

УДК 330.4:004.9

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

**А.Н. Бородулин**

Тверской государственной технической университет, г. Тверь  
*Кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита*

В статье рассматриваются базовые концепции построения информационных систем управления предприятиями, а также некоторые типичные аналогии между реализованными в них инструментами и подходами, используемыми в системном анализе и теории управления техническими системами.

**Ключевые слова:** *информационные системы, управление предприятием.*

Сущность основных подходов, реализованных при разработке продуктов лидеров современного рынка программного обеспечения в области автоматизации управления предприятиями, кратко можно охарактеризовать следующим образом. Обычная в условиях функциональной структурной организации концепция создания информационно-управляющих систем делает основной упор на автоматизацию отдельных функций управления. Это значительно упрощает задачу развертывания компьютерных систем, но не дает ожидаемых результатов при их дальнейшей эксплуатации. В таком случае на каждом этапе проекта автоматизации происходит постепенное наращивание системы дополнительными модулями, которые расширяют ее функционал. И в результате на определенном этапе эксплуатации, созданная как совокупность слабо связанных автоматизированных рабочих мест система хоть и позволяет улучшить качество выполнения отдельных функций, но не может дать существенного эффекта для общего повышения эффективности управления. Что нередко приводит к прямо противоположному результату из-за того, что к организационным проблемам взаимодействия добавляются чисто технологические проблемы обмена данными между подсистемами отдельных подразделений.

Процессно-ориентированная модель управления рассматривает функционирование предприятия не с точки зрения реализации отдельных функций, а с позиций исполнения целостных процессов, направленных на достижение конкретных целей, т.е. с точки зрения реализации процедур функционирования. Так, например, процесс исполнения заказа покупателя требует выполнения последовательности действий по планированию процесса производства, выделения

определенных производственных ресурсов, закупки необходимых материалов и комплектующих, собственно выпуска предусмотренной заказом продукции, отгрузки товара и получения оплаты. Даже из обобщенного описания видно, что процесс исполнения заказа требует скоординированной работы нескольких подразделений. Координация работы обеспечивается благодаря информации, передаваемой от одного подразделения другому.

В условиях автоматизации, ориентированной на функциональную структуру управления, автоматизированные рабочие места специалистов различных подразделений часто оказываются слабо интегрированными и информационные связи подразделений не претерпевают качественных изменений. Именно поэтому автоматизация управления часто не приносит ожидаемых результатов. Поэтому в современных условиях наибольший эффект от автоматизации достигается при переходе к процессно-ориентированной модели управления, при которой деятельность предприятия представляется как совокупность бизнес-процессов. При этом основной упор делается на проработку механизмов взаимодействия (процедур функционирования) в рамках процесса как между структурными единицами внутри фирмы, так и с внешней средой: с клиентами, поставщиками и партнерами (т.е. внешних процедур).

Формально при таком подходе материальным потокам и потокам услуг соответствуют противоположно направленные денежные потоки. При такой постановке материальные потоки или накопленные предприятием объемы материальных ресурсов могут рассматриваться как вектор состояний объекта, а денежные потоки, поступающие на предприятие и исходящие от него - как векторы управления. В дальнейшем рассмотрим некоторые аналогии между принципами построения информационных систем управления предприятием и понятиями и подходами, используемыми в системном анализе и теории управления техническими системами [2,4,5,6].

В качестве базовых концепций построения информационных систем управления предприятиями (ИСУП) в настоящее время рассматриваются [1, с. 265 – 266]:

- планирование потребностей в материальных ресурсах – Material Requirements Planning (MRP);
- планирование потребностей в производственных мощностях – Capacity Requirements Planning (CRP);
- планирование производственных ресурсов – Manufacturing Resource Planning (MRP II);
- управление цепями поставок (логистическими цепями) – Supply Chain Management (SCM);
- планирование ресурсов предприятия – Enterprise Resource Planning (ERP);

- управление взаимоотношениями с клиентами – Customer Relationship Management (CRM);
- согласование потребностей в ресурсах с запросами клиентов – Customer Synchronized Resource Planning (CSRП);
- управление ресурсами и внешними отношениями предприятия – ERPИ (Enterprise Resource and Relationship Processing);
- управление устойчивым развитием предприятия – SMS (Sustainability Management System).

отдельного рассмотрения требуют системы автоматизации бухгалтерского и налогового учета. На программном уровне системы информационные системы управления ИСУП реализуются в виде систем поддержки бизнес-процессов предприятия [3], компонентами которых являются бизнес-приложения. Наиболее «продвинутыми» универсальными системами в настоящее время являются решения SAP ERP, Oracle E-Business Suite, Microsoft Dynamics AX. Следует отметить, что логико-цифровой принцип построения, заложенный во все рассматриваемые ИСУП, позволяет отнести их к системам с дискретным временем.

Исторически первой из указанных концепций является методология MRP (Material Requirements Planning), которая появилась еще в результате активного развития крупносерийного и массового производства товаров после Второй мировой войны, когда стало очевидно, что использование математических моделей управления запасами ведет к существенной экономии средств, замороженных в виде запасов и незавершенного производства [10]. Формально реализация концепции MRP соответствует решению задачи определения равновесия между входными и выходными потоками производственной системы при заданном выходном потоке.

Основным отчетом, генерируемым MRP-системой, является план заказов – POS (Planned Order Schedule), в который содержит данные о количестве каждого материала, которое должно быть заказано в рассматриваемый период времени в течение срока планирования. С точки зрения теории управления POS может рассматриваться как вектор  $u$  входных воздействий. Задача его нахождения может быть представлена в виде уравнения  $y = F^{-1}(x, a)$ , где  $F(y, a)$  – оператор системы, описывающий зависимость между входными –  $u$  и выходными –  $x$  материальными потоками на предприятии, а  $a$  – вектор параметров внешней среды.

Использование MRP-системы для планирования производственных потребностей позволяет оптимизировать время поступления каждого материала, тем самым значительно снижая складские издержки и облегчая ведение производственного учета. Однако MRP-система не может оценить возможность выполнения производственной программы с точки зрения ее обеспеченности

производственными мощностями и трудовыми ресурсами, составить календарный график их загрузки, необходимый для реализации производственной программы. То есть формально она не позволяет решать динамические задачи распределения ресурсов по множеству операций, исследуемые в современной теории управления техническими системами методами дискретной математики и математического программирования.

Названные задачи решаются средствами систем автоматизации планирования производственных мощностей, основанных на методологии CRP (Capacity Requirements Planning) [9]. На основе заданного плана выпуска продукции CRP-система формирует план распределения производственных мощностей, необходимых для выполнения каждого цикла производства каждого изделия на выбранный период планирования. Формируется технологический план последовательности производственных процедур и определяется степень загрузки каждой производственной единицы на срок планирования. С формальной точки зрения построение плана CRP предполагает определение конкретной зависимости  $x=F(y)$  между входными и выходными потоками предприятия, т.е. решение задачи идентификации оператора  $F(\cdot)$ .

Если составляемая в процессе такой идентификации программа производства признается не осуществимой, то в нее вносятся изменения, и она подвергается повторному тестированию с помощью CRP-системы. После формирования реально осуществимой производственной программы она становится основой для составления плана материально-технического обеспечения, формируемого MRP-системой. Однако, в случае недоступности тех или иных видов сырья, материалов, комплектующих или невозможности выполнить план заказов, необходимый для выполнения производственной программы, MRP-система, в свою очередь, указывает о необходимости внести в нее корректировки. В этом случае производственная программа снова корректируется и подвергается повторному тестированию с помощью CRP-системы. В общем случае необходимость тесной интеграции рассмотренных процессов планирования в рамках одного циклического процесса в системе с обратной связью предопределило дальнейший путь совершенствования концепций построения ИСУП.

В конце начале 80-х гг. прошлого столетия методологии MRP и CRP были объединены в единую концепцию замкнутого цикла планирования всех ресурсов предприятия, получившую название MRPII (Manufacturing Resource Planning). Причем она в настоящее время является единственной из всех рассматриваемых в данной работе методологий, оформленной в виде стандарта, разработанного Американским обществом управления производством и запасами. Концепция MRPII предполагает планирование производственных

потребностей не только в материальном, но и в денежном выражении, что означает переход от рассмотрения денежных потоков как отдельного вектора управления к рассмотрению их в качестве элементов вектора состояния, т.е. обычных факторов производства.

Термин «замкнутый цикл» (Closed Loop) отражает основную особенность данной концепции, заключающуюся в том, что созданные в процессе работы отдельных подсистем планирования отчеты анализируются и учитываются на дальнейших этапах планирования, изменяя при необходимости программу производства, а, следовательно, и план исполнения заказов. Взаимодействие подсистем реализует обратные связи в MRP-системе, обеспечивая гибкость планирования по отношению к внешним факторам, таким как уровень спроса, состояние дел у поставщиков и т.п. [12]. В соответствии со стандартом MRP II, ИСУП должна обеспечивать решение следующих задач: планирование продаж и производства; управление спросом; формирование основного производственного плана; планирование материальных потребностей; разработку спецификаций продуктов; управление запасами; планирование поступлений; управление на уровне производственного цеха; планирование производственных мощностей; контроль запуска/выпуска изделий; материально-техническое снабжение; планирование распределения ресурсов; планирование и контроль производственных операций; финансовое планирование; моделирование ситуаций; оценку результатов деятельности предприятия.

Для реализации всех перечисленных задач MRPII-система должна представлять собой конгломерат большого числа взаимосвязанных модулей. Конкретные реализации MRPII-систем, однако, существенно отличаются друг от друга числом решаемых задач, способами их решения, механизмами настройки на специфику конкретных предприятий, охватом отраслевых особенностей видов производств и т.д. При этом состав модулей программного комплекса, как правило, не соответствует в точности порядку разделения задач между их блоками, предусмотренными стандартом. Часто реализуется подход, при котором один модуль может решать задачи нескольких смежных блоков, а задачи одного блока решаются несколькими взаимосвязанными модулями.

Однако при любом варианте реализации MRPII-систем возникает важный в теоретическом и практическом плане вопрос о чувствительности плановых решений по отношению к изменению параметров внешней среды (условий функционирования предприятия) и изменению выходных потоков – запросов потребителей. На решение данной проблемы – снижения чувствительности системы управления предприятием ориентирована концепция SCM (Supply Chain Management) [8], которая предполагает взаимное согласование

движения продукции по всей цепи поставок. Поскольку реализация данной концепции предполагает передачу управляющих воздействий на всю глубину технологической цепочки, а не только до непосредственного поставщика продукции/услуг, управление которым реализуется через товарно-денежные отношения, то данная концепция предполагает применение информационного управления.

Интеграция систем управления цепочками поставок с концепцией МРП, привела к возникновению идеологии планирования ресурсов предприятия – ERP (Enterprise Resource Planning). ИСУП класса ERP реализуют комплексный подход к построению систем управления предприятием [11], подразумевающий как горизонтальную, так и вертикальную интеграцию и кроме вышеназванных подходов объединяют в своем составе подсистемы интеллектуального анализа бизнеса (Business Intelligence) и электронной коммерции (Electronic Commerce). Кроме того концепция ERP предполагает тесную интеграцию систем ИСУП с автоматизированными системами управления технологическими процессами и технологической подготовки производства, а также системами автоматизированного проектирования (САПР).

Довольно часто вся присущая концепции ERP совокупность задач реализуется не одной интегрированной программной системой, а некоторым комплектом программного обеспечения. В основе такого комплекта, как правило, лежит базовый ERP-пакет, к которому через соответствующие интерфейсы подключаются специализированные продукты третьих фирм, отвечающие за решение дополнительных задач (электронную коммерцию, автоматизацию продаж и проч.).

В последнее время особое значение придается средствам интеграции ERP-систем с приложениями, уже используемыми на предприятии (например, системами проектирования, подготовки производства, учета хода производства и управления технологическими процессами, биллинга и расчетов с клиентами и др.), стандартными офисными пакетами программ, системами управления документооборотом, а также с разработками сторонних поставщиков программного обеспечения. Это связано с тем, что стал очевидным факт невозможности реализации в рамках одной программной системы, поставляемой одним производителем, всего множества задач управления промышленным предприятием. Базовый комплект программного обеспечения, реализующий требования стандарта МРП II, часто воспринимается как основа интеграции всех остальных приложений.

К настоящему времени в промышленно развитых странах сложился высококонкурентный рынок, на котором множество фирм предлагает взаимозаменяемые продукты со сходными потребительскими свойствами. Преимущества, обеспечиваемые

прогрессивными технологиями производства, являются недолговечными, поскольку конкуренты быстро осваивают новые технологии. Унификация методов управления затратами, обеспечиваемая применением автоматизированных информационных систем, основанных на современных методологиях управления, рассмотренных ранее, привела к тому, что в последние годы конкурентные преимущества стали искать в оптимизации взаимоотношений с клиентами.

Для повышения качества обслуживания клиентов была разработана концепция управление взаимоотношениями с клиентами – CRM (Customer Relationship Management), которая легла в основу разработки программных систем, призванных автоматизировать планирование, учет и анализ различных сторон взаимоотношений компании с ее клиентами [7]. CRM-системы позволяют собирать и систематизировать информацию о клиентах на всех стадиях взаимоотношений с ним (привлечение, удержание, лояльность), извлекать из нее знания и использовать их для выстраивания взаимовыгодных отношений с ними. Сбор детальной информации и ее анализ позволяют персонифицировать отношения с каждым клиентом, повышать эффективность взаимодействия с ним. В многих случаях это позволяет существенно повысить прибыль фирмы.

Основными целями использования CRM-систем являются:

- обеспечение оперативного доступа к информации в ходе контакта с клиентом в процессе продаж и сервисного обслуживания;
- анализ данных, характеризующих взаимоотношения фирмы с каждым конкретным клиентом и их группами, выделенными по различным признакам, с целью выработки новых знаний, выводов и рекомендаций;
- вовлечение клиентов в деятельность фирмы для обеспечения их непосредственного влияния на процессы разработки новых продуктов, их производства и сервисного обслуживания.

В результате становится возможным уменьшать издержки, повысить доходность работы каналов сбыта. Выявление типичных проблем/запросов клиентов позволяет уменьшить время реакции при осуществлении сервисного обслуживания. Анализ функционирования каналов продаж позволяет выявить недостатки работы соответствующих подразделений, понять, как провести их реструктуризацию и т.д.

Обычно CRM-система представляет собой набор приложений, связанных единой логикой и интегрированных в информационную среду компании на основе единой базы данных. Во многих случаях CRM-система представляет собой надстройку над ERP-системой, тем или иным способом осуществляя с ней информационный обмен. Однако основное их назначение все-таки состоит в том, чтобы накапливать и

анализировать весь спектр информации о клиентах в целях оптимизации взаимоотношений с ними. Другим направлением оптимизации продаж является как можно более полный учет потребностей конкретных групп потребителей уже при проектировании и производстве новых видов продукции. Для решения этой задачи производители должны интегрировать покупателя в процесс планирования деятельности организации. Это потребовало разработки принципиально новой модели управления деятельностью предприятия: планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем – CSRP (Customer Synchronized Resource Planning).

Суть концепции CSRP состоит в том, чтобы интегрировать заказчика (клиента, покупателя) в систему управления предприятием. Согласно данному подходу не отдел сбыта, а непосредственно сам покупатель размещает заказ на изготовление продукции, может точно указать спецификации изделий, имеет возможность контролировать правильность исполнения заказа, сроков производства и поставки. С практической точки зрения ИСУП, реализующие CSRP, благодаря доступу в реальном времени к точной информации о заказах покупателей и внесенных в них изменениях, позволяют динамически изменять группировку работ, последовательность исполнения заказов покупателей, сроки приобретения материалов и заключения контрактов.

Необходимость задействовать все внутренние информационные ресурсы предприятий и максимально согласовать их с внешними факторами функционирования приводит в настоящее время к еще большей интеграции концепций в построении ИСУП. Примером тому может служить возникновение подхода, основанного на комплексном управлении ресурсами и внешними отношениями предприятия, обычно обозначаемым как ERP (Enterprise Resource and Relationship Processing). Данная концепция, потенциально включающая в себя возможности ERP, CRM, и CSRP-систем, подразумевает реализацию двухконтурной системы управления предприятием. При этом посредством внутреннего контура производится управление собственными бизнес-процессами предприятия, а внешний контур служит для управления взаимодействием с поставщиками, субподрядчиками, а также с потребителями продукции предприятия.

Дальнейшие возможности адаптации предприятий к внешним рыночным условиям, решаются на уровне стратегического управления. При этом значимыми для эффективности компании становятся не только финансовые, но и общеэкономические, социальные, техногенные и прочие факторы деятельности. Возможным примером реализации данного подхода к управлению становится реализация в современных программных продуктах уровня ИСУП ведущих мировых производителей (SAP, Oracle, Microsoft) концепции устойчивого развития предприятия – SMS (Sustainability Management System).



Последняя, по сути, является набором процессов и процедур управления, которые позволяют компании целенаправленно улучшать внешние условия функционирования, и направлена на повышение устойчивости экономических и социальных показателей деятельности. Основными инструментами в таких системах выступают средства построения комплексов взаимосвязанных показателей, автоматизированный и интеллектуальный сбор необходимых для их оценки данных, а также информационные среды поддержки принятия решений о возможных стратегических инициативах в деятельности предприятия.

В заключение следует отметить, что в результате реализации концепций построения ИСУП в современную практику управления предприятиями, рассматриваемыми как системы управления с дискретным временем, в явной или неявной форме были введены понятия, наработанные ранее в теории управления техническими системами. Причем среди них можно выявить как специфические, например, типовые динамические звенья, контуры управления, так и более обобщенные, например, обратная связь, равновесие, управляемость, чувствительность, устойчивость, оптимальность, адаптация, информационное управление и др.

#### **Список литературы**

1. Бородулин А.Н., Заложнев А.Ю., Чистов Д.В., Шуремов Е.Л. Внутрифирменное управление и информационные технологии. М.: ПМСОФТ, 2009. – 324 с.
2. Иванов В.А., Ющенко А.С. Теория дискретных систем автоматического управления. М.: Наука, 1983. – 336 с.
3. Корпоративные информационные системы управления / Под ред. Н.М. Абдикеева, О.В. Китовой. М.: ИНФРА-М, 2011. – 464 с.
4. Лурье Б.Я., Энрайт П.Дж. Классические методы автоматического управления / Под ред. А.А. Ланнэ. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
5. Петров Ю.П. Новые главы теории управления и компьютерных вычислений. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 192 с.
6. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. – 712 с.
7. Greenberg P. CRM at the speed of light: social CRM strategies, tools, and techniques for engaging your customers. New York: McGraw-Hill, 2010. – 662 p.
8. Harland C.M. Supply Chain Management // Slack N. (ed.) Blackwell Encyclopedic Dictionary of Operations Management. UK: Blackwell, 1996. pp. – 160 – 213.

9. Oden H.W., Langenwalter G.A., Lucier R.A. Handbook of material & capacity requirements planning. New York, London: McGraw-Hill, 1993. – 432 p.
10. Orlicky J. Material requirements planning: the new way of life in production and inventory management. New York: McGraw-Hill, 1975. – 292 p.
11. Wallace T.F., Kremzar M.H. [ERP: making it happen; the implementers' guide to success with enterprise resource planning](#). New York, Chichester: Wiley, 2001. – 385 p.
12. Wight O.W. Manufacturing Resource Planning: MRPII - Unlocking America's Productivity Potential, New York: John Wiley & Sons, 1995. – 488 p.

## MODERN PRINCIPLES OF CREATING INFORMATION SYSTEMS IN BUSINESS OPERATION

A.N. Borodulin

Tver State Technical University, Tver

The article deals with the basic concepts of information systems in business operation, as well as some typical analogies in tools and approaches used in system analysis and the theory of technical systems operation.

**Keywords:** *information systems, business operation.*

*Об авторах:*

БОРОДУЛИН Алексей Николаевич – к.т.н., доцент, Тверской государственный технический университет, кафедра «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», e-mail: [bor74@mail.ru](mailto:bor74@mail.ru)