

Решение задач интеграции в информационных системах управления предприятием

В.Ю. Вахрушев

*кандидат технических наук, декан факультета автоматики и вычислительной техники
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: vahrushev@vyatsu.ru

Е.В. Богомолова

*ведущий инженер-программист ОАО ЭМСЗ «ЛЕПСЕ»;
аспирант кафедры автоматики и телемеханики, Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: elenaoops@mail.ru

А.М. Ланских

*кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики и телемеханики
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: usr00221@vyatsu.ru

Ю.В. Ланских

*кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики и телемеханики
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: lyuv@inbox.ru

А.В. Луппов

*кандидат технических наук, доцент кафедры автоматики и телемеханики
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: dei123@mail.ru

А.В. Малышева

*преподаватель кафедры автоматики и телемеханики
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: annutl@mail.ru

Н.А. Шмакова

*старший преподаватель кафедры автоматики и телемеханики
Вятский государственный университет*

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

E-mail: shmakova.natalya@mail.ru

Авторы рассматривают проблематику построения информационных систем учета, управления и анализа деятельности предприятия. Один из наиболее экономически целесообразных путей построения таких систем — интеграция унаследованных, приобретаемых и разрабатываемых компонентов на базе программного обеспечения промежуточного уровня, которое может быть квалифицировано как технологическая платформа интеграции.

Рассматривается формализация принципов построения такого платформенного программного обеспечения. Эти принципы формируются по аналогии с принципом формирования микропрограммного управляющего устройства процессора. В работе показано, как, используя микропрограммное устройство управления процессором в качестве формальной модели, разработать программную платформу, позволяющую организовать запуск процедур обработки, визуализации и обмена данными по расписанию или запросу пользователя. Совокупность информационно-программного обеспечения, играющего роль платформы, декомпозируется на память инструкций, память метакоманд, контроллер памяти инструкций и контроллер памяти метакоманд.

В качестве одного из вариантов платформенного программного обеспечения рассматривается система управления документооборотом. Указано на возможность использования системы электронного документооборота для обмена информацией, защищенной электронной цифровой подписью, а также интеграции информационных подсистем справочного, учетного и прочих назначений. Такая практика получила название СЭД-шины.

В рамках теоретической постановки задачи рассматривается информационная модель предметной области как совокупность выполняемых в ней бизнес-процессов. Автоматизация деятельности в предметной области заключается в формировании множества автоматизированных бизнес-процессов (мощность которого определяется функциональностью внедряемой информационной системы), максимально покрывающего множество бизнес-процессов предметной области. Рассматриваются случаи совмещения множеств бизнес-процессов унаследованных информационных систем и бизнес-процессов внедряемых информационных систем.

Ключевые слова: система управления предприятием, информационная модель, система электронного документооборота, микропрограммное устройство управления, бизнес-процесс, промежуточный программной слой.

Цитирование: Vahrushev V.Yu., Bogomolova E.V., Lanskih A.M., Lanskih Yu.V., Luppov A.V., Malysheva A.V., Shmakova N.A. Solution of integration tasks in enterprise management information systems // Business Informatics. 2016. No. 1 (35). P. 37–44. DOI: 10.17323/1998-0663.2016.1.37.44.

Введение

Формирование информационных систем управления предприятием является необходимым условием повышения эффективности функционирования предприятий в самых разных сферах. При этом характерной чертой является стремление к максимальной экономии средств в ходе внедрения новых и модернизации старых информационных систем и к максимальному использованию имеющихся разработок.

Корпоративные приложения предприятия не могут существовать отдельно. При интеграции приложений ИТ-разработчикам необходимо обеспечить надежность сети передачи данных, обеспечить приемлемую скорость передачи данных, учесть различия между приложениями, а также обеспечить возможность адаптации к изменению объединяемых приложений. Для обеспечения перечисленных требований выделяют следующие основные подходы: передача файла (file transfer), общая база данных (shared database), удаленный вызов процедуры (remote procedure invocation), обмен сообщениями (messaging) [1].

Рассматриваемый авторами подход является альтернативой подходу, предусматривающего отказ от внедрения одной информационной системы, позволяющей полностью удовлетворить все информационные потребности предметной области в силу того, что для крупных информационных систем предприятия чаще всего невозможно найти программное обеспечение, которое покрывало бы решение всех существующих бизнес-задач. Задачи интеграции разнородных модулей информационных систем, портирования данных между подсистемами информационных систем, конфигурирования информационных подсистем и разработки дополнительных компонентов информационных систем решаются с использованием перечисленных выше подходов. На практике решение такого рода задач на крупных предприятиях во многих случаях является уникальным и специфичным, несмотря на большой выбор готовых решений по интеграции приложений с помощью промежуточного программного слоя (middleware), предлагаемых разработчиками крупных и дорогостоящих корпоративных систем (IBM, MS Biztalk, SAP, Oracle и др.). Замена работоспособных подсистем

предприятия различных платформ на многоцелевую ERP-систему не всегда оправдана возможны переплатами за избыточные функции. Кроме того, специализированные предложения могут достаточно успешно решать узкопрофильные бизнес-задачи. Имеющийся опыт решения задач учета, аналитики, информационного обмена и интеграции информационных подсистем предприятия, позволяет выдвигать формальные информационные и структурные модели платформенного обеспечения информационных систем для эффективного решения подобных задач интеграции подсистем предприятия.

1. Теоретическая постановка задачи

Авторами уже рассматривалась формализация задачи синхронизации справочной информации из нескольких информационных подсистем предприятия [2].

Сформируем информационную модель предметной области как совокупность бизнес-процессов, которые условно определим как «идеализированные»:

$$OF = \{BP_i\}.$$

Соответственно, информационная модель информационной системы, существующей на момент постановки задачи автоматизации, («as is» модель) может быть представлена в виде совокупности реальных бизнес-процессов, поддерживаемых системой:

$$IS' = \{BP_i'\}.$$

В результате решения задачи автоматизации должна быть получена информационная система, информационную модель которой также представим в виде новой совокупности бизнес-процессов («to be» модель), в общем случае не совпадающих с идеализированными:

$$IS'' = \{BP_i''\}.$$

В отношении каждого бизнес-процесса BP_i'' следует заметить, что он является тождественным исходному BP_i' , если не подвергается изменению в ходе решения задачи автоматизации, и не является тождественным исходному в противном случае.

Каждая подсистема информационной системы автоматизирует некоторое подмножество множества автоматизируемых бизнес-процессов:

$$ISS_j'' = \{BP_i''\}.$$

В оптимальном случае функции подсистем не пересекаются, позволяя при этом полностью покрыть все функциональные требования к внедряемой системе:

$$\bigcap_j BP_i^{j''} = \emptyset$$

$$\bigcup_j BP_i^{j''} \equiv \{BP_i\}.$$

В реальности формирование информационной системы путем последовательного подбора компонентов приводит к тому, что два последних выражения могут не выполняться.

Кроме того, возможны ситуации взаимной избыточности внедряемых компонентов, а также их частичной избыточности и недостаточности. Наиболее общим (и наиболее часто встречающимся) случаем является следующий:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bigcup_j BP_i^{j''} \setminus \{BP_i\} \neq \emptyset \\ \{BP_i\} \setminus \bigcup_j BP_i^{j''} \neq \emptyset, \end{array} \right.$$

когда внедряемая совокупность подсистем не автоматизирует полностью все бизнес-процессы предприятия, но при этом имеются функции внедряемых подсистем, не являющиеся необходимыми с точки зрения информационных потребностей предприятия.

Функциональная недостаточность внедряемых подсистем компенсируется путем собственных разработок, поэтому будем рассматривать целевую информационную систему как совокупность приобретаемых подсистем

$$ISSb_j'' = \{BPb_i^{j''}\} \quad (1)$$

и разрабатываемых подсистем

$$ISSd_k'' = \{BPd_i^{k''}\}. \quad (2)$$

Итогом деятельности по автоматизации должно стать формирование информационной системы, для которой выполнялось бы условие:

$$\bigcup_j BPb_i^{j''} \cup \bigcup_k BPd_i^{k''} \supseteq \{BP_i\}.$$

Задачи выбора приобретаемых компонентов и проектирования разрабатываемых компонентов фактически сводятся к задаче многокритериальной оптимизации, в которой в качестве переменных необходимо учитывать, в том числе, такие сложноформализуемые величины, как степень риска внедрения непопулярных программных систем, удобство работы с той или иной подсистемой и т.п.

2. Структурная модель управления информационной системой

Предлагается структурная модель технологической платформы информационной системы, ориентированной на решение задач интеграции унаследованных, разрабатываемых и приобретаемых компонентов. В основу предлагаемой модели, апробированной авторами при решении ряда задач [4, 5], легли декомпозиция выполняемых системой функций и реализующих их модулей на функции хранения, обработки, передачи данных и управления [3], а также методология синтеза микропрограммных устройств управления процессорами.

Модуль управления платформой (МУ) формируется в соответствии с известной структурой микропрограммного устройства управления процессора [6] (рис. 1).

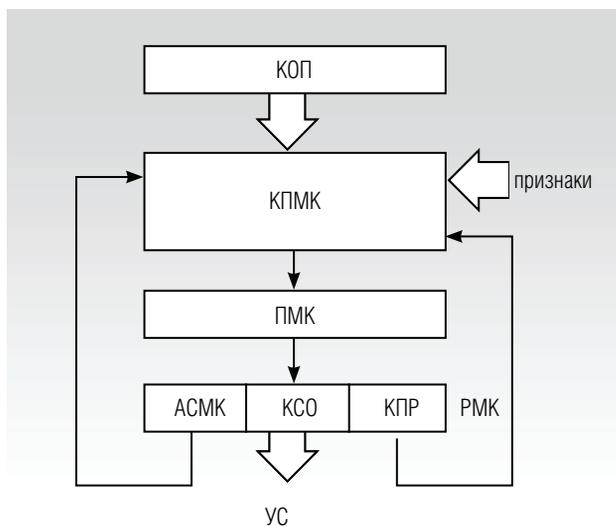


Рис. 1. Структура модуля управления платформой информационной системы

Назовем метапрограммой МУ аналог микропрограммы устройства управления (УУ) процессора. Так же, как микропрограмма представляет собой совокупность микрокоманд, а те, в свою очередь – микроопераций, представим метапрограмму в виде совокупности метакоманд, состоящих из субопераций. В команде, поступающей в МУ, содержится код операции (КОП). Контроллер последовательности метакоманд (КПКМ) выбирает метакоманду из памяти метакоманд (ПМК) и помещает ее в регистр метакоманд (РМК). В состав метакоманды входят: адрес следующей метакоманды (АСМК), код субоперации (КСО), из которого формируется

управляющее слово (УС), подаваемое на модуль обработки, а также код признака (КППР).

ПМК представляет собой базу метаданных. ПМК обладает ассоциативностью (то есть возможностью обращения к памяти по значениям различных реквизитов) и иерархичностью структуры. Формат записи ПМК:

$$MetaCmd = \langle MCCode, NextMCCode, SOCode, \{ \langle ParName, ParDef \rangle \} \rangle,$$

где *MCCode* – код метакоманды;

NextMCCode – код следующей метакоманды;

SOCode – код субоперации;

ParName – наименование параметра субоперации;

ParDef – описание параметра субоперации.

Код субоперации в существующей реализации представлен именами исполнимых модулей обработки и визуализации результатов. В описание параметров субоперации включаются тип параметра, его минимальное и максимальное значения, шаг изменения и т.п. Основой интеграции приобретаемых и разрабатываемых модулей на предлагаемой платформе является обеспечение соответствия формата запуска модулей (1) и (2) данному описанию.

В памяти инструкций (ПИ), которая обладает, аналогично ПМК, свойствами ассоциативности и иерархичности структуры, хранятся код и параметры операций. Формат записи ПИ:

$$Op = \langle OpCode, \{ \langle MCCode, \{ \langle ParName, ParValue \rangle \} \rangle \} \rangle,$$

где *OpCode* – код операции;

MCCode – код метакоманды;

ParName – наименование параметра субоперации;

ParValue – значение параметра субоперации.

Рисунок 2 иллюстрирует функционирование контроллеров памяти инструкций и метакоманд в процессе выборки инструкций из памяти инструкций и их обработки.

Для автоматизации обработки данных необходимо автоматическое формирование памяти инструкций модулем планирования обработок (планировщиком). Работа планировщика основывается на имеющемся наборе операций, доступных диапазонах параметров для каждой субоперации, обработанных данных (в частности метакомандах и параметрах субопераций, в результате выполнения которых были получены имеющиеся информационные единицы) и запланированных (находящихся в памяти инструкций) обработках.

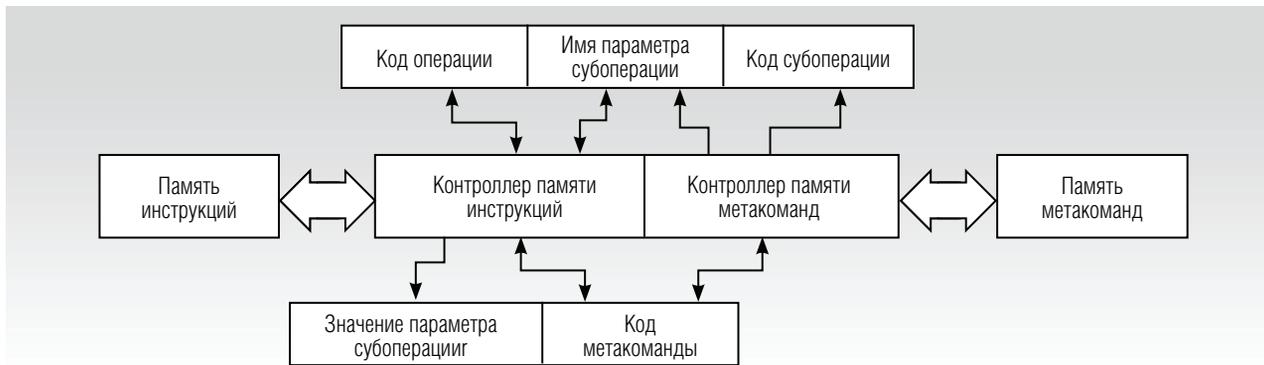


Рис. 2. Функционирование контроллеров памяти инструкций и метакоманд

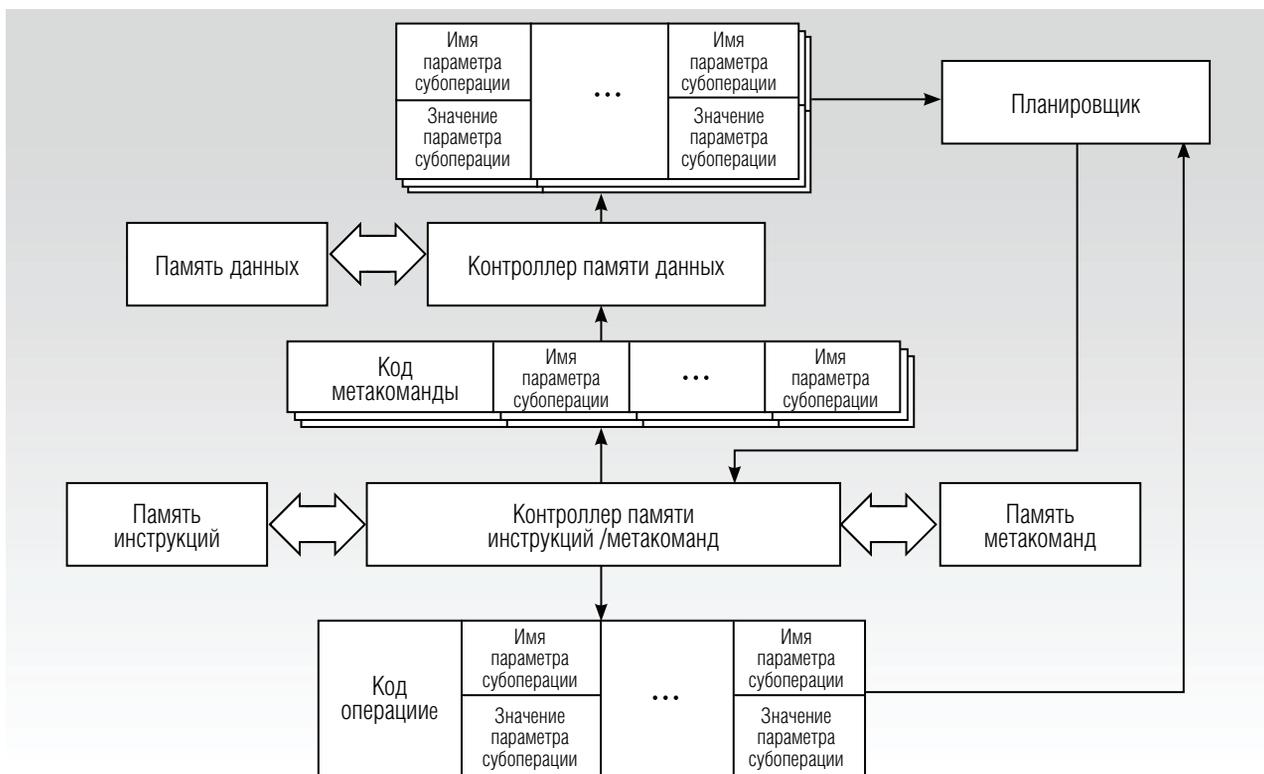


Рис. 3. Функционирование контроллера памяти инструкций/метакоманд, контроллера памяти данных и планировщика

Отсюда видно, что память данных (ПД), хранящая результаты анализа данных, также должна обладать свойствами ассоциативности и иерархичности. Формат записи памяти данных:

$$Data = \langle MCCode, \{ \langle ParName, ParValue \rangle, DataBlock \} \rangle,$$

где *MCCode* – код метакоманды;

ParName – наименование параметра субоперации;

ParValue – значение параметра субоперации;

DataBlock – блок данных.

Функционирование совмещенного контроллера памяти инструкций/метакоманд, контроллера па-

мяти данных и планировщика в процессе планирования инструкций и занесения их в память инструкций представлено на *рисунке 3*.

4. Использование системы электронного документооборота как платформы для интеграции приложений в информационной системе предприятия

Одним из примеров реализации рассмотренной структурной модели является использование системы электронного документооборота (СЭД) в качестве интеграционной платформы [7, 8], называемой при этом «СЭД-шиной», обеспечивающей

взаимодействие различных систем (учетной, ERP, САПР и других) через документооборот.

Опыт использования СЭД на крупном предприятии в соответствии с концепцией [7, 8] демонстрирует широкий круг выполняемых задач, в том числе и задач интеграции между подсистемами предприятия:

1. Организация быстрого сетевого обмена данными в электронном виде внутри предприятия, подтверждаемого электронной подписью. Использование информации о соблюдении сроков обработки документов при формировании отчетов, что в дальнейшем позволяет повысить исполнительскую дисциплину при принятии управленческих решений и в целом эффективность функционирования предприятия.

2. Организация обмена всеми видами документов (в том числе юридически значимыми) с контрагентами и, следовательно, ускорение согласования договоров, деловой переписки, заключения сделок.

3. Расширенная работа со справочной системой, используемой в разных подразделениях и программных модулях, ограниченная фильтрацией и правами доступа, назначаемыми на роли (должности) или группы (подразделения). Такую работу со справочной информацией предприятия СЭД делает возможной при условии, что справочники СЭД синхронизированы с другими системами в реальном режиме времени. Эти задачи решаются в рамках разрабатываемых подсистем (2), что рассматривалось авторами на ряде примеров [2, 9]. Аналогично решаются задачи интеграции посредством СЭД между подсистемами ИС предприятия и с внешними ИС.

4. Интеграция СЭД с учетной системой, результатом которой является возможность автоматиче-

ского запуска маршрутов прохождения документов для согласования или информирования (документы или отчеты – бухгалтерские, юридические, финансовые, по обработке заказов, о выполненных работах, произведенных оплатах и отгруженных изделиях).

5. Интеграция с системами бюджетирования, финансового менеджмента, управления отношениями с клиентами.

Использование стандартных шаблонов EAI (Enterprise Applications Integration) позволяет решать неограниченное множество задач в рамках проблемной области. Наиболее известными EAI-решениями по интеграции корпоративных приложений являются IBM WebSphere MQ, Microsoft BizTalk Server, TIBCO, WebMethods, SeeBeyond, Vitria, Cross Worlds и другие [1].

Согласно принципу EAI при использовании СЭД-шины в качестве промежуточного интеграционного слоя (middleware) ИС предприятия предпочтительнее применять тиражируемые шаблоны. Например, для работы СЭД в качестве платформы для интеграции корпоративных приложений, организованной в виде гарантированной доставки заданий (не зависящей от отправителей и получателей) согласно бизнес-маршрутам, был использован стандартный подход – обмен сообщениями (messaging).

Обмен сообщениями в соответствии с концепцией EAI осуществляется при наличии ряда элементов, необходимых для интеграционного решения (рис. 4).

При использовании системы электронного документооборота как платформы для интеграции приложений в информационной системе предприятия также используется ряд стандартных элементов, приведенных в *таблице 1*.

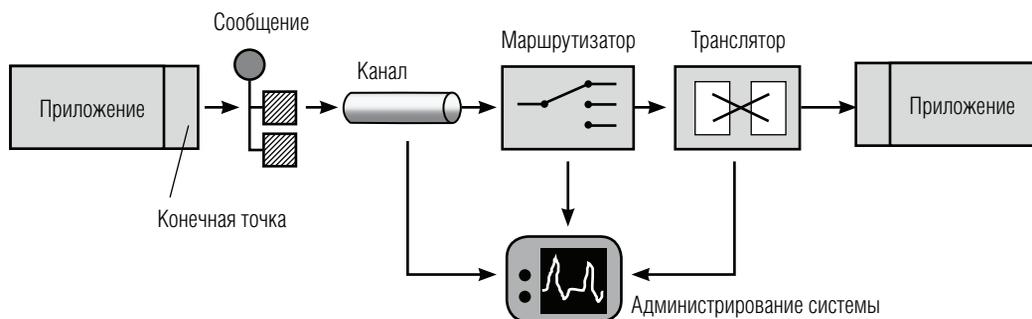


Рис. 4. Основные элементы интеграционного решения, основанного на обмене сообщениями [1]

Таблица 1.

**Основные элементы
интеграционного решения на базе СЭД-шины**

Элементы	Назначение элемента согласно положению EAI	Интеграция ERP – СЭД – учетная система
Приложение (отправитель)	Платформа	Informix ERP MAX+
Конечная точка отправителя	Компонент, который публикует сообщение в канале сообщений	IBM Informix ODBC Driver
Сообщение (заголовок, тело)	Наименьшая единица данных, передаваемая каналом сообщений	Данные передаются в виде пакетов TCP/IP
Канал сообщений	Канал передачи данных конкретного типа	Канал «точка-точка» с асинхронной доставкой сообщения в СЭД на базе MS SQL Server
Маршрутизатор сообщений	Специальный фильтр, который извлекает сообщение из одного канала сообщений и помещает в другой (для регулирования нагрузки в нескольких очередях)	отсутствует
Транслятор	Специальный фильтр для преобразования формата данных	Преобразование формата данных с использованием адаптера SQL типа
Конечная точка получателя	Компонент, позволяющий приложению принимать сообщения	Microsoft FoxPro VFP ODBC Driver
Приложение (получатель)	Платформа	СУБД dBase VFP 9

Использование технологии обмена сообщениями обеспечивает следующие преимущества [1]:

- ♦ платформенная и языковая интеграция (в основе шаблона шина сообщений) – система обмена сообщениями несет ответственность за передачу данных;
- ♦ асинхронное взаимодействие («отправил и забыл», не требуется одновременной доступности отправителя и получателя);
- ♦ рассогласование во времени (в отличие от синхронного, асинхронное взаимодействие позволяет размещать и обрабатывать вызовы с разной скоростью

и без ожидания завершения их обработки получателем);

- ♦ регулирование нагрузки канала передачи (управление потоками);
- ♦ надежное взаимодействие между приложениями (благодаря подходу с промежуточным хранением);
- ♦ посредничество между взаимодействующими приложениями с разной языковой средой.

Из недостатков технологии модели обмена сообщениями можно отметить следующие:

- ♦ сложная модель программирования, которая разбивается на многочисленные процедуры обработки;
- ♦ асинхронная модель взаимодействия подходит не во всех случаях (в том числе необходимость реализации синхронных моделей);
- ♦ время и порядок доставки сообщения не оговариваются, не исключены задержки при передаче;
- ♦ значительные затраты времени и ресурсов на организацию корпоративной интеграции.

Заключение

Таким образом, рассмотрена информационная модель задачи формирования информационной системы предприятия путем интеграции унаследованных, приобретаемых и разрабатываемых информационных подсистем, проанализирована формально-теоретическая основа построения интеграционных платформ систем административно-аналитического назначения и предложена структурная модель программного обеспечения этой платформы. Реализация приведенных принципов промежуточного программного слоя возможна при использовании современных систем электронного документооборота и стандартных шаблонов тиражируемых приложений для интеграции.

Перспективой дальнейшего исследования является решение проблем интеграции информационной системы предприятия с учетом возможного перестроения системы и замены существующих модулей и подсистем в будущем под воздействием новых требований, предъявляемых нестационарной экономической средой. ■

Литература

1. Хоп Г., Вульф Б. Шаблоны интеграции корпоративных приложений. М.: Вильямс, 2007. 672 с.
2. Ланских Ю.В., Богомолова Е.В., Татарина Е.О. Решение задач системной интеграции при автоматизации транспортного учета в региональном предприятии связи // Материалы международной научной конференции «Регионы в условиях неустойчивого развития» (Шарья – Кострома, 1–3 ноября 2012 г.): в 2 т. – Т. 2 / Сост. А.М. Базанков, И.Г. Криницын, А.П. Липаев. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012. С. 188–193.

3. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Проектирование информационно-управляющих систем. М.: Радио и связь, 1987. 256 с.
4. Ланских Ю.В. Принципы организации технологической платформы и процедур обработки данных в информационно-аналитической системе // Вестник ИТАРК. 2012. №1. С. 24–28.
5. Ланских Ю.В., Нечаев Д.С. Организация управления в системах интеллектуального анализа данных // Вестник Вятского научного центра Верхне-Волжского отделения АТН РФ. Серия: Проблемы обработки информации. 2004. № 1 (5). С. 144–149.
6. Балашов Е.П., Григорьев В.Л., Петров Г.А. Микро- и мини-ЭВМ. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1984. 376 с.
7. Богомолова Е.В., Ланских Ю.В. Практические решения по использованию системы электронного документооборота в информационной системе предприятия // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2014). Секция «Вопросы проектирования систем обработки и представления данных». 15–26 апреля 2014 г., г. Киров: Сб. материалов. Киров, 2014. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
8. Enterprise-wide information system for construction: A document based approach / M. Arif [et al.] // KSCE Journal of Civil Engineering. 2011. Vol. 15. No. 2. P. 271–280.
9. Богомолова Е.В., Ланских Ю.В. Практические решения по синхронизации справочной информации в корпоративной системе предприятия // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция «Общество, наука, инновации» (НПК-2013). Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ. 15–26 апреля 2013 г., г. Киров: Сб. материалов / отв. ред. С.Г. Литвинец. – Киров, 2013. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).