

# УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

---

УДК 658.012:004.42

© Г.В. МАЛЬШАКОВ, 2009

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ВУЗЕ НА ОСНОВЕ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

---

Григорий Викторович МАЛЬШАКОВ родился в 1975 г. в городе Москве. Старший преподаватель МАИ. Основные научные интересы — в области CALS-технологии. Автор шести научных работ. E-mail: malshakov@mail.ru

Grigory V. MALSHAKOV, was born in 1975, in Moscow. He is a Senior Assistant Professor at the MAI. His research interests are in CALS technology. He has published 6 technical papers. E-mail:malshakov@mail.ru

---

*На основе CALS-технологий решаются задачи автоматизации процессов управления в вузе. Проведен анализ существующих средств автоматизации вуза. Сформулированы принципы автоматизации процессов управления вуза на основе CALS-технологий. Предложены модели жизненных циклов разработки подсистем автоматизации и их объединения. На основе методологии создания протоколов применения STEP разработан прикладной протокол автоматизации процессов управления вуза. В качестве средств поддержки CALS были разработаны на языке VBScript синтезатор, анализатор и загрузчик EXPRESS-схем. Итогом работы стал программный комплекс поддержки автоматизации на основе CALS-технологий, который включает синтезатор, анализатор, загрузчик EXPRESS-схем; PDM PartY PLUS фирмы Лоция Софтвеа и итерируемые подсистемы автоматизации.*

*Problems are considered as applies to automation management processes in institutes of higher education basing on CALS-technologies. Modern automation tools are analyzed. Some principles are formulated to support management process automation for higher education institutions. Life-cycle models are suggested for automated subsystems as well as for integration of these subsystems into whole system. An applied STEP-based protocol is developed to provide automation of management processes. A set of synthesizer, analyzer and loader for EXPRESS-schemes are implemented using VBScript language. Some software package is obtained as a result of the study to support automation processes based on CALS-technologies. The package includes synthesizer, analyzer, loader for EXPRESS-schemes, PDM PartY PLUS component from Lotsija Softvea and iterated automation subsystems.*

**Ключевые слова:** CALS, автоматизация, вуз, процессы, управление.

**Key words:** CALS, automation, institute of higher education, processes, management.

### Условные обозначения и сокращения

АСУ — автоматизированная система управления;  
БД — база данных;  
ЖЦ — жизненный цикл;  
ПО — программное обеспечение;

CALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support) — непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта;  
EXPRESS — язык описания данных;  
IDEF0 — методология и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов;

PDM (Product Data Management) — управление данными об изделии;

STEP (Standard for the Exchange of Product data) — стандарт для обмена данными об изделии;

SDAI (Standard Data Access Interface) — стандартный интерфейс для доступа к базе данных.

В настоящее время в условиях социально-экономической реформы, развития рынка труда и сферы образовательных услуг ощущается потребность в формировании единого информационного пространства вуза и на его основе — информационно-управляющей системы, способной в соответствии с современными требованиями успешно решать проблемы обеспечения образовательной и финансово-хозяйственной деятельности учебного заведения. Это позволит повысить качество системы подготовки специалистов; уровень развития организационной структуры вуза; эффективность управления; сделать вуз преуспевающим, экономически выгодным предприятием.

В связи с быстрым обновлением содержания учебного процесса, изменением форм организации и реализации учебного процесса, появлением различных форм дополнительного образования и повышения квалификации, развитием в вузах децентрализации контроля и управления образовательным процессом старые методы ведения делопроизводства не обеспечивают своевременного доступа к достоверной информации по всем аспектам деятельности учебного заведения для принятия управленческих решений, направленных, прежде всего, на повышение качества подготовки специалистов [1].

Таким образом, создание единой автоматизированной системы управления вузом (АСУ-ВУЗ) сегодня является актуальной задачей.

Автоматизация высшей школы началась с появлением первого компьютера, с 80-х годов. Ее основа (теоретические аспекты) изложена в работах А.Я. Савельева [2], В.Е. Коваленко [3], С.Е. Радина [4] и др. Практические разработки в этой области велись и ведутся многими вузами страны (за счет выделенных подразделений, кафедр, студентов, аспирантов), научно исследовательскими институтами, частными компаниями.

Исследование существующих программных средств автоматизации процессов управления вуза показало, что 90% средств являются разрозненными подсистемами небольшого размера, написанных на различных языках программирования, с использованием различных систем баз данных для различных операционных систем различными разработчиками.

Ситуация, при которой 90% всех средств автоматизации являются подсистемами, объясняется тем, что задача автоматизации является трудоемкой, и далеко не все разработчики могут позволить себе заняться автоматизацией всего вуза.

Отсюда можно сделать заключение, что, с одной стороны, система автоматизации должна состоять из различных модулей (подсистем: Абитуриент, Контингент, Оплата, Сессия, Стипендия и т.д.) (в силу объема трудоемкости работ; в силу наличия готовых разработок, которые необходимо использовать; в силу того, что в процессе создания системы участвуют различные не связанные друг с другом разработчики), а с другой стороны, должна представлять из себя единую информационную систему АСУ ВУЗ.

Наиболее рациональным решением автоматизации процессов управления вуза при такой ситуации является использование CALS-технологий [5], которые представляют собой набор правил и регламентов, позволяющих организовать единое информационное пространство: создать единое информационное хранилище и на основе него связать различные подсистемы в единую целостную систему (по средствам стандарта STEP: открытого интерфейса доступа) с минимальными затратами.

CALS-технологии позволяют локализовать отдельные компоненты автоматизации (скрыть их реализацию), что удлиняет жизненный цикл (ЖЦ) всей системы в целом, поскольку модификация или замена отдельных компонент не нарушает работы всей системы.

В основе автоматизации вуза на основе CALS-технологий можно сделать вывод, что должны лежать следующие принципы: открытость и масштабируемость, безопасность и надежность, локальность, поддержка CALS-технологий, системность, совместимость, стандартность, эффективность.

Процесс автоматизации вуза заключается в разработке программного обеспечения (ПО), которое затем будет использоваться персоналом вуза при работе.

Разработку ПО ведут по определенной схеме, последовательности шагов, называемой жизненным циклом разработки ПО.

При автоматизации с учетом CALS-технологий должны быть созданы подсистемы автоматизации, а затем объединены в единую систему АСУ ВУЗ.

С учетом методики выбора и построения модели проектирования ПО [6] была проведена экспертная оценка проекта автоматизации деканата «Академии труда и социальных отношений». По результатам которой в качестве модели создания подсистем

автоматизации вуза была выбрана и актуализирована инкрементная модель (рис. 1).

которая содержит шесть последовательных этапов реализации объединения автономно разработанных

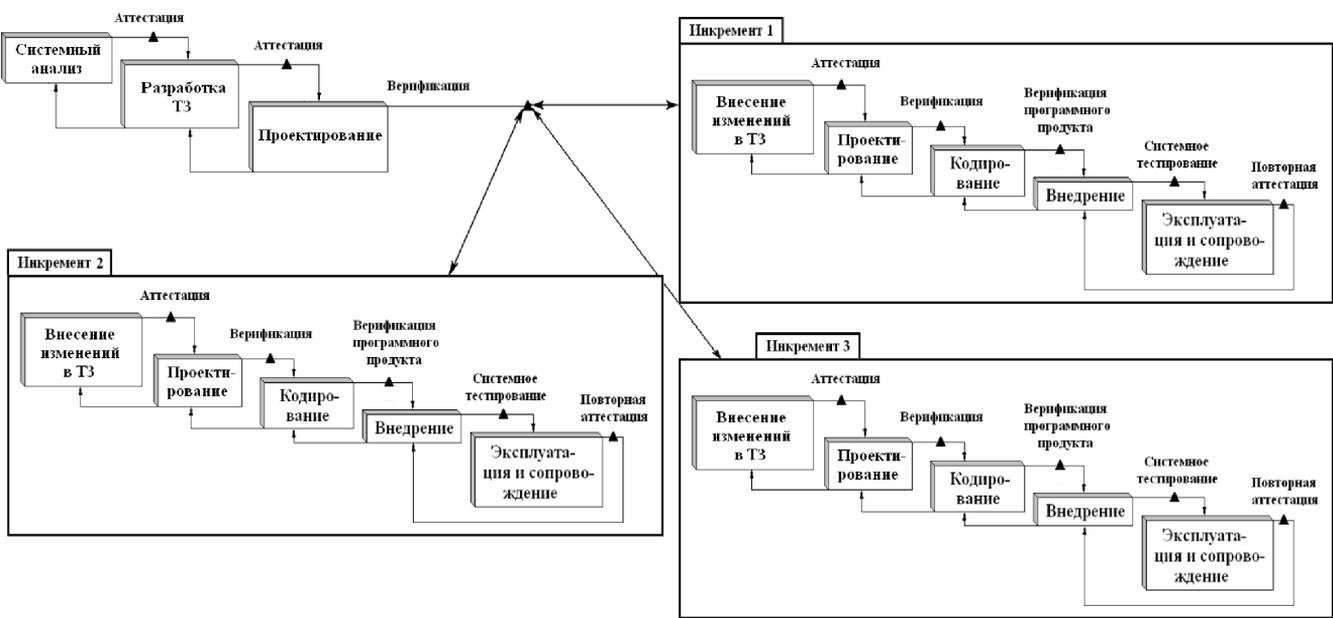


Рис. 1. Модель проекта для создания подсистем автоматизации вуза

С учетом специфики процесса объединения она не зависит от предметной области подсистем автоматизации, последовательность шагов объединения стандартна и не меняется, исходные требования по объединению известны и в процессе работы не меняются. Поэтому наилучшим образом подходит каскадная модель проектирования ПО (рис. 2),

подсистем: от создания информационных моделей подсистем до сопровождения.

Объединить автоматизированные подсистемы возможно только на основе единого информационного пространства, которое в CALS-технологиях определяется прикладным протоколом стандарта STEP [7].

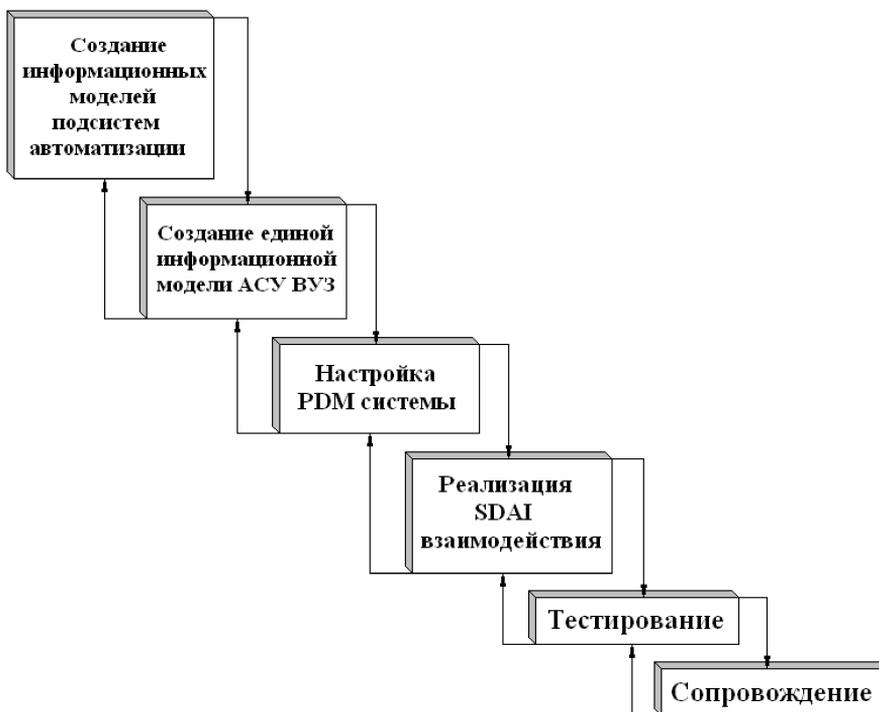


Рис. 2. Модель объединения подсистем автоматизации вуза

В стандартах отсутствуют протоколы, посвященные автоматизации вуза, поэтому одной из задач настоящей работы является разработка данного протокола по специализированной методологии [6], которая включает этапы определения предметной области, модели процессов предметной области, справочной модели предметной области, интерпретированной модели предметной области, перечня таблиц отображения и классов соответствия.

Предметная область в рамках данного протокола охватывает следующие задачи автоматизации: приемная комиссия, контингент, студент, учебный план, сессия, оплата, приказы, преподаватель, выпускник, деканат.

На этапе функционального моделирования создана диаграмма IDEF0 процессов предметной области вуза.

С использованием языка информационного моделирования EXPRESS разработана информационная модель предметной области.

На этапе интерпретации была получена EXPRESS-схема интерпретированной модели, которая базируется на стандарте ГОСТ Р ИСО 10303-41-99.

На основе интерпретированной модели сформирован перечень таблиц отображения.

С учетом поддерживаемых в рамках данного протокола задач автоматизации были определены классы соответствия, включающие наборы операций, которые должна обеспечить соответствующая реализация.

Чтобы на основе разработанного выше протокола более полно использовать CALS-технологии в процессе автоматизации вуза, необходимы средства их поддержки: специализированные базы данных, конвертеры и инструментальные пакеты.

Для хранения данных в CALS-технологиях используются PDM (Product Data Management)-системы, обеспечивающие управление данными об изделии.

Наилучшей российской PDM-системой для задач интеграции различных подсистем автоматизации является PartY PLUS фирмы Лоция Софтвэа. В силу того, что она универсальна и не привязана к какой либо одной области автоматизации и более функциональна, чем аналоги.

Конвертеры необходимы для преобразования данных из подсистем автоматизации в STEP-форматы и обратно. Они индивидуальны для каждой подсистемы автоматизации, вследствие чего должны быть разработаны в ходе объединения подсистем.

Инструментарий очень важен и необходим при автоматизации процессов управления в вузе на ос-

нове CALS-технологий. Он позволяет разрабатывать компьютерные приложения, поддерживающие STEP. В его состав обычно входят редакторы, компиляторы, визуализаторы, анализаторы, конвертеры и т.п., связанные с языком EXPRESS. Но в настоящее время они не представлены на Российском рынке и стоят достаточно дорого (к примеру пакет STEP Tools стоит 19.000 \$).

Основными этапами объединения подсистем автоматизации на основе CALS-технологий (рис. 3) является разработка единой EXPRESS схемы, загрузка EXPRESS-схемы в PDM-систему, разработка конвертеров подсистем автоматизации.

В качестве инструментария CALS в ходе объединения необходимо использовать анализатор, синтезатор и загрузчик EXPRESS-схем.

Для объединения подсистем должны быть составлены их модели данных на языке EXPRESS. Так как в составлении этих моделей должен участвовать человек, вследствие чего они могут быть составлены с ошибками, то для их проверки необходим *анализатор* EXPRESS-схем.

Процесс составления модели подсистемы автоматизации происходит по ее БД, благодаря чему этот процесс возможно частично автоматизировать, используя *синтезатор* EXPRESS-схем (автоматически выполняя синтез EXPRESS-схемы информационной модели подсистемы по ее БД).

После создания единой модели предметной области (прикладного протокола автоматизации процессов управления вуза) ее необходимо реализовать в PDM-системе для хранения в ней данных. Чтобы избежать ошибок, при этой процедуре необходимо использовать *загрузчик* EXPRESS-схем, который автоматически будет ее загружать в PDM-систему.

### Этап разработки единой EXPRESS-схемы

Этапы разработки единой EXPRESS-схемы приведены на рис. 4.

К разработке единой EXPRESS-схемы прибегают в случае отсутствия прикладного протокола применения STEP рассматриваемой предметной области.

В начале на основе БД объединяемых подсистем автоматизации необходимо получить EXPRESS-схемы их БД с помощью синтезатора EXPRESS-схем. Далее оператор-аналитик на основе документации и имеющегося опыта должен создать EXPRESS-схемы самих подсистем автоматизации. Затем производится их объединение в единую EXPRESS-схему.

В процессе создания EXPRESS-схем аналитик для проверки их корректности использует анализа-

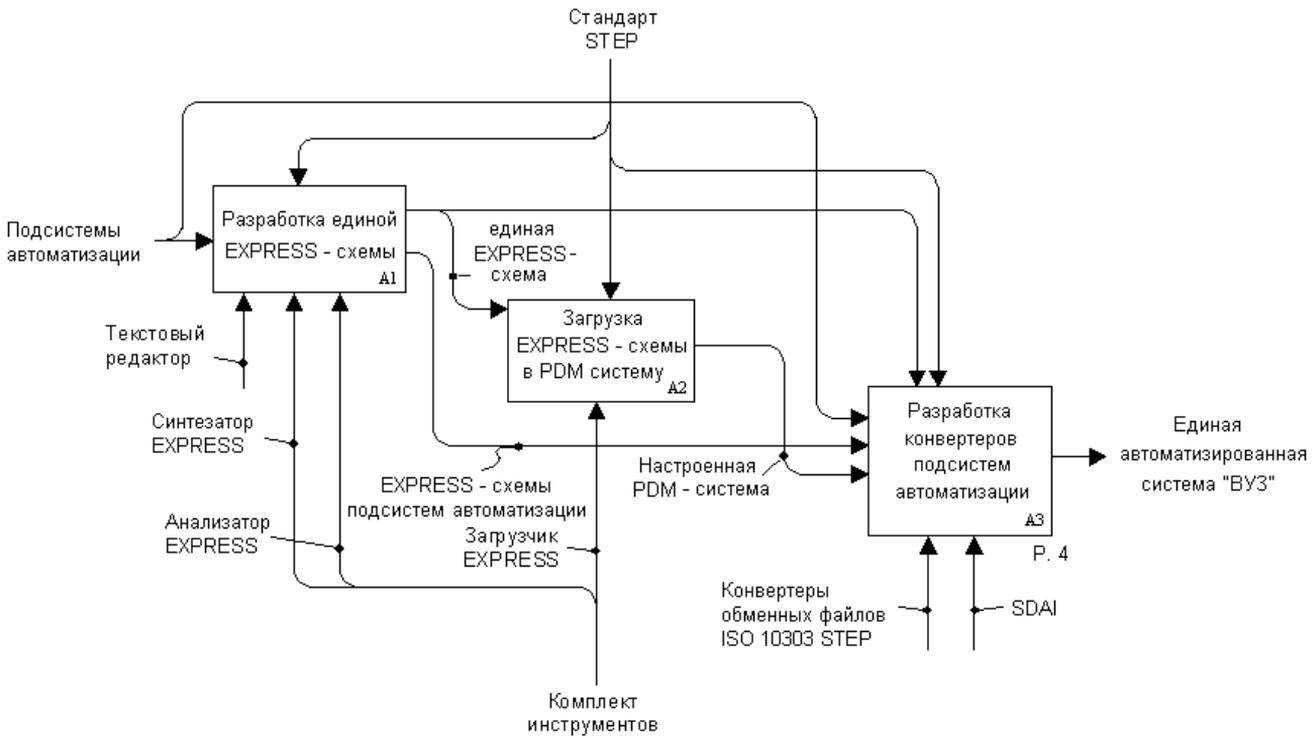


Рис. 3. Основные этапы объединения подсистем автоматизации на основе CALS-технологий

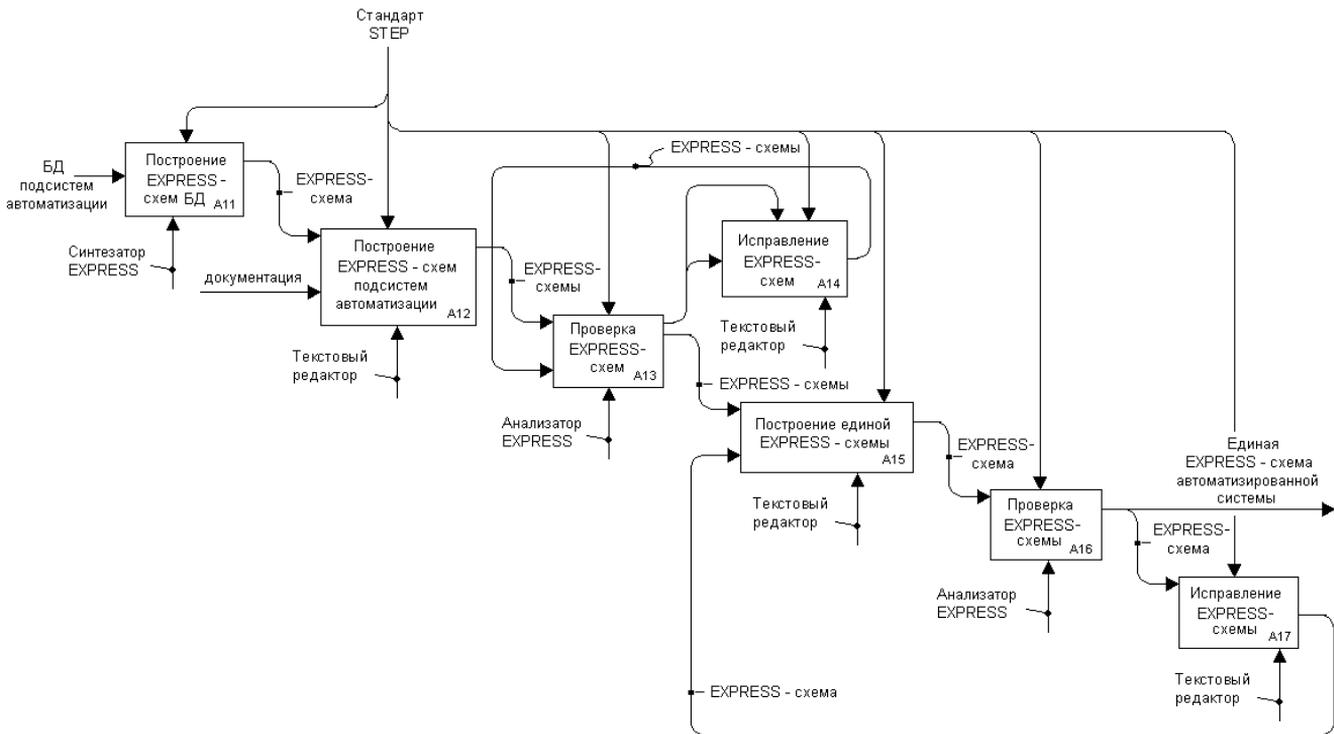


Рис. 4. Разработка единой EXPRESS-схемы

тор EXPRESS-схем, который выполняет их лексический, синтаксический и семантический анализ.

**Этап загрузки EXPRESS-схемы в PDM-систему**

Полученная единая Express-схема с помощью загрузчика Express-схем оператором загружается в

PDM Lotsia Soft, реализуя тем самым единое информационное пространство.

**Этап разработки конвертеров подсистем автоматизации**

Чтобы подсистемы автоматизации могли работать с этим единым информационным пространством

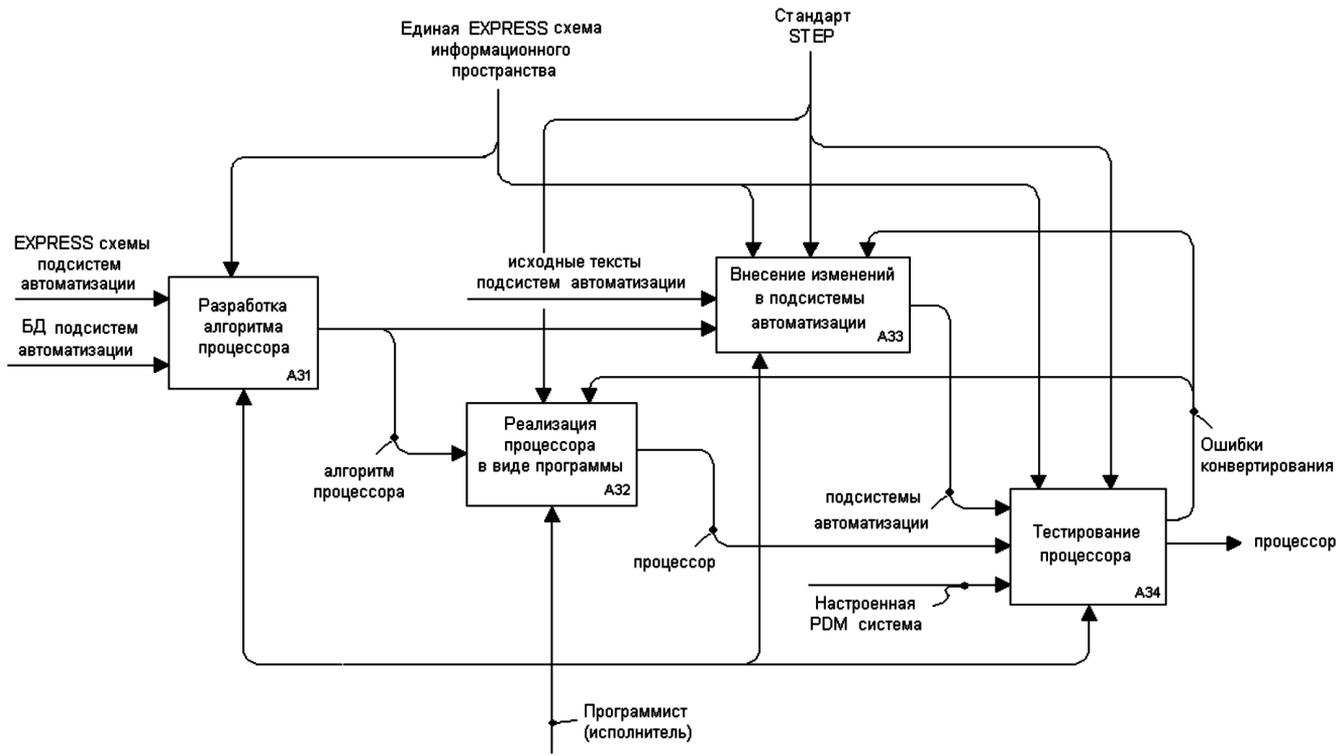


Рис. 5. Разработка конвертерного процессора для подсистемы автоматизации

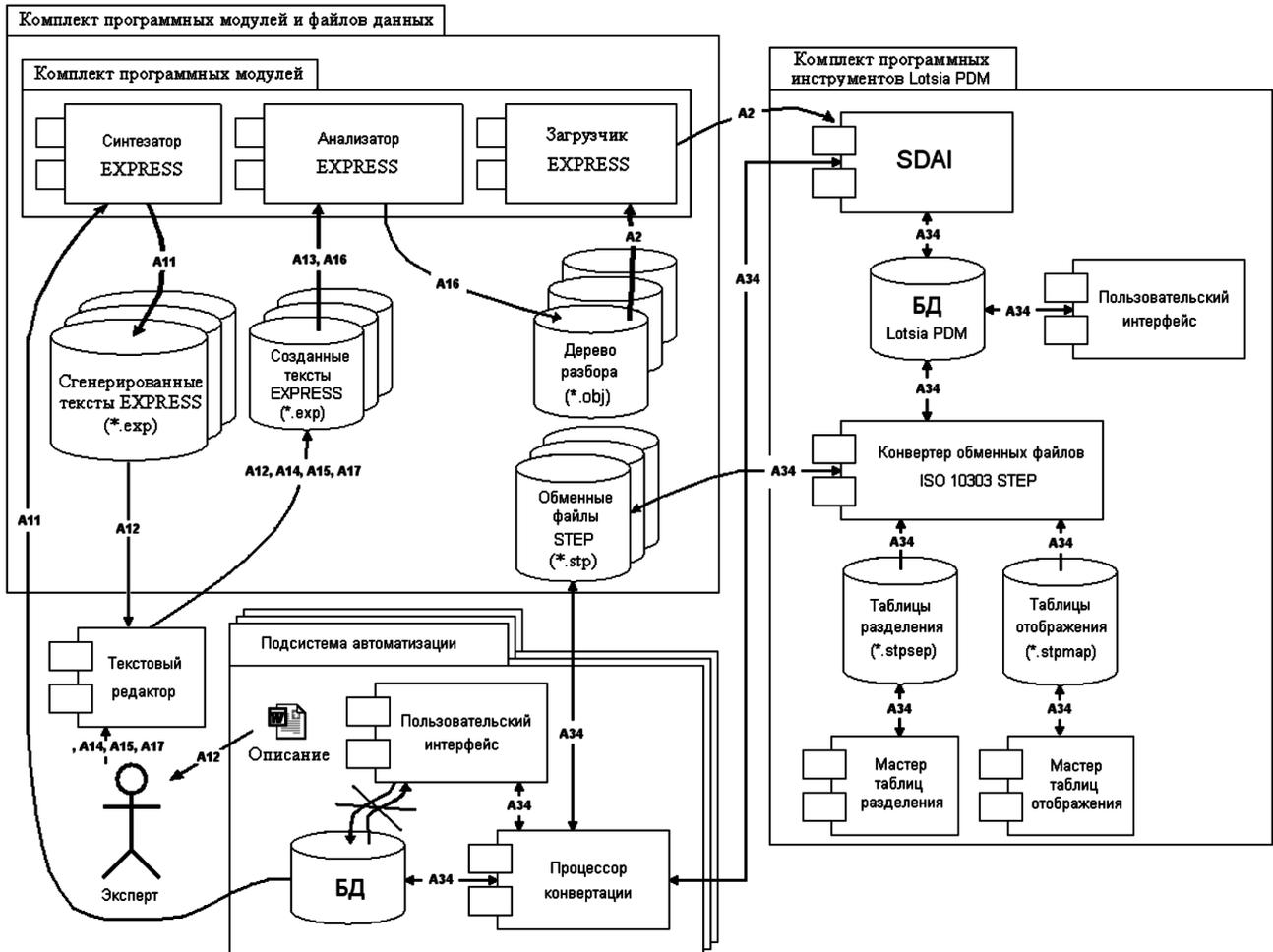


Рис. 6. Программный комплекс поддержки процесса автоматизации на основе CALS-технологий

ством, необходимо разработать для каждой из них конвертер данных (процессор), взаимодействующий с PDM либо через SDAI, либо через обменные файлы.

Этапы разработки конвертерного процессора для подсистемы автоматизации приведены на рис. 5.

В ходе разработки конвертерного процессора необходимо создать алгоритм его работы (конвертирования одного формата данных в другой), записать его на языке программирования, подключить к подсистеме автоматизации и протестировать.

На основе созданного протокола, модели ЖЦ объединения подсистем, созданного инструментария поддержки CALS, выбранной PDM-системы PartY PLUS фирмы Лоция Софтвэа автором разработан и реализован программный комплекс поддержки процесса автоматизации на основе CALS-технологий для вуза (рис. 6).

В его состав вошли: синтезатор, анализатор, загрузчик EXPRESS схем; хранилище данных в виде PDM PartY PLUS фирмы Лоция Софтвэа; подсистемы автоматизации вуза с комплектом документации и БД, SDAI интерфейс, текстовый редактор (Microsoft Блокнот или его аналог).

Для этого комплекса автором были разработаны: на языке VBScript синтезатор, анализатор, загрузчик EXPRESS-схем; на языке C++ в среде Microsoft Visual Studio 6.0 интерфейс SDAI для PDM PartY PLUS.

Алгоритм работы этого комплекса в процессе внедрения CALS-технологий представлен на рис. 7.

### Выводы

Анализ существующих средств автоматизации вуза выявил, что в качестве эффективного средства объединения необходимо использовать CALS-технологии.

Сформулированы основные принципы автоматизации процессов управления вуза на основе CALS-технологий: открытость и масштабируемость, безопасность и надежность, локальность, поддержка CALS-технологий, системность, совместимость, стандартность, эффективность.

В качестве основы разработки подсистем автоматизации и их объединения были выбраны и актуализированы в соответствии с задачами автоматизации инкрементная и каскадная модели ЖЦ соответственно.

На основе методологии создания протоколов применения STEP разработан прикладной протокол автоматизации процессов управления вуза для организации единого информационного пространства АСУ ВУЗ.



Рис. 7. Алгоритм функционирования комплекса поддержки процесса автоматизации на основе CALS-технологий

Разработаны средства программной поддержки CALS-технологий, которые включают синтезатор, анализатор и загрузчик EXPRESS-схем.

Разработан программный комплекс поддержки автоматизации на основе CALS-технологий, который включает синтезатор, анализатор и загрузчик EXPRESS-схем, PDM PartY PLUS фирмы Лоция Софтвэа, интегрируемые подсистемы автоматизации.

**Библиографический список**

1. Щербина О.В. Автоматизация планирования учебного процесса в вузе // Тезисы доклада Всероссийской конференции «Интеграция информационных систем в управлении образованием» 2005. (<http://conf2005.pskovedu.ru/files/thesis/206.doc>).

2. Савельев А.Я., Зубарев Ю.Б., Коваленко В.Е., Колоскова Т.А. Автоматизация управления вузом. — М.: Радио и связь, 1984.

3. Коваленко В.Е., Рождественский А.М., Ремизова Е.А. Исследование возможностей типизации задач управления в АСУ ВУЗ: Отчет по НИР. — Москва, 1981.

4. Радин С.Е. Анализ форм организации учебного процесса в вуза // Сб. трудов «Основные результаты исследований НИИ высшего образования 1989». — М., 1990.

5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.

6. Шафер Д.Ф., Фатрелл Р.Т., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат; Пер. с англ. — М.: ИД «Вильямс», 2003.

7. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. — М.: Анахарсис, 2002.

8. ГОСТ Р ИСО 10303-11-2000 «Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS». — М.: Госстандарт России, 2000.

Московский авиационный институт

Статья поступила в редакцию 22.05.2008