

УДК 004.051

## **Повышение эффективности функционирования ERP-систем посредством создания взаимосвязанных баз данных.**

Аржененко А.Ю, Волков П.А., Вестяк В.А.

### **Аннотация**

Статья посвящена исследованию развития систем управления ресурсами предприятия от зарождения до возникновения концепции ERP как передовой концепции автоматизированного учета и, анализу преимуществ и недостатков современных ERP-систем. Рассматриваются проблемы снижения эффективности автоматизации учета деятельности предприятия при повышении нагрузки на ERP-систему в условиях развивающегося производства. В качестве решения этих проблем предлагается отход от концепции построения ERP-систем на основе единой базы данных и создание взаимосвязанных баз данных, отвечающих за различные сферы деятельности предприятия. Такой подход позволяет перераспределить нагрузку на систему и повысить эффективность автоматизации производства, что особенно востребовано в таких областях, как космонавтика и авиационная промышленность.

### **Ключевые слова**

ERP-система; эффективность; автоматизация; управление производством; база данных

Начало 60-х годов прошлого века ознаменовалось резким ростом популярности вычислительных систем. В это же время появились первые идеи использования возможностей компьютеров для планирования деятельности предприятия, в том числе для планирования производственных процессов [1]. С целью предотвращения задержек поступления, что является основной причиной задержки в процессе производства, была разработана методология планирования потребности в материалах MRP (Material Requirements Planning). Данная методология была реализована в виде компьютерной программы, позволяющей оптимально регу-

лизовать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства.

Использование в производстве MRP-системы давало ряд преимуществ, таких как гарантия наличия требуемых комплектующих и уменьшение временных задержек в их доставке, уменьшение производственного брака в процессе сборки готовой продукции.

На практике MRP-система представляет собой компьютерную программу, базирующуюся на следующих основных информационных элементах:

1. Описание состояния материалов, в котором должна быть отражена максимально полная информация обо всех материалах-комплектующих, необходимых для производства конечного продукта.

2. Программа производства, представляющая собой оптимизированный график распределения времени для производства необходимой партии готовой продукции за планируемый период или диапазон периодов.

3. Перечень составляющих конечного продукта – это список материалов и их количество, требуемое для производства конечного продукта. Здесь же содержится описание структуры конечного продукта, т.е. он содержит в себе полную информацию по технологии его сборки.

Каждый из элементов представляет собой компьютерный файл данных, использующийся MRP-программой

В результате работы MRP-программы производится ряд изменений в имеющихся заказах и, при необходимости, создаются новые для обеспечения оптимальной динамики хода производственного процесса. Таким образом, использование MRP-системы для планирования производственных потребностей позволяет оптимизировать время поступления каждого материала, тем самым значительно снижая складские издержки и облегчая ведение производственного учета.

Итак, первоначально MRP-системы фактически просто формировали на основе утвержденной производственной программы план заказов на определенный период. Это не удовлетворяло вполне возрастающие потребности производства.

В конце 70-х годов Оливер Райт и Джордж Плоссл выдвинули идею воспроизведения замкнутого цикла в MRP-системах [2]. Было предложено добавить к базовым функциям планирования производственных мощностей и планирования потребностей в материалах ряд дополнительных функций, таких как контроль соответствия количества произведенной продукции количеству использованных в процессе сборки комплектующих, составление регу-

лярных отчетов о задержках заказов, об объемах и динамике продаж продукции, о поставщиках и т.д.

В дальнейшем, усовершенствование системы привело к трансформации системы MRP с замкнутым циклом в расширенную модификацию, которую впоследствии назвали MRPII (Manufactory Resource Planning). Эта система была создана для эффективного планирования всех ресурсов производственного предприятия, в том числе финансовых и кадровых. MRPII представляет собой интеграцию большого количества отдельных модулей, таких как планирование бизнес-процессов, планирование потребностей в материалах, планирование производственных мощностей, планирование финансов, управление инвестициями и т.д. Результаты работы каждого из модуля анализируются всей системой в целом, что обеспечивает ее гибкость по отношению к внешним факторам. Это свойство является краеугольным камнем современных систем планирования.

Системы планирования класса MRPII в интеграции с модулем финансового планирования получили название систем бизнес-планирования ERP (Enterprise Requirements Planning), которые позволяют наиболее эффективно планировать всю коммерческую деятельность современного предприятия.

Современные ERP-системы обеспечивают выполнение всех основных функций предприятия, независимо от его рода деятельности или устава. В настоящее время ERP-системы применяются как в коммерческих, так и некоммерческих структурах, и внедрены в производство многих предприятий, работающих в сферах авиационной и космической промышленности [3].

Системы планирования ресурсов предприятия служат для интеграции всех данных и процессов организации в единую систему [4]. Для этого типичная ERP-система использует множество различных программных и аппаратных компонентов. Ключевым компонентом ERP-систем является единая база данных, хранящая в себе данные различных системных модулей.

Системами уровня ERP называют пакеты программ, обеспечивающие функциональность, которая обычно выполняется двумя или более системами. Но чаще этот термин обозначает более крупные и универсальные программы.

Внедрение ERP-системы устраняет необходимость во внешних интерфейсах между независимыми системами и дает дополнительные преимущества: от стандартизации бизнес-процессов и более дешевого обслуживания до упрощения и улучшения отчетности, поскольку все данные хранятся в единой базе данных.

Ключевая особенность ERP-системы состоит в интеграции данных из всех аспектов деятельности организации. Для этого используется единая база данных и многочисленные программные модули, обеспечивающие выполнение различных бизнес-функций предприятия.

Объединение всех сфер деятельности предприятия в единый информационный поток и ведение общей базы данных по хозяйственной деятельности всего предприятия дают ряд серьезных преимуществ, таких как возможность получения полной информации по деятельности предприятия в кратчайшие сроки, единый учет операций предприятия, устранения риска возникновения ошибок от многократного ввода одной и той же информации, экономия времени, и т.д.

На сегодняшний день практически все современные западные производственные системы и основные системы управления производством базируются на концепции ERP и отвечают её рекомендациям [5]. И можно с уверенностью утверждать, что в сфере автоматизации производственных процессов будущее за ERP-системами. В таких областях, как космонавтика и авиационная промышленность, где точность данных является одним из важнейших факторов, применение ERP-систем является наиболее действенным методом повышения эффективности и качества производства.

Однако, несмотря на все преимущества ERP-систем, они также обладают рядом недостатков, снижающих эффективность их внедрения.

Чаще всего, большинство проблем с ERP-системами, возникают у организаций из-за недостаточных вложений в обучение персонала, включая сотрудников, которые участвуют во внедрении и испытании изменений системы, а также в отсутствии политики фирмы, направленной на защиту целостности данных в ERP-системе и правильности их использования. Однако же присутствуют недостатки, связанные с особенностями ERP-систем:

1. Установка ERP-систем может быть очень дорогостоящей.
2. ERP-системы могут быть сложны в использовании.
3. Система может страдать от проблемы «слабого звена», т.е. неэффективность в одном подразделении или одного из партнеров может влиять на других участников.
4. Множество взаимосвязанных звеньев нуждается в высокой точности и эффективности работы других приложений. В компании могут выполняться минимальные нормы, но со временем надежность некоторых приложений снизится за счет неверных данных.
5. Система может обладать избыточными функциями, по сравнению с фактическими потребностями заказчика.

Основной же недостаток, который чаще всего приводится, как основная причина неудач внедрения и эксплуатации ERP-систем, заключается в том, что ERP-системы часто не обладают гибкостью, и их трудно адаптировать к определенным потокам данных и бизнес-процессам некоторых компаний. И если в процессе внедрения ERP-системы в производство, система может отвечать всем требованиям деятельности компании, то с увеличением объемов производства или же с расширением области деятельности предприятия обработка всех информационных потоков в рамках конкретной системы становится затруднительна. Иными словами, внедренная система с ростом на нее нагрузки перестает отвечать требованиям производства. В этом случае возникает ряд проблем, снижающих эффективность автоматизации производства. Особенно остро этот вопрос может встать на предприятиях, специализирующихся на производстве в области постоянно развивающейся авиационной промышленности.

Основная проблема – это снижение скорости работы системы. Скорость работы системы – один из важнейших факторов, который необходимо учитывать при разработке объектов автоматизации. Каким бы сложным и многоцелевым ни был алгоритм работы системы, скорость его выполнения должна быть наиболее высокой, а выполнение одной задачи по возможности не должно блокировать работу в системе других пользователей. В принципе, во всех современных системах автоматизации реализовано обеспечение многопользовательской работы. Однако с увеличением задач компании и расширением штата сотрудников растет количество функциональных модулей и объектов и увеличивается количество пользователей, одновременно обращающихся к базе данных системы. Как бы эффективна ни была обеспечена многопользовательская работа в базе системы, ресурсы сервера, на котором размещена база, ограничены. И если к базе одновременно обращается слишком много пользователей, то скорость работы системы ощутимо падает. При неэффективной автоматизации могут возникать ситуации, при которых для учета одного документа пользователю придется по пять минут открывать каждую форму и выполнять каждую операцию. Конечно же, для эффективной работы компании такой режим работы системы неприемлем. Помимо этого, при выполнении операций в режиме транзакции, некоторые таблицы базы могут быть просто заблокированы системой, и выполнение задач других пользователей будет приостановлено. Некоторые транзакции, такие как учет заработной платы или выполнение пакетных заданий, могут надолго заблокировать доступ к основным таблицам базы, содержащим финансовые операции, сводные проводки, операции по клиентам и поставщикам, и т.д. Это приведет к тому, что работа в системе других пользователей будет «парализована», а самый тривиальный просмотр отчета по тем или иным операциям может затянуться на полчаса (до тех пор, пока не будет выполнена транзакция). То же самое произойдет и при массовой отмене фи-

нансовых операций. Если система становится слишком сложной, и количество операций вырастает, то подобные накладные могут происходить регулярно, что не лучшим образом отразится на эффективности работы компании.

Еще одна проблема, которая может возникнуть при увеличении объема производства и расширении деятельности предприятия – чрезмерное усложнение структуры системы. В процессе развития производства очень часто возникают принципиально новые направления деятельности компании, образующие отдельные объекты хозяйственного учета. Специфика производства этих областей деятельности иногда настолько отличается от производства других сфер деятельности, что требует создания целой группы новых функционалов, необходимых для учета их производства. Конечно, можно обойтись и одной базой данных и обеспечить автоматизацию различных сфер деятельности компании с помощью специально разработанных функциональных модулей, отвечающих за определенные области деятельности, однако система может стать слишком громоздкой и неудобной для пользователей. Люди попросту могут запутаться в многочисленных функционалах, хотя некоторым отделам для работы нужен всего лишь один модуль, обеспечивающий автоматизацию работы конкретного отдела.

Еще одна сложность, с которой могут столкнуться разработчики при увеличении количества пользователей системы, - разграничение прав доступа к данным и объектам пользователей системы. Любая ERP-система обладает средствами управления правами пользователя, с помощью которой можно обозначить для каждой учетной записи системы конкретные объекты (или группы объектов), к которым данный пользователь имеет доступ на чтение, редактирование или добавление новой информации. Однако, как показывает практика, иногда этого недостаточно. Во-первых, зачастую, пользователи получают доступ к закрытой для них информации косвенным путем, через формы справочников и списков объектов учета. Например, при выборе сотрудника предприятия для проставления ответственного исполнителя в договорах компании, пользователь попадает на форму поиска, связанной с таблицей-списком сотрудников компании. Через такую форму можно получить доступ к конфиденциальной информации о сотрудниках.

Другая проблема, зачастую возникающая при модификации ERP-системы - проблема настроек функционирования объектов системы, в соответствии с особенностями производства всех отделов предприятия. В любой системе ERP-класса корректная работа функционалов обеспечивается множеством настроек, хранящихся в виде данных в специальных таблицах, либо определяется кодом с помощью языка программирования системы. Настройки могут представлять из себя группу записей, выбранных из справочников (например, набор элемен-

тов для расчета заработной платы, хранящихся в отдельной таблице и связанные с четко определенным алгоритмом вычисления), численные данные (например, проценты для расчета комиссионных сборов компании), текстовые строки (прописанные пути к шаблонам документов), логические поля для указания на выполнение тех или иных задач (например, создавать ли ставку для расчета заработной платы сотрудника при учете приказа на его прием), и т.д. Кодом могут быть прописаны различные алгоритмы выполнения тех или иных задач в системе. Обычно, базовые задания прописаны в отдельных программных модулях, таких как модуль расчета заработной платы. Очень часто для корректной и более эффективной работы системы в рамках автоматизации различных сфер деятельности компании, требуются совершенно разные настройки работы одного и того же функционала. При автоматизации производства в рамках одной базы данных обеспечить различные настройки крайне проблематично. Это приводит к снижению производительности функционала, так как он становится более громоздким, и алгоритм его выполнения становится более сложным. Помимо этого, такой подход повышает риск возникновения ошибок, так как прописывание обработки информации «вручную» может привести к тому, что программист попросту не заметит определенных нюансов функционирования объектов и не учтет определенные условия. В результате, в отдельных ситуациях, функционал может сработать неправильно. Также нередки случаи, когда для выполнения определенных специфических задач, обусловленных особенностями деятельности отделов, некоторые базовые функционалы нуждаются в доработке и изменении алгоритма работы. Однако в общей базе данных эти изменения отразятся на всей работе всей системы, а это зачастую недопустимо.

Итак, помимо проблем быстродействия, ERP-системы имеют и ряд других недостатков, которые могут препятствовать эффективной автоматизации деятельности предприятия в процессе расширения производства. Конечно, все эти проблемы могут быть устранены посредством перехода компании на другую ERP-систему, рассчитанную на конкретный объем производства. Однако это связано с большими финансовыми затратами. Кроме того, переход на другую систему автоматизации чреват резким снижением эффективности производства, связанным с адаптацией новой системы к специфике функционирования конкретного предприятия. Иными словами, перевод учета деятельности компании с одной ERP-системы на другую настолько проблематичен, что вряд ли имеет смысл затевать такое мероприятие без крайней необходимости.

Для решения описанных выше проблем предлагается совершенно иной способ, согласно которому следует отойти от привычной концепции построения системы управления ресурсами предприятия на основе единой базы данных, свойственной ERP-системам, и пере-

распределить функционирование системы на несколько баз данных. ERP-системы обладают очень гибкой средой разработки, позволяющей создавать самые различные функционалы, обрабатывать и объединять в информационные потоки данные из самых разных областей деятельности и обеспечивать включение этих данных в финансовый учет компании. Результаты обработки таких данных могут содержаться в различных базах данных, которые могут располагаться на разных серверах и функционировать независимо друг от друга. По сути, одна общая система автоматизации деятельности предприятия разбивается на несколько автономно функционирующих систем, отвечающих за автоматизацию учета деятельности отдельных подразделений и сфер деятельности компании. Учет операций, совершаемых в процессе хозяйственной деятельности этих областей деятельности производится в соответствующей базе данных, не пересекаясь с учетом операций, происходящим в других базах данных.

Такой подход позволяет решить задачу повышения быстродействия работы системы и устранить ряд серьезных проблем, возникающих при повышении нагрузки на нее.

Так как разные базы данных могут размещаться на разных серверах, появляется возможность снизить количество обращений к каждой машине, что позволит исключить ситуации с перегрузкой серверной части системы и приведет к повышению скорости функционирования системы в целом. Транзакции, выполняемые в одной базе данных, не будут блокировать объекты другой базы, что сведет к минимуму вероятность простоя других пользователей. Таким образом, предложенный метод позволяет решить основную проблему, возникающую при увеличении нагрузки на систему автоматизации в процессе расширения производства, – проблему быстродействия системы.

Помимо устранения проблемы быстродействия системы, предложенный метод позволяет устранить и другие проблемы, связанных с автоматизацией учета деятельности предприятия:

1. Обеспечение возможности эффективной автоматизации работы предприятия с различными сферами деятельности, что крайне немаловажно в авиационной и космической промышленности.

Создание нескольких баз данных обеспечит возможность детального подхода к автоматизации отдельно взятой сферы производства. При этом пользователи будут работать в отдельной базе, иметь дело только со своими функционалами, что облегчит работу рядовых сотрудников и избавит их от необходимости изучения общей сложной системы.

2. Обеспечение разграничения прав доступа пользователей к информации.

При реализации предлагаемого решения, объекты в каждой базе данных могут быть разработаны с учетом особенности работы конкретных подразделений, работающих в данной базе. Таким образом, та же форма поиска сотрудников компании в каждой базе может быть разной, с различными доступными для просмотра полями таблицы.

### 3. Возможность создания различных настроек работы функционалов.

При осуществлении автоматизации предложенным способом, у разработчика появляется возможность настроить работу функционалов в каждой базе по-разному, в зависимости от специфики работы отделов или филиалов. Это устраняет необходимость изменения кода объектов и делает настройку работы системы наиболее удобной и эффективной.

Итак, помимо решения основной проблемы автоматизации развивающегося производства с использованием ERP-системы, предложенный метод дает ряд других преимуществ, делающих автоматизацию производства более эффективной и удобной, как с точки зрения пользователей, так и с точки зрения разработчиков.

Однако при внедрении данного метода возникает серьезная проблема. Дело в том, что при использовании нескольких отдельных баз данных для автоматизации производства одной компании нарушается основной принцип построения ERP-систем, обеспечивающий их эффективное функционирование: объединение данных учета хозяйственной деятельности компании в единый информационный поток. Создавая различные базы данных, которые никак не зависят друг от друга, мы нарушаем целостность системы, что приводит к ряду серьезных недостатков.

Во-первых, данные в каждой базе не могут быть использованы в других базах, отвечающих за учет других сфер деятельности компании, а это крайне серьезный недостаток. Ведь для проведения, к примеру, бухгалтерской аналитики необходимо иметь полные данные по всем финансовым операциям компании во всех отделах и областях производства. Если же данные учета деятельности какого-либо отдела хранятся в другой базе, и не имеется возможности использовать их в базе, отвечающей за хранение данных по бухгалтерии предприятия, то нарушается целостность учета деятельности производства, что, конечно же, недопустимо. Если же решать данную проблему с помощью повторного ввода данных в каждой базе, процесс эксплуатации системы будет усложнен, ведь пользователям придется производить лишние операции, вводя по несколько раз одни и те же данные в разных местах. Кроме того, повторный ввод неминуемо ведет к росту количества ошибок и несоответствий в данных, связанных с человеческим фактором.

Второй серьезный недостаток, связанный с невозможностью объединения данных учета деятельности предприятия в единый информационный поток – это снижение информа-

тивности системы. При использовании нескольких отдельных баз данных в автоматизации учета теряется возможность получения полных данных по учету всех сфер деятельности предприятия за предельно короткое время. Ведь для получения сведений по производству отделов, данные которых хранятся отдельно, необходимо запросить эти данные у пользователей, ведущих учет деятельности этих отделов, а затем, после получения, объединить эти данные в едином отчете. Конечно же, такой подход является крайне сложным и неэффективным и сводит на нет все преимущества ERP-систем.

Возникновение вышеописанных проблем неприемлемо в любом точном производстве, а особенно в областях, связанных с авиацией и космонавтикой, где точность и информативность систем является одним из важнейших факторов оценки эффективности функционирования предприятия.

Из всего вышесказанного следует, что для использования нескольких баз данных для автоматизации учета производства с помощью систем ERP-класса требуется решить важную проблему: обеспечить объединение всех данных учета в единый информационный поток.

Для решения этой проблемы предлагается обеспечить взаимодействие между базами данных системы с помощью создания функционалов экспорта/импорта данных. На сегодняшний день среды разработки ERP-систем обладают всеми средствами для создания таких объектов и позволяют обеспечить любые виды взаимодействий между базами данных.

Использование объектов взаимодействия между базами данных предоставляет возможность создания распределенной системы учета хозяйственной деятельности компании на основе взаимосвязанных баз данных. Эти базы данных формируются путем разделения изначальной общей базы системы на основную базу данных, которая отвечает за автоматизацию деятельности головного предприятия компании и ведение общего учета по всему предприятию, и второстепенные базы данных, отвечающие за учет деятельности определенных отделов или филиалов компании. Данные из второстепенных баз с помощью функционалов экспорта/импорта данных переносятся в базу головного предприятия, объединяясь таким образом в единый информационный поток, и консолидируются в основной базе данных. С помощью таких же объектов возможна загрузка всех необходимых для работы отделов данных из основной базы во второстепенные. Благодаря гибкости сред разработки современных ERP-систем, имеется возможность настроить объекты экспорта/импорта данных с учетом требований производства каждой сферы деятельности и компании в целом. Объекты могут запускаться пользователями, и данные могут загружаться единым пакетом за указанный самим же пользователем период. Либо же объекты могут запускаться автоматически с определенной периодичностью, зависящей от требований учета. В автоматическом режиме объекты могут

запускаться в любое время, в зависимости от своих настроек, например, ночью, когда система не используется пользователями, благодаря чему обмен данными не повлияет на быстродействие системы. Таким образом, обеспечивается полное взаимодействие между базами данных системы.

В результате настройки обмена данными между базами данных с помощью функционалов экспорта/импорта, образуется принципиально новая разветвленная система автоматизированного учета деятельности компании, сохраняющая все преимущества ERP-системы, однако, в отличие от привычных ERP-систем, базирующаяся на нескольких базах данных, что позволяет решить проблему быстродействия системы и значительно увеличить эффективность автоматизации производства предприятия. Применение таких разветвленных систем может существенно увеличить эффективность автоматизированного учета деятельности предприятий, связанных с производством в областях космической и авиационной промышленности, развитие которых не стоит на месте, что всегда связано с постоянным расширением объемов производства и возникновением новых сфер деятельности, требующих предельной точности и прозрачности данных.

### **Библиографический список.**

1. Шеер Август-Вильгельм. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы. – М.: Просветитель, 1999. – 173с.
2. Джордж В. Плоссл, Оливер В. Райт. Продакшн энд инвентори контролл: принсэплс энд техникс – 2-е изд., Нью Джерси: Прентис Хол , 1985. – 448с.
3. Гайфуллин Б.Н., Обухов И.А. Автоматизация систем управления предприятиями стандарта ERP/MRPII. – М.: Интерфейс-пресс, 2001. – 104с.
4. Дэниел О’Лири. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. – М.: Вершина, 2004. – 272с.
5. Попов А. Выбор ERP-системы и подход к автоматизации предприятия – <http://www.cfin.ru/itm/kis/choose/questions.shtml>, 2009.

### **Сведения об авторах**

Аржененко Александр Юрьевич, Московский Авиационный Институт, профессор, доктор физико-математических наук, телефон мобильный: 8 (903) 769-08-27, телефон домашний: 497-94-03

Волков Павел Андреевич, аспирант, кандидат физико-математических наук, Московский Авиационный Институт, (государственный технический университет), мобильный: 8 (916) 332-18-78, домашний: 8 (499) 199-37-45, E-mail: nuclearfrost@yandex.ru

Вестяк Владимир Анатольевич, заведующий кафедрой, кандидат физико-математических наук, Московский Авиационный Институт, (государственный технический университет), E-mail: v.a.vestyak@mail.ru