление элементов серии, составляющее при 25°C 470 Ом, повышается при температуре 65...145°C до 4,7 кОм, а в диапазоне 80...150°C увеличивается ещё на 47 кОм (в зависимости от типа). Элементы серии PRF, поставляемые в

компактных корпусах 0603, пригодны также для обнаружения высоких температур аккумуляторных батарей, двигателей, мощных элементов и других систем.

www.murata.eu

Широкополосный фильтр с крутыми фронтами

Фирма Epcos выпускает на рынок ПИАВ-фильтр V1642 для широкополосного телевизионного и интернет-доступа через кабельный модем. Он разработан специально для нового международного стандарта DOCSIS 3.0 (Data Over Cable Service Interface Specification). Стандарт выставляет высокие тре-



бования к приёмникам и фильтрам, так как при скорости передачи свыше 100 Мбит/с в частотном диапазоне шириной 100 МГц увязано несколько телевизионных каналов. Центральная частота фильтра равна 1250 МГц. Фильтр поставляется в керамическом корпусе размером 3 × 3 мм.

Epcos