

ОСНОВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ERP-СИСТЕМЫ «АГАТ»

О.В. Логиновский, А. А. Максимов, А.С. Козлов, А.С. Зинкевич

Разработке собственной ERP-системы предшествовало обследование информационных систем, имеющихся в основных структурных подразделениях завода ОАО «Кузнецкие ферросплавы». На основании проведенного анализа была определена степень готовности предприятия к внедрению комплексной автоматизированной информационной системы и выявлены следующие основные недостатки действовавшей автоматизированной системы управления предприятием (АСУ).

1. *Отсутствие единого информационного поля.* Имеющиеся на заводе элементы АСУ были разрознены («лоскуточная» автоматизация), информация многократно вводилась в локальные базы данных, дублировалась. Это приводило к несоответствию данных об одних и тех же производственных и коммерческих показателях, поступающих руководству от разных подразделений (например, данные о расходе сырья, поступающие от ОМТС не сходились с данными техотдела, полученными из цехов и т.п.). Практически все локальные программные модули (особенно в инженерно-технических подразделениях) были написаны сотрудниками самих подразделений в целях автоматизации их личного труда (автоматизированное заполнение отчетных форм) и не имели интерфейсов взаимодействия друг с другом.

2. *Отсутствие телекоммуникационной основы.* Обеспеченность компьютерами и периферийными устройствами признавалась удовлетворительной. Однако состояние телекоммуникаций на заводе было крайне неудовлетворительным, самыми главными недостаткам являлись (в порядке убывания приоритета):

- устаревшие (коаксиал) локальные вычислительные сети (ЛВС) в зданиях заводоуправления, отдела кадров, следствием чего была низкая степень надежности и недостаточная пропускная способность;
- отсутствовали связи между основной серверной площадкой и цехами № 1, 3, 4, 5, а также зданием службы контроля качества и химико-аналитической лаборатории;
- отсутствовала ЛВС в здании службы контроля качества и химико-аналитической лаборатории;
- устаревшие ЛВС для АСУТП в цехах № 1,2,3.

3. *Неадаптируемость системы.* В связи с формированием Урало-Сибирской горно-металлургической компании (УСГМК) и созданием центрального органа управления изменились требования к форме представления показателей работы

завода в целях унификации отчетности от всех предприятий корпорации. При внедрении системы бюджетирования на предприятии выросла доля финансовых, стоимостных показателей и уменьшилось количество показателей в натуральном выражении, изменился и период их представления, что привело к необходимости вносить коррективы, иногда достаточно существенные, практически во все локальные информационные системы подразделений. В условиях отсутствия централизованной АСУ это вызвало множество хаотичных процессов и занимало значительное время.

4. *Несоответствие международным стандартам.* Предприятие «Кузнецкие ферросплавы» является одним из мировых лидеров в технологии энергосбережения при производстве ферросилиция. Неплохие результаты демонстрируются и в других сферах производственной и коммерческой деятельности. В то же время отсутствие комплексной АСУ являлось одним из серьезных препятствий для получения международного сертификата качества ISO 9000:2000, который может значительно повысить рейтинг, следовательно, и капитализацию предприятия.

Положительные аспекты состояния информатизации предприятия.

1. *Квалифицированный кадровый состав.* Практически во всех подразделениях были работники, имеющие навыки работы на компьютерах, руководители подразделений в общем готовы к внедрению современных информационных технологий и представляют себе место и роль информационных систем применительно к работе своего подразделения.

2. *Развитое АСУТП.* Система АСУТП, введенная в действие на печах №2, 5, 6, 7, 11, 14 (полностью), 12, 13 (только электрический режим) позволяла получить точные данные об общем и удельном расходе сырья и электроэнергии. Данные автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) - учет потребления в часы пик, установленной на подстанциях № 1,2 необходимо более эффективно использовать при планировании показателей максимального расхода электроэнергии. Информация с весов (приход сырья и отгрузка готовой продукции) должна также автоматически поступать в систему АСУ.

Использование всей вышеперечисленной информации в комплексной АСУ позволяет осуществлять более точный учет основных производственных процессов, повышать качество планирования, управления запасами, а также определять места возникновения неоправданных затрат.

Таким образом, было выявлено, что внедрение комплексной АСУ на предприятии является крайне актуальной задачей. Важнейшие задачи предприятия, нуждающиеся в автоматизации, приведены в табл. 1.

В настоящее время телекоммуникационная система на ОАО «Кузнецкие ферросплавы» значительно улучшена:

плексной автоматизированной системы управления предприятием.

Отделом АСУ предприятия был проведен детальный анализ ERP-систем, предлагаемых на отечественном рынке. Рассматривались различные варианты: начиная от отечественной 1С (платформа 8.0) до известных западных систем, таких как Scala, Ахapta, SAP R/3, Frontstep [1, 2]. Многие из

Таблица 1

Перечень автоматизируемых подсистем на ОАО «Кузнецкие ферросплавы»

№	Наименование подсистем	Основные задействованные подразделения	Задействованные элементы телекоммуникационной системы
1	Учет поступления, хранения и перемещения товарно-материальных ценностей (ТМЦ) и расчетов с поставщиками	ОМТС, финансовый отдел, бухгалтерия, служба контроля качества, экономисты цехов, главные специалисты, отдел капстроительства, ЖДЦ, коммерческий отдел	ЛВС заводоуправления. ЛВС службы контроля качества. ЛВС инженерного корпуса. Связь с цехами. Связь с весами железнодорожного цеха. Связь с центральным складом
2	Автоматизация работы бухгалтерии и финансового отдела по составлению бухгалтерской и налоговой отчетности	Бухгалтерия, финансовый отдел	ЛВС заводоуправления
3	Учет основного производства.	Экономисты цехов, служба контроля качества, отдел гл. экономиста, производственный отдел, бухгалтерия, техотдел, ОМТС	ЛВС заводоуправления. ЛВС службы контроля качества. Связь с цехами. ЛВС инженерного корпуса
4	Учет реализации и отгрузки готовой продукции	Коммерческий отдел, служба контроля качества, финансовый отдел, бухгалтерия, производственный отдел	ЛВС заводоуправления. ЛВС службы контроля качества. Связь с весами ЖДЦ
5	Процесс планирования и бюджетирования	Отдел капстроительства, производственный отдел, коммерческий отдел, экономисты цехов, ОМТС, бухгалтерия	ЛВС заводоуправления. ЛВС инженерного корпуса. Связь с цехами
6	Учет кадров и расчет заработной платы (вместе с автоматизацией учета реализации столовой и системы пропусков)	Бюро организации труда, отдел кадров, бухгалтерия, бюро пропусков	ЛВС отдела кадров. ЛВС заводоуправления. Связь с проходной
7	Автоматизация канцелярии, контроля исполнительской дисциплины и внедрение электронного документооборота	Канцелярия, приемные	ЛВС заводоуправления. ЛВС инженерного корпуса

- проложены оптоволоконные линии до зданий заводоуправления, службы персонала, основных цехов (СОМТС, Цеха № 1, 3, 5, КИПиА), НТЦ, инженерного корпуса;

- установлено активное оборудование: маршрутизаторы 3-го уровня Cisco Catalyst 3750, а также коммутаторы Cisco Catalyst 2950;

- модернизирована (проложены кабели пятой категории, установлено активное оборудование) локальная вычислительная сеть в зданиях заводоуправления, службы персонала;

- приобретены сервера приложений и файловый сервер (Aquarius).

В целом состояние телекоммуникационной системы позволило приступить к внедрению ком-

указанных систем имеют вполне развитый набор модулей, позволяющих автоматизировать определенные бизнес-процессы предприятия ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Предпочтение можно было бы отдать системе Ахapta, однако высокая стоимость внедрения системы, а также недостаточное количество местных подготовленных кадров для ее обслуживания и другие недостатки заставили руководство пойти по пути создания собственной ERP-системы.

Основная цель технического проекта была сформулирована как максимально полная реализация потенциала применения вычислительной техники в управлении предприятием на основе собственной комплексной ERP-системы.

В табл. 2 представлены ключевые принципы, которые формируют рамки и подходы к созданию ERP-системы.

Кроме того, были определены следующие критерии разработки программной системы [2]:

- конкурентоспособность на мировом рынке систем комплексной автоматизации по технологическим, функциональным и эксплуатационным параметрам;
- масштабируемость до нескольких тысяч пользователей в распределенной системе;

сособом моделирования. Поэтому обычно практически используется ряд технологий, предназначенных для описания моделей бизнес-процессов, а также логической структуры таблиц СУБД, например SADT-методология, IDEF, DFD и т.п. Однако эти технологии позволяют создавать модели бизнес-процессов, но не получать работающий программный продукт.

В рамках разработки концепции ERP-системы создана модель описания промышленно-экономических систем с использованием четырех базовых

Таблица 2

Принципы создания ERP-системы

ERP-система <u>НЕ</u> является:	ERP-система является:
Системой, созданной для учета	Системой поддержки <u>исполнения</u> управленческих процессов, (в том числе учетных)
Системой учета документов	Системой работы с <u>информацией</u> , (в том числе документальной)
Системой с функционалом ограниченным отдельными задачами	Системой обеспечивающей качественный <u>скелет для наращивания функциональности</u>
Системой, сложность которой связана с разнообразием и бессистемностью решений отдельных задач и их связей	Системой, сложность которой семантически обусловлена сложностью <u>предметной области</u>

• возможность эффективной эксплуатации на предприятиях разного масштаба: от средних до крупных;

- минимальные требования к аппаратной платформе;
- минимизация TCO (Total Cost Ownership);
- обеспечение работы удаленных пользователей по глобальным каналам;
- возможность обмена заданной частью информации между разными инсталляциями системы, с соблюдением всех видов безопасности.

На рис. 1 представлена архитектура создаваемой ERP-системы «Агат».

1. Концептуальная модель понятий предметной области (мифологическая модель)

В основе созданной ERP «Агат» лежит идея семантически качественного отражения предметной области, какой в данном случае является вся хозяйственная система предприятия (группы предприятий). Архитектуре системы прямо соответствует объектный подход к моделированию. Это выражается в первоначальном моделировании наиболее общих понятий в их правильных отношениях и наращивании прикладной специфики в производных сущностях на этой общей для всей системы основе.

Это значит, что при разработке АСУ предприятия необходимо создать модель системы (в частности, модель процессов предприятия) для ее последующей реализации в виде программных комплексов. Описывать такие системы сразу в виде связанных между собой таблиц для крупных систем является трудоемким и неэффективным спо-

способом моделирования. Поэтому обычно практически используется ряд технологий, предназначенных для описания моделей бизнес-процессов, а также логической структуры таблиц СУБД, например SADT-методология, IDEF, DFD и т.п. Однако эти технологии позволяют создавать модели бизнес-процессов, но не получать работающий программный продукт.

1. *Объекты* - элементы, составляющие содержание системы. Объект может рассматриваться как сущность, которая имеет определенное состояние. Объекты могут иметь сложную структуру, образуя связи с разной топологией (иерархия, сеть) и степенью связанности (ассоциация, композиция, агрегация). Объекты могут быть материальными (машина, станок, партия кварцита) и нематериальными (износ, запас, прибыль, затраты). Поскольку система ориентирована на создание в числе прочих и учетных систем, то, как правило, объекты имеют количественное стоимостное измерение. Объекты могут находиться в каких-либо отношениях с другими объектами, что реализуется через типизированные связи объектов. В системе ведется реестр всех объектов.

2. *Операция* - действие, которое вносит изменение в состояние системы (создает, изменяет или удаляет один, либо нескольких объектов и/или их отношений). При этом соблюдаются базовые правила учета, такие как балансовая модель, двойная запись и т.п., например, операция «Оприходованы ТМЦ на склад». С операцией могут быть связаны несколько бухгалтерских проводок, в частности в указанном примере проводка, отражающая увеличение товарно-материальных ценностей и возникновение задолженности перед поставщи-

ком, и проводка, связанная с учетом НДС к возмещению. Любая операция в системе имеет 4 стадии: 0 стадия - подготовительная, при этом операция уже существует в системе, но не отражается ни в оперативных, ни в бухгалтерских итогах; 1 стадия - операция совершена, но не проведена; она отражается в оперативных, но не в бухгалтерских итогах; 2 стадия - операция проведена; Она отражается и в оперативных, и в бухгалтерских итогах; 3 стадия - операция закрыта, что связано с закрытием периода в бухгалтерии; она не может редактироваться и удаляться.



Рис. 1. Основные слои архитектуры ERP-системы «Агат»

3. *Цель* - представление о желаемом будущем состоянии системы, задающее измеримые показатели этого состояния, подлежащие достижению и контролю.

4. *Процесс* - сущность, планирующая, проектирующая, организующая выполнение операций или других процессов в интересах достижения цели. Данное определение соответствует понятию процесса в методологии BPMI (Business Process Management Initiative), WFMC (Workflow Management Coalition), то есть сохраняется задача соответствия процесса стандартам (во внешнем представлении) как набора операций, у которых определено начало, конец и результат. Как правило, с процессом связан некий документ, но может быть и недокументированный процесс. Например, процессом является «Оформление приходного складского ордера», которое может включать в себя

несколько операций: «Учет счет-фактуры в отделе ОМТС», «Оприходованы ТМЦ на склад» и т.д.

В АСУ также описаны специальные сущности, посредством которых осуществляется администрирование доступа к информации и компонентам системы. Для этого выделены следующие понятия.

1. *Ресурс* - это любой элемент системы, на доступ к которому можно назначить права (чтение, изменение, удаление и др.). Такими элементами системы являются объекты, операции, процессы, а также компоненты, описываемые в программном коде, такие как экранные формы просмотра редактирования.

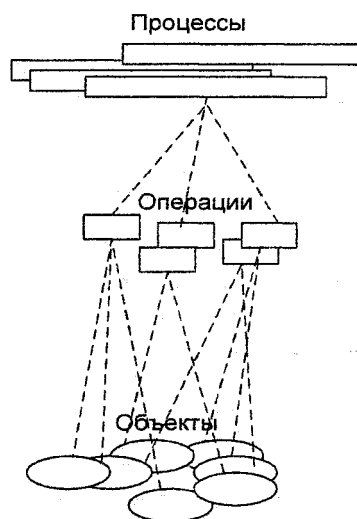


Рис. 2. Концептуальная модель предметной области

2. *Пользователь* идентифицируется по имени пользователя и паролю, ему назначаются права на ресурсы системы.

3. *Группа* - это объединение пользователей, созданное с целью одновременного управления правами доступа к ресурсам сразу всей группой. Пользователь может входить в разные группы. При вычислении эффективных прав пользователя права групп, в которые они входят, складываются.

Кроме того, используются такие важные понятия, описывающие внутренние структуры и внешнюю среду открытой экономической системы предприятия, как:

- *агенты* - сущности, которые, не будучи объектами (в данной классификации) системы, способны производить в ней изменения;
- *центры учета* - универсальное понятие, позволяющее задавать комплексные либо плохо формализуемые таксономии над множеством объектов.

Важно отметить, что эти понятия, имея специфические расширения для частных случаев в разных прикладных задачах, формируют реализованные единые базовые части, образующие единый универсальный скелет для всех прикладных подсистем.

Надо отметить, что похожие понятия используются и в других ERP-системах, таких как в Ваап, Scala, Ахарта, 1С и пр. Однако система в целом и ее реализация являются уникальной оригинальной авторской разработкой, которая практически внедрена в ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Успешное практическое использование указанной ERP-системы указывает на эффективность предложенной концепции понятий. Реализация вышеописанных концепций в рамках АСУ завода позволила более эффективно осуществлять моделирование производственно-экономической системы предприятия. Знание вышеописанной концепции и навыков работы в созданной инструментальной среде АСУ дало возможность разработчикам достаточно быстро моделировать экономические и производственные бизнес-процессы предприятия.

2. Архитектура системы

(информационная и функциональная модель)

Функционал системы, воспроизводя типовые бизнес-процессы организации, группируется вокруг наиболее высокоуровневых из них, условно определяемых как *подсистемы*. При этом функционал, представляемый отдельным пользователям, может широко варьировать в соответствии с их участием в фактической схеме бизнес-процессов, в данный момент работающей в организации. Для управления работой в системе большого числа пользователей применяется привязка ресурсов системы к достаточно высокоуровневым бизнес-процессам (которые сами также являются ресурсами). Пользователи же, в свою очередь, связываются с бизнес-процессами через привязку к позициям оргструктуры, вплоть до штатного расписания, которые, в свою очередь, связаны с бизнес-процессами. Таким образом, права пользователей определяются естественным образом, то есть функциональной их ролью в бизнес-системе организации. Отдельных, ни с чем не связанных «групп» прав в АСУ нет, но сохранена возможность индивидуальной привязки пользователей к ресурсам системы. В отдельных случаях формируются достаточно локальные схемы доступа к функционалу системы, если это диктуется соображениями защищенности этих функций и информации.

Следует отметить, что большинство номинально одинаковых функций в разных подсистемах реально имеют в основе одну фактическую реализацию структуры данных и функций работы с ними, что делает систему принципиально более организованной и простой в модификациях.

В настоящий момент на базе реализованного в ERP «Агат» функционала созданы следующие основные подсистемы.

1. Управление закупками.
2. Управление транспортировкой.
3. Управление запасами.
4. Управление производством.

5. Управление основными средствами (ОС) и нематериальными активами (НМА).
6. Управление сбытом.
7. Управление финансами.
8. Управление персоналом.
9. Планирование и бюджетирование.
10. Бухгалтерский учет.
11. Анализ.
12. Поддержка принятия решений.
13. Электронная система управления документами.
14. Средства системного администрирования.

3. Описание основных проектных решений (выбор СУБД, средств разработки, технологических решений)

1. *Системное ПО.* «Агат» функционирует, опираясь на СУБД MS SQL Server, в свою очередь работающий на ОС Windows. Использование данной СУБД оправдано ее более чем достаточными для ERP «Агат» возможностями, простотой эксплуатации, и наилучшими экономическими параметрами. База данных «Агат» эксплуатируется в распределенном режиме с репликацией данных, с одним «пишущим», и произвольным количеством «читающих» и отчетных серверов, чем обеспечена практически неограниченная масштабируемость «Агат». Использование другой СУБД возможно, так как приложения «Агат» в основном используют стандартный SQL, специфический для сервера синтаксис использован редко. Но перенос БД «Агат» на другой сервер представляется экономически нецелесообразным.

2. *Средства разработки.* Для высокоуровневого проектирования, и подготовки изобразительной части документации, используется Visio (Microsoft), в частности его средства работы с UML-диаграммами используются для проектирования и документирования программного обеспечения. Планируется переход на Rational XDE. Для разработки документации используется Dreamweaver (Macromedia), либо другой html-редактор. Для проектирования и документирования базы данных используется ER/Studio (Embarcadero). Для разработки собственно программного обеспечения «Агат» используется VS.NET (C#) и Windows .Net Framework.

3. *Инструментальный слой* представлен:

- библиотеками, расширяющими функциональность базового средства разработки. При этом эффективно используются стиль и средства ООП;
- хранящейся в основной базе данных «Агат» метаинформацией о классах используемых в «Агат» сущностей, и интерпретатора данной информации в программах «Агат». Последнее дает значительные возможности по подстройке на ходу функциональности: управлению правами, контролю за логикой вводимых данных, позволяет иметь списки формы и фильтры по умолчанию. Кроме того, этот слой делает систему менее зависимой от

средства разработки - достаточно написать соответствующий интерпретатор.

4. Технологические решения.

4.1. Прикладная часть системы не зависит от выбранной СУБД. При этом возможность оптимального использования особенностей любой СУБД сохранена и состоит в написании соответствующего программного компонента - провайдера СУБД, либо другому хранилищу данных, место которого хорошо структурировано в слое хранения данных. В настоящее время реализованы провайдеры для MS SQL Server и XML. Первый - как предпочтительный выбор по комплексу технико-экономических свойств для предприятия средних масштабов. Второй - главным образом, как вариант для межсистемного обмена данными.

4.2. В случае применения MS SQL Server, либо другой СУБД, имеющей возможности репликации или другой подобной технологии, предусмотрена (и рекомендована) работа базы данных системы на нескольких серверах:

- первичном (одном), воспринимающем модификации данных и реплицирующим их на вторичные сервера (рекомендована транзакционная однонаправленная репликация с настроенным минимальным временем задержки). С первичного сервера чтение данных производится ограничено, единичными запросами, обычно внутри транзакции;

- нескольких вторичных, выполняющих запросы на выборку данных при обслуживании текущей работы пользователей;

- нескольких вторичных, служащих для более сложной аналитической обработки данных и получения отчетов.

При современном уровне развития техники роль вторичных серверов могут выполнять достаточно мощные, но стандартной архитектуры ПК. Такая конфигурация создает возможность масштабирования мощности системы минимальными средствами. Обеспечиваются высокие уровни сохранности данных и готовности системы благодаря наличию нескольких копий базы на разных физических компьютерах (по возможности удаленных друг от друга на значительное расстояние) в готовом к использованию состоянии. Особый сценарий реагирования предусмотрен только на случай отказа первичного сервера.

4.3. Реализуется два варианта архитектуры. Как основной вариант в локальной инсталляции предпочтительной остается архитектура клиент - сервер БД. Для обеспечения работы удаленных пользователей предлагается приложение, «расщепленное» по транспортному слою - с установкой компонента взаимодействия с БД и обработки «первичных» коллекций данных на сервере приложений, и подключением к нему «утонченных» (до слоя сборки объектов и реализации прикладной логики) клиентов. Вариант представляется наиболее технологичным и по объемам удаленной передачи данных, и по кэшированию «в коллективных интересах» данных на сервере, и по минимизации нагрузки на сервер БД и приложений, и по минимальным различиям с «локальным» вариантом.

4. Системные требования

к аппаратно-программному обеспечению

Клиентское рабочее место должно иметь следующую минимальную конфигурацию: персональный компьютер от PIII-500, 96 Mb RAM, Windows 98 + .Net Framework. Рекомендуемая конфигурация от PIV-1600, 256 Mb RAM, Windows XP или старше.

Конфигурация сервера зависит от числа клиентов. Ориентировочно на 300 рабочих мест может быть использована младшая модель Intel-based сервера, 2 CPU 3 GHz, > 4 Gb RAM. Дополнительно рекомендуется использовать 2-3 (либо более) ПК стандартной архитектуры с процессорами PIV 3 GHz с технологией Hyper Threading и 2 Gb (и более) RAM в качестве вторичных серверов отчетов. Такое решение рекомендовано даже для достаточно крупных предприятий, с числом пользователей системы более 1000, и гарантирует системе минимальную стоимость аппаратных ресурсов. Операционная система - Windows 2000 Advanced Server и старше. Рекомендуемая СУБД - MS SQL Server 2000 Enterprise Edition и старше.

Литература

1. Питеркан С.В. и др. Точно вовремя для России. Практика внедрения ERP-систем. - М.: Альпина Паблишер, 2003. — 368 с.

2. Логиновский О.В., Максимов А.А. Управление промышленным предприятием: Научное издание. -М.: Машиностроение, 2006. -576 с.