

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

*Изложены принципы организации виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования компьютерных средств и систем. Рассмотрены особенности автоматизированного проектирования на этапах выбора элементной базы, разработки принципиальной схемы и конструкции встроенной системы сбора и обработки данных. Показано, что виртуальные лаборатории могут быть легко интегрированы в виртуальные научно-инновационные центры.*

© А.В. Палагин, В.А. Романов,  
А.В. Тодосийчук, 2004

УДК 381.3

А.В. ПАЛАГИН, В.А. РОМАНОВ,  
А.В. ТОДОСИЙЧУК

## ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ И СИСТЕМ

Современные информационные технологии позволяют проектировать сложные изделия новой техники, включая компьютерные средства и системы (КСиС), в режиме бесконтактного информационного взаимодействия. Базой для такого взаимодействия являются виртуальные научные центры и лаборатории, концепция создания и перспективы развития которых изложены в [1]. Несомненным достоинством виртуальных лабораторий (самостоятельных либо входящих в структуру виртуальных центров) является: эффективное взаимодействие субъектов научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, а также глубокая интеграция их ресурсов (кооперирование знаний, совместное использование сложного дорогостоящего оборудования, обобществление территориально-распределенных вычислительных мощностей и пр.).

На рис.1 показана типовая структура виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования (ВЦАП), основу которой составляют четыре электронные библиотеки: математических моделей, типовых функциональных решений, элементной базы, оценочных плат.

Каждый функциональный узел проектируемого устройства – усилитель, АЦП или ЦАП, сигнальный процессор, приемопередатчик, интерфейс, таймер или запоминающее устройство, может быть описан математической моделью в среде SPICE, SABER, IBIS или какой-либо другой среде [2]. Как

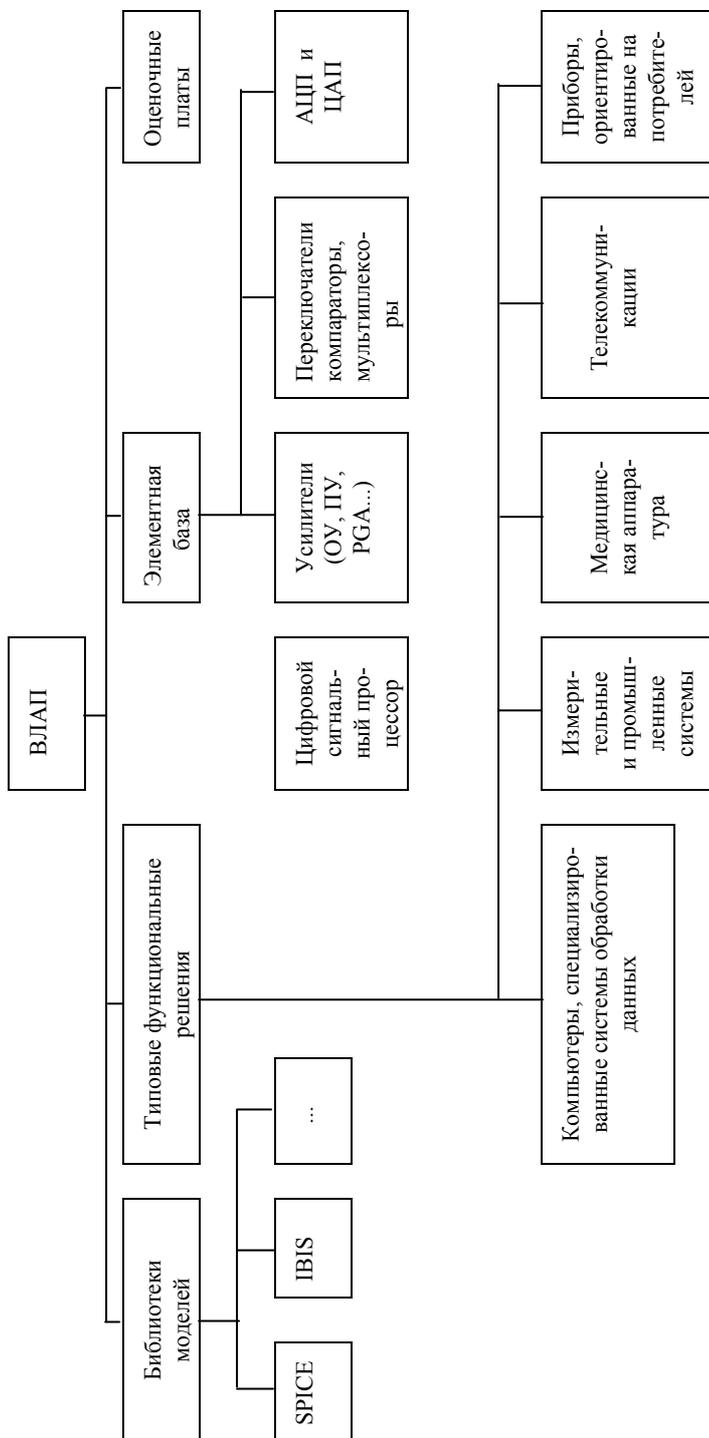


РИС. 1. Типовая структура виртуальной лаборатории автоматизированного проектирования

правило, каждому функциональному элементу, выполненному в микроэлектронном исполнении, соответствует макромодель, например, в среде SPICE или SABER, если это аналоговые или аналого-цифровые устройства (усилитель, фильтр, DSL-драйвер, LCD-драйвер, умножитель, ключ, коммутатор, источник опорного напряжения, АЦП, ЦАП), или в среде IBIS, если это микроконтроллер или сигнальный процессор. Для большинства микроэлектронных узлов производители интегральных микросхем (ИМС) разработали специальные оценочные платы, позволяющие изучить и проверить основные технические характеристики, причем эти платы спроектированы и укомплектованы таким образом, чтобы обеспечить наилучшие параметры выбранной ИМС.

Накопление и поддержка электронных библиотек моделей, элементной базы и оценочных плат осуществляются через сеть Интернет, причем источниками являются электронные базы данных ведущих производителей электронных компонентов [2–5] или фирм-производителей САПР ИМС [6–8]. Создание электронной библиотеки типовых функциональных решений может быть выполнено с помощью тех же фирм-производителей ИМС, так как они в первую очередь заинтересованы в широком применении своих компонентов, однако этот источник является неполным и не единственным. Формализация в области построения функциональных схем КСиС на сегодняшний день явно недостаточна. Это связано со многими причинами. Приведем некоторые из них:

- существует множество КСиС и областей их применения;
- достаточно обширен перечень требований к конкретным КСиС: уровень напряжений питания, габариты, условия эксплуатации, срок службы, предполагаемая стоимость, потребляемая мощность, быстродействие, объем памяти и точность выполнения операций и т.д.;
- быстрое развитие микроэлектронной элементной базы позволяет существенно расширить ряд типовых функциональных решений. Если сегодня данное средство имеет спецприменение и достаточно дорого для массового потребителя, то завтра (в связи с развитием технологий и широким освоением новых узлов и компонентов) это - электронная игрушка, доступная почти для каждого, также как пейджер или мобильный телефон.

Учитывая вышеизложенное, источниками электронной библиотеки типовых функциональных решений являются (кроме электронных баз данных фирм-производителей) статьи в научных журналах, в том числе и электронных, открытые проекты, типовые структуры уже имеющихся на мировом рынке изделий, патентные материалы, монографии, диссертации и т.п. Полученные из этих источников материалы достаточно разнородны и перед вводом в электронную библиотеку нуждаются в специальной обработке, которая может быть автоматизирована. На рис. 1 типовые функциональные решения условно разбиты на достаточно обширные группы, каждая из которых может быть детализирована по назначению (как это сделано в данном случае), по используемым физическим эффектам, областям применения, типу источника питания и т.п. Таким образом,

процесс виртуального проектирования можно представить в виде следующих основных этапов:

Этап 1. Выбор функциональной схемы проектируемого устройства из библиотеки типовых функциональных решений.

Этап 2. Выбор электронных компонентов из библиотеки элементной базы.

Этап 3. Разработка принципиальной схемы устройства на основе выбранной элементной базы.

Этап 4. Замена принципиальной схемы проектируемого устройства математической моделью путем выбора необходимых моделей электронных компонентов из библиотеки моделей.

Этап 5. Экспериментальные исследования и отработка принципиальной схемы на математической модели.

Этап 6. Разработка конструкторской документации на проектируемое изделие с помощью САПР сквозного проектирования.

Например, рассмотрим проектирование в виртуальном режиме встроенной системы обработки данных. Из библиотеки типовых функциональных решений [2] выбираем функциональную схему (рис. 2). В ее составе имеются следующие функциональные узлы, каждый из которых выполнен в виде ИМС: сенсоры (sensor) температуры и ускорения, измерительные усилители (IN AMP), фильтры низких частот (FILTER), мультиплексор (MAX), усилитель с программируемым коэффициентом усиления (PGA), АЦП с выборкой входного сигнала (SAMPLING ADC), источник опорного напряжения (VREF), цифровой сигнальный процессор (DSP), интерфейс (INTERFACE).

Каждому функциональному узлу, как уже было отмечено, соответствует множество ИМС, информацию о которых можно найти в электронной библиотеке элементной базы. Эта библиотека структурирована в соответствии с рис. 3. Инициализируя последовательно каждый из блоков, сначала выбираем необходимый тип микросхемы (или семейство микросхем), например, конкретный температурный сенсор, усилитель или сигнальный процессор, затем переходим к разделу общей информации, в котором содержатся общие сведения о данной ИМС или семействе ИМС. Полный перечень технических параметров содержится в разделе технических описаний. Кроме того, в этом разделе имеются технические требования к ИМС, типовые рабочие характеристики, краткие сведения об особенностях применения и т.п.

В разделе технических библиотек помещены статьи и другие информационные материалы об особенностях применения, отладки и тестирования выбранной ИМС. Раздел «Средства отладки» включает информацию о математических макромоделях ИМС, необходимых вспомогательных средствах, а также интерактивных средствах проектирования. Для сигнальных процессоров – это программная отладочная среда (дебаггер, ассемблер, симулятор, линкер и т.п.), эмуляторы и стартовые отладочные наборы. В последнем разделе содержатся сведения о типах корпусов, стоимости и других данных, относящихся к выбранной ИМС.

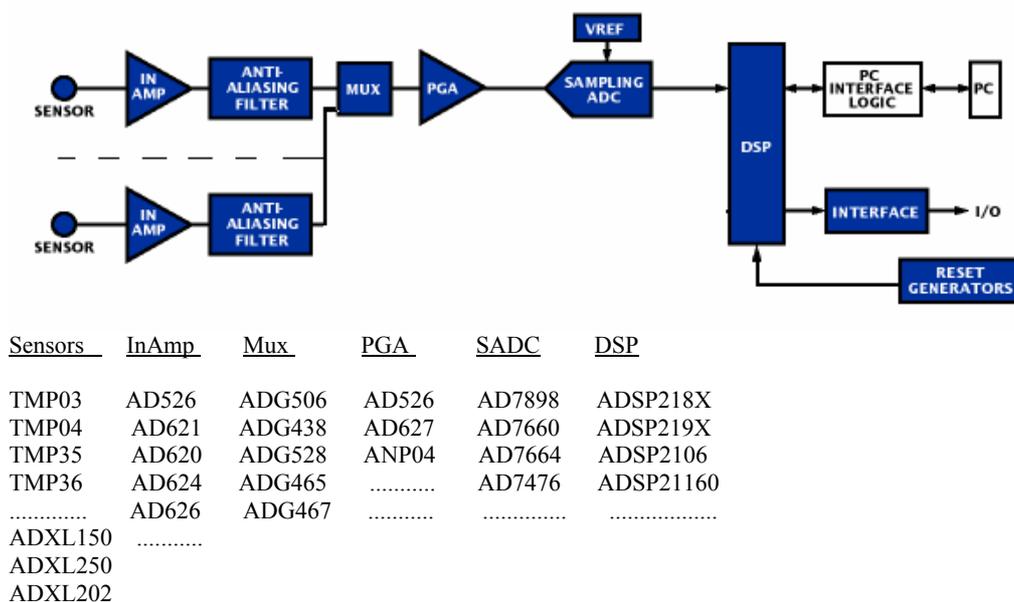
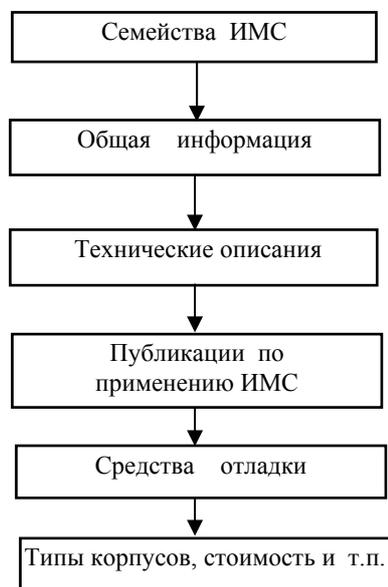


Рис. 2. Типовая встроенная система обработки данных



Выбрав для каждого узла конкретную ИМС и используя особенности ее системного применения, а также результаты модельных исследований, можно приступить к отработке принципиальной электрической схемы системы обработки данных в целом. Если библиотечных данных и результатов моделирования для этого недостаточно, следует заказать оценочную плату на тот или иной узел системы и провести натурные экспериментальные исследования с целью определения полного набора технических характеристик.

После завершения схмотехнического проектирования встроенной системы обработки данных переходим к разработке ее конструкции, которая выполняется с помощью САПР сквозного проектирования [6–8].

Рис. 3. Типовая структура электронной библиотеки элементной базы

Несмотря на широкий выбор таких САПР, только некоторые из них представляют собой законченный программный продукт, позволяющий в полном объеме решить поставленную задачу. К таким продуктам относится прежде всего САПР OrCAD и, в частности, его последняя версия OrCAD 9.2 [7]. Эта сквозная система дает возможность объединить различные системы схемотехнического моделирования и на этой основе решать стандартные задачи проектирования путем оптимального использования соответствующих программных модулей. Так, например, модуль Orcad Capture CIS (Component Information System – электронная библиотека, в составе которой данные более чем о 600 000 электронных компонентов) позволяет разрабатывать принципиальную схему, поддерживая индивидуальную и коллективную работу над проектами, обеспечивает возможность обращения к базам данным через сеть Интернет без выхода из системной среды проектирования. Orcad Capture CIS позволяет решить следующие задачи: разместить элементы на печатной плате; обеспечить все требования к межсоединениям на печатной плате;

исключить взаимное влияние электрических проводников при трассировке печатной платы; разработать полный комплект документации для выпуска законченного изделия.

Таким образом, виртуальная лаборатория автоматизированного проектирования КСиС позволяет обеспечить разработку изделия, начиная от структурной схемы и заканчивая созданием конструкторской документации.

В связи с тем, что виртуальная лаборатория проектирования представляет собой сетевую среду коллективного пользования, она может быть легко интегрирована в состав других виртуальных центров, как, например, в виртуальный научно-учебный центр (ВНУЦ), концепция которого разработана в Институте кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины. Благодаря такой интеграции ВНУЦ, в основу которого положена технология дистанционного обучения, позволит не только привлекать высококвалифицированных специалистов НИИ для подготовки учебных курсов, но и обеспечит участие студентов, бакалавров и магистров вузов в проектировании изделий новой техники.

1. Палагин А.В., Сергиенко И.В. Виртуальные научно-инновационные центры: концепция создания и перспективы развития // УСиМ. – 2003. – № 3. – С. 3 – 16.
2. Virtual design center. <http://www.analog.com>
3. <http://www.analog.com>
4. <http://www.ti.com>
5. <http://www.mot.com>
6. Гаврилов Л. Системы автоматизированного проектирования (САПР) аналоговых и аналого-цифровых устройств // Электронные компоненты. – 2000. – № 3. – С. 61 – 66.
7. Система сквозного проектирования OrCAD. 9.x. <http://www.roduik.ru>
8. Пакет Ansoft Designer. <http://www.ansoft.com>

Получено 01.04.2004