

С.С. Великодный

Проблема реинжиниринга видов обеспечения систем автоматизированного проектирования

Рассмотрены теоретические аспекты построения систем автоматизированного проектирования и их последующего усовершенствования путем реинжиниринга, реализация которого разделена на соответствующие виды обеспечения. Очерчены функциональные подходы к выполнению реинжиниринга основополагающих видов обеспечения таких систем.

The theoretical aspects of building the CAD/CAM/CAE-systems and their subsequent improvements through reengineering dividing it into appropriate types of ensuring are examined. The functional approaches to the reengineering implementation of the ensures basic types of such systems are outlined.

Розглянуто теоретичні аспекти побудови систем автоматизованого проектування та їх подальшого удосконалення шляхом реінжинірингу, реалізація якого розділена на відповідні види забезпечення. Окреслено функціональні підходи до виконання реінжинірингу основоположних видів забезпечення таких систем.

Введение. Система автоматизации проектных работ (САПР) – это комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с подразделениями организации, выполняющими проектирование. Под автоматизацией проектирования следует понимать такой способ, при котором все проектные операции, процедуры или их части осуществляются при взаимодействии проектировщика и электронного инструментария проектирования (настольный компьютер, модификации ноутбука, планшетный компьютер, различные устройства ввода и вывода).

В то же время система автоматизированного проектирования (САП) – это система, объединяющая различные виды обеспечения (техническое, математическое, программное, информационное, лингвистическое, методическое, организационное, эргономичное и правовое), параметры и характеристики которой выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования, конструирования и технологий изготовления (рис. 1).

Анализ технологий создания САП

Создание и развитие САП всегда осуществляется ведущей проектной организацией с обязательным привлечением других организаций – соисполнителей, в том числе научно-исследовательских институтов (НИИ), профильных высших учебных заведений, а также известных уче-

ных, научный потенциал и накопленный опыт которых, выражается в сотнях научных публикаций и десятках защищенных диссертаций под их руководством.

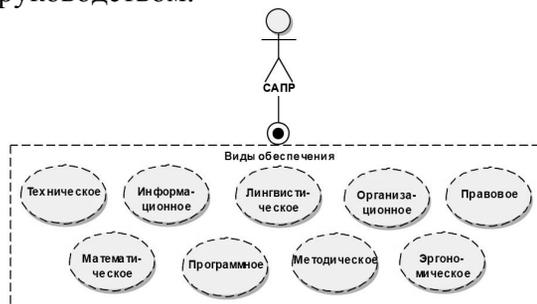


Рис. 1. Виды обеспечения САП

Создание САПР – сложная и трудоемкая работа, выполнение которой под силу только крупному высококвалифицированному и согласованному коллективу разработчиков, поскольку только процесс создания уже включает в себя более десятка стадий: предпроектные исследования, техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, изготовление, наладка, испытания, ввод в действие и, как правило, дальнейшее техническое сопровождение и поддержка (рис. 2).

Разработка САПР представляет собой огромную научно-техническую проблему, а ее внедрение требует значительных капиталовложений. Все созданные САПР и те, что только соз-

даются (с помощью сложившейся методологии [1]), включают в себя результаты многолетних исследований сотен и тысяч инженеров, конструкторов и технологов, принимавших участие в разработке проектных решений.

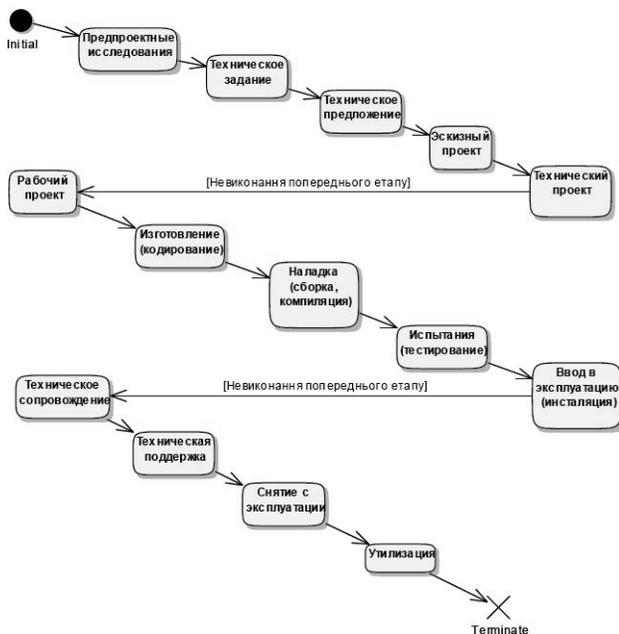


Рис. 2. Стадии создания САПР

По современным мировым тенденциям проектирования [2] – САПР должна быть развивающейся. Существует, по крайней мере, две веские причины, по которым САПР должна быть изменяемой во времени системой.

Во-первых, разработка такого сложного объекта, как САПР, занимает длительное время и экономически выгодно вводить в эксплуатацию части системы [3] (например – САП) по мере их готовности (введенный в эксплуатацию базовый вариант – в дальнейшем расширяется (рис. 3)).

Во-вторых, постоянный прогресс объектов проектирования, технологий изготовления, вычислительной техники и вычислительной математики приводит к появлению новых, более совершенных математических моделей и методов, заменяющих старые, менее удачные аналоги [4].

В связи с этим САПР должна обладать свойством удобства использования и возможности расширения [5] с помощью подключения разработанных и/или усовершенствованных видов обеспечения САП. Вот здесь возникает вопрос

дальнейшего решения этой проблемы – это может быть новая разработка или реинжиниринг (*reengineering*).

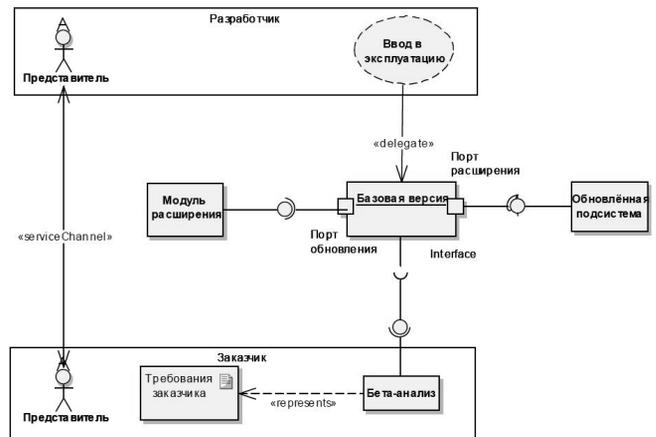


Рис. 3. Композитная структура взаимодействия комплекса «Заказчик – Разработчик»

С коммерческой точки зрения специалистов, реинжиниринг часто считают единственным способом сохранения унаследованных модулей [6] в эксплуатации САП, в то время как новую разработку САП – не рекомендуется рассматривать не только с учетом дефицита времени, которое уже затрачено на первичную разработку, или даже увеличения экономических затрат, но и риска возникновения структурных ошибок.

Постановка проблемы реинжиниринга видов обеспечения САП

Всегда перед разработчиком САП возникал вопрос: в каком виде передать разработанное средство автоматизированного проектирования заказчику. В некоторых случаях заказчик сужал рамки этой дилеммы и требовал инсталляционный пакет или уже собранные его компоненты, также определенные ограничения накладывает техническое задание (при его наличии). Однако все это – этапы уже налаженного процесса, участие в котором принимают менеджеры проекта, прикладные программисты, инженеры–конструкторы, технологи и др.

А что, если перед крупной корпорацией (а именно такие создают популярные САП) возникает вопрос расширения рынка с учетом принципов кросс-платформенности и мультиязычности?

Первый – представляет собой совместимость различных операционных систем (что стало особенно актуальным в связи со свободным распространением *NIX-подобных систем), и именно при его применении возникает неготовность многих производителей САП поддерживать открытые платформы.

Второй – это принцип, с которым связана одна из важнейших проблем создания САП, а именно: унификация или универсальность.

Эту проблему можно отнести к «проблеме начала», под которой следует понимать, что все современные САП (различного отраслевого назначения), к сожалению, не современны. Это связано прежде всего с тем, что создавались они на языках, актуальных в самом начале их разработки. Большинство из них – через три–четыре года не выдерживают высоких требований относительно скорости работы с воспроизведённым графическим изображением и его вычислительным восстановлением (рендерингом), а трансформация исходного кода с одного языка на другой, исходя из того, что современные САП могут состоять из нескольких миллионов строк кода, может занять месяцы и даже годы (!).

Усовершенствованная САП – специализированная система с максимальным использованием унифицированных модулей. Требования высокой эффективности и универсальности, как правило, противоречивы, и, применительно к САП, это положение сохраняет свою силу.

Техническое обеспечение

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность связанных между собой технических средств (ПК, периферийных устройств, сетевого оборудования, линий связи, измерительных устройств и т.д.) [7]. Технические устройства во многом определяют эффективность создаваемых систем, поэтому им придается особое значение.

В настоящее время и в ближайшие годы – создание систем автоматического проектирования не предвидится, и ничто не угрожает монополии человека на принятие узловых решений в процессе проектирования.

Персонал в САПР должен решать, во-первых, все задачи, которые не формализованы, во-вторых, задачи, решение которых осуществляется на основе своих эвристических способностей более эффективно, чем современный компьютер на основе своих вычислительных возможностей. Тесное взаимодействие оператора и электронных средств проектирования в процессе проектирования – один из принципов построения и эксплуатации САПР.

Высокой эффективностью САП, выражающейся прежде всего в минимизации временных, а значит и материальных затрат при решении проектных задач добиваются за счет совершенствования технического обеспечения автоматизированного проектирования.

Очевидно, что при этом возрастает число различных технических средств проектирования. Чтобы снизить расходы на разработку многих специализированных технических средств, целесообразно строить их на основе максимального использования унифицированных составных частей, где необходимым условием унификации становится поиск общих характеристик в разнородных технических объектах, которые планируется использовать при создании САП.

Процесс проектирования новой САП продолжается в установленном порядке несколько лет. За это время в большинстве отраслей появляются новые научные идеи и решения, выводящие производство на новый уровень и порождающие новое поколение машин, приборов и установок.

Реинжиниринг технического обеспечения САП позволит в значительной степени преодолеть противоречие между темпами развития науки, техники и процессов проектирования, повысить эффективность проектирования, сократить его сроки.

Математическое обеспечение

В результате функционирования САП, исходя из технического задания, последовательно, проходя ряд проектных стадий, заказчик получает рабочий проект объекта проектирования (рабочие чертежи, техническое описание и др.).

Однако проектирование и отчетные чертежи – это только одна сторона САП. Вторая, не менее важная часть проектирования – моделирование. С развитием САП уходят из практики макетирование и натурное тестирование объектов. Нишу практического испытания заняло компьютерное моделирование – это стало большим прорывом. В компьютерной системе возможно спроектировать деталь из любого материала и гораздо легче выполнить численный анализ показателей. Так же была решена проблема среды, в которой проводятся испытания.

Информационное обеспечение

В САПР обеспечивается удобство САП за счет применения средств оперативной связи инженера с электронными средствами проектирования, специальных проблемно-ориентированных языков и наличия информационно-справочной базы.

Структурными составляющими САП есть подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные структуры. Это выделенные по некоторым признакам части САП, обеспечивающие выполнение некоторых законченных проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

При построении САП главное внимание уделяется совокупности информационно-согласованных подсистем. Этот очень важный принцип должен применяться не только по отношению к связям между крупными подсистемами, но и более мелкими частями подсистем.

Информационная согласованность означает, что все или большинство возможных последовательностей задач проектирования обслуживаются информационно-согласованными базами. Две базы – информационно-согласованные, если все данные, представляющие собой объект переработки в обеих базах, входят в числовые массивы, не требующие изменений при переходе от одного программного модуля к другому (перекодирование форматов). Так информационные связи могут проявляться там, где результаты решения одной задачи будут исходными данными для другой.

Если для согласования баз требуется существенная переработка общего массива с участи-

ем оператора, который добавляет недостающие параметры, вручную перекомпоновывает массив или изменяет числовые значения отдельных параметров, то такие базы – информационно не согласованные.

Ручная перекомпоновка массива ведет к существенным временным задержкам, росту числа ошибок и поэтому уменьшает спрос на услуги САП. Информационная несогласованность превращает САП в совокупность автономных программ, при этом без учета в подсистемах многих факторов, оцениваемых в других подсистемах, снижается качество проектных решений, что есть основной проблемой применения САП.

Другими словами, в этом случае для выполнения принципа информационной согласованности необходима переработка конвертеров промежуточных форматов, являющаяся признаком реинжиниринга информационного обеспечения САП.

Основная задача реинжиниринга информационного обеспечения – создание банка его моделей, включающего в себя функционально-полный жизненный цикл САП.

Лингвистическое обеспечение

Лингвистическое обеспечение – совокупность языков, используемых в САП для представления информации об объектах проектирования, процессах и средствах проектирования [7]. Лингвистическое обеспечение используется также для осуществления диалога проектировщик – электронный инструментариий проектирования и обмена данными между техническими средствами САП. Лингвистическое обеспечение включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания.

В настоящее время имеется множество языков проектирования, моделирования и программирования, которые выполняют большое количество специализированных задач. Некоторые из них завязаны только на какую-то одну отрасль промышленности, другие – применяются во многих, но общая тенденция идет по пути специализации языков в целом.

Безусловно, для САП может быть сформулирован ряд причин, подчеркивающих много-

гранность и высокую сложность проблемы реинжиниринга САП, для решения которой, необходимо выполнить следующие задачи, касающиеся реинжиниринга лингвистического обеспечения, а именно:

- на основе анализа *LANGUAGE SOFT TOP-10* (рейтинга 10 самых популярных языков программирования) выбрать оптимальное *CASE*-средство;
- разработать мультилингвистическую подсистему импорта программного кода;
- выполнить требования прозрачности, предъявляемые к архитектуре САПР.

Программное обеспечение

Основная проблема, с которой сталкиваются разработчики САП, – асимптотическая недостижимость начальных требований заказчика. На каждом новом этапе разработки к САП добавляется новый модуль или даже подсистема, однако вопросам совместимости с уже существующими и оптимизации компонентов (как физических модулей кода) на уровне связей, классов, зависимостей и т.д. – уделяется мало внимания или не уделяется вовсе.

К сожалению, в таком случае каждая последующая версия почти готового продукта по своим системным показателям получается хуже предыдущих. В конечном итоге приходит момент, когда почти готовая *сведенная* САПР не выполняет большинство функций, которые должна выполнять, хотя на этапах разработки каждого отдельного модуля эти задачи выполнялись.

Таким образом, в качестве предпосылок реинжиниринга программного обеспечения САП можно отметить:

- обновление платформы;
- нехватку персонала со знанием устаревшего языка программирования;
- изменение структуры программного обеспечения САП.

К операциям реинжиниринга программного обеспечения САП относятся:

- идентификация компонентов;
- расширение функций;
- перевод языка программирования;

- реструктуризация;
- изменение описания.

Главная проблема реинжиниринга программного обеспечения САП – адаптация различных САП под распространенные операционные системы, в частности, под так называемые «открытые» платформы.

В результате анализа, проведенного автором монографии [2] ради проверки гипотезы об ошибочности некоторых представлений по организации проектирования, можно сформировать главную предпосылку реинжиниринга программного обеспечения. Эта предпосылка кроется в «требованиях заказчиков, которые со временем невозможно удовлетворить, поскольку пользователи программного обеспечения *растут* вместе с проектом, что уже не имеет *конечной точки* в своем развитии» [2].

Заключение. Отсутствие у большинства современных САП логически-объединенной системы задач проектирования, особенно на ранних стадиях, что влечет за собой перенос традиционных и /или устаревших средств проектирования, вынуждает прибегать к выполнению реинжиниринга видов обеспечения САП.

Реинжиниринг включает в себя процессы реорганизации и реструктуризации САП, перевод отдельных компонентов системы в другой, более современный язык программирования, а также процессы модификации или модернизации структуры и системы данных. При этом архитектура системы может оставаться неизменной.

На практике проблема выбора между реинжинирингом и повторной разработкой часто решается в сторону последней – и это весьма плохо. Причины такого решения кроются в человеческом факторе: в ситуации с обновлением *проблемной* САП, как правило, повторная разработка поручается новой команде конструкторов-программистов, которым, по их мнению, легче выполнить разработку «с нуля», чем анализировать и исправлять существующие ошибки. Следствием этого, как правило, становятся повторные похожие ошибки и все те же структурные недоработки.

Окончание на стр. 76

В это же время реинжиниринг позволяет выполнить эволюционирование САП путем позитивных изменений видов ее обеспечения с целью повышения удобства ее же эксплуатации и сопровождения.

Перспективы дальнейших разработок заключаются в создании методологических основ реинжиниринга систем автоматизированного проектирования с конкретной систематизацией моделей и методов реинжиниринга применительно к каждому из видов обеспечения САП.

1. *Норенков И.П.* Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430 с.
2. *Тимченко А.А.* Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів. Кн. 1. Осно-

ви САП та системного проектування. – К.: Либідь, 2000. – 272 с.

3. *Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н.* Сборочное программирование. Основы индустрии программных продуктов. – К.: Наук. думка, 2009. – 372 с.
4. *Фаулер М.* Рефакторинг: улучшение соответствующего кода. – СПб.: Символ-Плюс, 2003. – 432 с.
5. *Пантелеймонов А.А.* Аспекты реинженерии приложений с графическим интерфейсом пользователя // Проблемы программирования. – 2001. – № 1–2. – С. 53–62.
6. *Реінженерія* програмних систем. – <http://www.programsfactory.univ.kiev.ua/content/books/2/108>
7. *Система* автоматизированного проектирования. – <http://ru.wikipedia.org/wiki/САПР>.

Поступила 20.10.2013

Тел. для справок: +38 048 45-4025, 097 950-0274 (Одесса)

E-mail: dotsent1981@mail.ru

© С.С. Великодный, 2014