

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Д. В. Мокров, Н. Н. Бахтадзе

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

Дан анализ перспективности решения оптимизационных задач логистического цикла текущего управления производством с помощью современных методов теории автоматического управления. В качестве примера рассмотрено решение задачи текущего бюджетирования в сфере транспортно-экспедиционных услуг.

ВВЕДЕНИЕ

Новый виток интереса к системам планирования ресурсов производства (ERP — Enterprise Resources Planning), по мнению многих специалистов [1], свидетельствует о возрождении российских компаний, работающих в сфере производства и сбыта товаров.

Системы ERP, представляющие собой комплекс приложений для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия, стали эволюционным продолжением систем типа MRPII (Manufacture Resources Planning — планирование производственных ресурсов). История развития стандартов MRP-ERP описана в работе [2]. С целью оптимального управления производством в середине 1960-х гг. американская некоммерческая ассоциация разработчиков и производителей программного обеспечения APICS (American Production and Inventory Control Society) сформулировала принципы управления материальными запасами предприятия, которые легли в основу концепции MRP (Material Requirement Planning — планирование материальных потребностей). Ее основные положения:

- описание производственной деятельности как потока взаимосвязанных заказов;
- учет ограничения ресурсов при выполнении заказов;
- обеспечение минимизации производственных циклов и запасов;
- формирование заказов снабжения и производства на основе заказов реализации и производственных графиков;
- согласование движения заказов с экономическими показателями;

- выполнение заказа завершается в требуемый момент.

В 1970-х гг. появились автоматизированные системы, реализующие MRP-концепцию. Далее разрабатывалось следующее поколение систем управления производством, в основе которых лежала концепция MRPII. Суть ее состояла в том, что прогнозирование и планирование деятельности предприятия, а также контроль производства охватывали весь цикл: от закупки сырья до отгрузки товара потребителю. Изданный APICS в 1987 г. стандарт "MRPII Standard System" [3] содержит 16 групп функций производственно-сбытовой системы:

- управление продажами и оперативное планирование (Sales and Operation Planning);
- управление спросом (Demand Management);
- главный календарный план производства (Master Production Scheduling);
- планирование материальных потребностей (MRP — Material Requirement Planning);
- спецификация продуктов (Bill of Materials);
- управление запасами (Inventory Transaction Subsystem);
- управление плановыми поставками (Scheduled Receipts Subsystem);
- управление на уровне производственного цеха (Shop Flow Control);
- планирование производственных мощностей (CRP — Capacity Requirement Planning);
- контроль качества входа/выхода продукции (Input/output control);
- материально-техническое снабжение (Purchasing);
- планирование ресурсов для распределения (DRP — Distribution Resource Planning);



- планирование и контроль производственных операций (Tooling Planning and Control);
- управление финансами (Financial Planning);
- моделирование для производственной программы (Simulation);
- оценка результатов деятельности (Performance Measurement).

Взаимодействие перечисленных функциональных модулей осуществляет интеграцию функций планирования, что обеспечивает согласование различных процессов управления и способствует повышению его эффективности.

Системы класса ERP представляют собой развитие систем MRPII как в аспекте расширения функциональных возможностей (в частности, решения задач управления большими корпорациями с разнесёнными территориально ресурсами), так и в плане применения современных технологий и стандартов их реализации. Сегодня наблюдается внедрение систем управления ресурсами производства нового класса, которые получили название *развитых систем планирования* (Advanced Planning/Scheduling — APS). В системах этого типа для решения задач планирования применяются экономико-математические методы. Роль календарно-плановых нормативов на производственные циклы постепенно снижается.

Рост производительности и сокращение незавершенного производства благодаря внедрению информационно-аналитических систем MRPII/ERP может быть достигнут на практике только на базе интеграции этих систем с другими информационными системами предприятия (системами CAD/CAM, управления технологическими процессами и системами, системами финансовой отчетности и др.), а также с соответствующими системами клиентов и партнеров.

Как отмечается в некоторых аналитических материалах [4], "лишь немногим компаниям удалось найти способ воспользоваться всем богатством информации, собранной и сохраненной в рамках их ERP-среды". По сведениям фирмы "AMR Research", за последние пять лет компании потратили около \$39 млрд. на внедрение ERP-систем. Хотя очень многие из ERP-проектов помогли усовершенствовать обработку транзакций, рационализировать операции и стандартизировать корпоративное информационное пространство, они оказались своего рода "могильниками информации". Из огромного множества функциональных модулей ERP-систем, в основном, реально внедряются модули "Управление финансами" (в том числе и модуль "Зарплата"), а также модули "Бухгалтерский учет" ("Главная книга", "Основные средства" и т. д.). То есть "та функциональность, которая хорошо проработана в программе "1С" (стоимостью на несколько порядков ниже, чем любая ERP-система)" [4].

Для того чтобы не только с максимальной эффективностью использовать информационные возможности ERP-системы, но и сформировать оптимальные управляющие воздействия, необходимо, как минимум, создание единого информационного пространства предприятия, поскольку все его информационно-управляющие системы оперируют большими объемами разнородных данных [5]. Для создания единого информационного пространства предприятия необходимо обеспечить стандартизацию и унификацию аппаратно-программного обеспечения, корректность организации компьютерных сетей. Разработка и внедрение современных информационных систем должны следовать стандартам открытых систем (стандарт OSI — Open System Interconnection), что предполагает возможность создания систем из разнородных технических средств с последующим наращиванием на их базе вычислительных мощностей и программного обеспечения [6]. Для создания информационной целостности предприятия все более очевидным становится целесообразность применения программных веб-технологий как в пределах отдельных подразделений, так и всего предприятия или, через онлайн-каналы, нескольких предприятий, поставщиков и даже потребителей при любом, как угодно большом числе функциональных модулей интегрируемых систем [5].

Создание единого информационного пространства предприятия предоставит возможность не только мониторинга производственной ситуации, но и обеспечения функционирования программно-алгоритмических комплексов для оптимизации функций производственно-сбытовой системы в соответствии со стандартами MRP-ERP (причем как для отдельных производственных процессов и ситуаций, так и всего технологического цикла производства). Применение новой бизнес-модели предприятия на базе методики MRPII и ERP-системы приводит к сокращению *логистического цикла*, т. е. времени перемещения материальных потоков от поставщика к потребителю продукции. В рамках сокращения логистического цикла сокращается и *производственный цикл* (длительность изготовления продукции).

В настоящей работе формулируется ряд оптимизационных логистических задач, которые могут быть решены в аналитических модулях ERP-систем на базе современных адаптивных и робастных алгоритмов.

**ПРОЦЕДУРА "УЛУЧШЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ"
НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Для выявления дополнительных резервов эффективности управления, в частности, для опти-

мизации логистического цикла, предприятию необходимо идентифицировать состояние управления бизнес-процессами и на основе динамической оценки этого состояния определить вектор дальнейшего развития. С этой целью рассмотрим процедуру "улучшения бизнес-процессов" (BPI — Business Process Improvement) на базе современных стандартов управления предприятиями (MRPII, ERP, CSRP, ISO 9000), которая предусматривает отнесение бизнес-процессов к различным уровням зрелости [1] и определяет признаки перехода с одного уровня на другой:

Уровни зрелости бизнес-процессов предприятия

<i>Мировой класс</i>	Ассортиментное планирование; управление будущим спросом.
<i>Адаптация</i>	Планирование производства в зависимости от потребностей потребителя; управление процессами через количественные оценки.
<i>Оптимизация</i>	Управление цепочками поставок (снабжение «точно в срок»); управление затратами; управление качеством.
<i>Контроль</i>	Планирование производства; управление требованиями потребителя; управление снабжением; диспетчирование производства; управление складскими запасами; обеспечение качества.
<i>Хаос</i>	Неинтегрированные процессы.

В основу перехода предприятия с любого уровня BPI на уровень выше положено предварительное моделирование бизнес-процессов.

Переход с уровня BPI *Хаос* на уровень *Контроль* (балансировка и внутренняя рационализация) позволяет предприятию сбалансировать свои производственные, коммерческие и финансовые цели многоуровневым планированием [7]. При этом используются результаты прогнозирования производственных ситуаций на базе адаптивных алгоритмов [8, 9] либо производственные ситуации "проигрываются" с целью прогнозирования результатов [7].

При переходе с уровня *Контроль* на уровень *Оптимизация* решаются следующие задачи [1,10]:

- анализ данных о затратах и результатах хозяйственной деятельности в плане необходимых для управления объектов;
- оперативное принятие управленческих решений для "расшивки" узких мест и оптимизации финансовых результатов;
- взаимодействие с поставщиками для понимания и поддержания общих требований к деятельности предприятия.

По сути, итогом этого перехода должно быть оптимальное достижение сбалансированных целей, в смысле вводимых критериев оценки эффек-

тивности плана, т. е. получение качественной продукции ("ноль дефектов") по более низкой цене за более короткое время.

Переход с уровня *Оптимизация* на уровень *Адаптация* (рационализация и развитие взаимодействия с клиентами) подразумевает налаживание взаимодействия с клиентами в развитии товаров и перспективном планировании рыночных тенденций. Методология CSRP "заставляет пересмотреть бизнес-логику, фокусируя ее на рыночной активности, а не на производственной деятельности. Бизнес-процессы синхронизируются с деятельностью покупателей" [10]. Результаты успешного применения CSRP — это повышение качества товаров, снижение времени поставки, повышение потребительской ценности продукции и т. д., что приводит к:

- снижению производственных издержек;
- развитию инфраструктуры для создания индивидуализируемых, конфигурируемых решений;
- улучшению обратной связи с покупателями;

Способность создавать продукты, удовлетворяющие потребностям покупателя по качеству и количеству, гибкое отслеживание спроса и лучший сервис обеспечивают получение не одноразового, а устойчивого конкурентного преимущества.

Переход с уровня *Адаптация* на уровень *Мировой класс* ("одежность качеством") определяется соответствием стандарту системы качества ISO 9001:2000. Этот стандарт "базируется на философии тотального управления качеством (TQM — Total Quality Management), которая может быть определена как оптимизация деятельности всех частей и функций организации" [10]. Базовые элементы TQM существенно расширяют понятие системы менеджмента качества и могут быть реализованы с помощью ERP-системы.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ И ТЕКУЩЕМ УПРАВЛЕНИИ

Переход финансово-производственных процессов современных предприятий на более высокий уровень осуществляется на базе современных логистических концепций. "Различные логистические концепции в стратегическом планировании и текущем управлении уже, по крайней мере, в течение двадцати и более лет применяют ведущие зарубежные фирмы и транснациональные корпорации, такие как IBM, "Procter & Gamble", "Coca-Cola", "General Motors". Использование логистических концепций и систем позволяет оптимизировать ресурсы компании (материальные, финансовые, трудовые), связанные с управлением материальными и сопутствующими потоками" [10].



К основным элементам логистического процесса традиционно относятся:

- бюджетирование;
- управление запасами;
- транспортировка;
- логистическая инфраструктура;
- складское хозяйство;
- грузопереработка и упаковка;
- логистическая информация.

Для организации интегрированного логистического процесса в современных системах управления предприятиями применяются технологии SCM (Supply Chain Management) — "управление цепочками поставок". Современные системы SCM успешно решают задачи координации, планирования и управления процессами снабжения, складирования и транспортировки.

Эффективный механизм поставок, включая одну из главных его составляющих — транспортировку, может быть создан на основе оптимизации бизнес-процессов. Организация логистических процессов в рамках SCM основывается на обработке информации обо всей логистической цепочке, объединяющей несколько предприятий, с помощью информационно-технологических средств [10].

Рассмотрим перспективы применения современных методов управления для оптимизации интегрированных логистических процессов.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ В ERP-СИСТЕМАХ

Кроме методик, входящих в ERP-стандарты и стандарты системы менеджмента качеством, для успешного перехода на более высокий уровень зрелости бизнес-процессов в рамках той или иной логистической концепции требуется применять различные оптимизационные процедуры.

Применение современных методов теории управления в ERP-системах на сегодняшний день обладает большим потенциалом. Это обусловлено, прежде всего:

- потребностью анализа большого количества самых разнообразных массивов информации, даже прошедших первичную аналитическую обработку и структуризацию;
- необходимостью принятия управленческих решений на основе как оперативной, так и ретроспективной информации о бизнес-процессе.

Даже самые совершенные системы мониторинга далеко не всегда предоставляют полноценную поддержку лицу, принимающему решения. Технологически оправданно решение этой проблемы, заключающееся в разработке программно-алгоритмических управляющих комплексов на базе математических моделей, настраиваемых в реаль-

ном времени (получивших название *виртуальные анализаторы* [5]).

Виртуальные анализаторы (ВА) представляют собой программно-алгоритмические комплексы для непрерывного прогнозирования и управления в режиме реального времени на базе всей информации о производственных процессах (текущей, архивной и ретроспективной). Формируемые с помощью ВА управляющие воздействия должны обеспечивать информационную поддержку руководства для окончательного принятия решений на основе формирования управляющих воздействий с помощью алгоритмов идентификации и управления.

Виртуальные анализаторы для логистического процесса осуществляют анализ, моделирование, а также рекомендуемое оптимальное решение в режиме реального времени для следующих задач:

- планирование бюджета и оптимизация стратегии бюджетирования на базе анализа текущих доходов и расходов:
 - по формируемым группам контрактеров и обязательств;
 - по потребностям в кредитах;
 - по периодам и др.
- (наряду с предоставлением руководителю возможности моделировать политику бюджетирования, пользуясь структурированной всеми удобными способами информацией);
- управление запасами на базе адаптивных и робастных алгоритмов:
 - планирование и управление запасами полуфабрикатов;
 - адаптивное управление запасами при случайных поставках;
 - адаптивное планирование страховых запасов при случайных поставках;
 - управление запасами при зависимом спросе;
 - управление запасами при ограниченном сроке хранения;
 - управление запасами при не полностью наблюдаемом спросе;
 - совместное управление запасами и ремонтным обслуживанием;
 - адаптивное управление запасами в замкнутых по спросу системах;
 - робастные модели для динамического резервирования;
- выработка рекомендаций по ценообразованию на следующий период на основе:
 - статистического анализа внутренней экономической ситуации предприятия;
 - алгоритмов прогнозирования спроса с учетом различных факторов; учитывая сложный характер зависимости объема продаж от входных факторов и сложность моделирования динамики процессов, можно сделать вывод о необходимости

достаточно сложных *адаптивных и робастных моделей прогноза*;

- формирование и расчет схем по стимулированию сбыта и др.;
- управление процессами транспортировки, грузопереработки и упаковки.

Перечисленные основные задачи не исчерпывают весь перечень задач логистического цикла. Они могут быть решены на основе построения моделей бизнес-процессов, рассматриваемых в качестве объектов управления. Соответственно, для идентификации и управления могут быть применены алгоритмы и модели современной теории управления, в частности, управления запасами. Так, например, задачи коммерческого бюджетирования можно решать с помощью ВА маркетинговой информации на базе алгоритмов и моделей параметрической идентификации и управления запасами в условиях неполной априорной информации и случайных поставок [11].

Применение ВА позволяет организовать наиболее эффективную деятельность маркетинговой службы фирмы и оптимизировать ценовую политику, основываясь на анализе динамики рынка. В условиях повышенной нестабильности макросреды робастные модели прогноза объема продаж наиболее реалистичны из всех возможных.

Очевидна целесообразность применения методов экспертного анализа ситуации, когда динамика рыночных процессов становится практически не моделируемой. Необходима оценка эффективности таких направлений маркетинговой деятельности, как реклама и стимулирование сбыта.

ПРИМЕР: ВИРТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР В ЗАДАЧАХ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ОТГРУЗКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В качестве примера применения адаптивных алгоритмов в системах управления ресурсами рассмотрим задачу управления бюджетом (оптимизации движения денежных средств) при оказании транспортно-экспедиционных услуг, т. е. задачу оптимального бюджетирования операции перевозки определенной партии определенного товара по указанному маршруту.

Рассмотрим перевозку по железной дороге. Клиент заказывает услугу на перевозку у экспедитора. Экспедитор покупает услуги у поставщиков (перевозку по определенному тарифу, погрузо-разгрузочные работы, доставку груза автотранспортом от станции на склад грузополучателя и т. п.) и перепродает их клиенту.

После поступления заказа от клиента ему выставляются авансовые счета, содержащие расчетную стоимость услуги у поставщика (себестоимость) и собственную прибыль экспедитора. В ряде случаев фактическая себестоимость услуги может превы-

шать расчетную. Под эти дополнительные расходы закладывается определенный "резерв" в планируемой прибыли (в дальнейшем под термином "резерв" будем понимать всю планируемую прибыль).

Предлагается интерпретация этой задачи как задачи управления запасами при случайных поставках [11]. Под запасом понимается назначаемая стоимость услуги в момент t начала ее оказания. Соответственно, момент начала оказания следующей аналогичной услуги обозначим $(t + 1)$. В общем случае этот момент не совпадает с завершением оказания предыдущей услуги, но мы ограничимся рассмотрением именно такого случая (когда они совпадают).

Сделаем следующие замечания.

1. Цель решения такой оптимизационной задачи — рациональное назначение стоимости аналогичной услуги в следующий момент. Решение задачи может быть масштабируемо в зависимости от размера партии груза, расстояния и др.

2. Рассматриваемая задача может быть актуальна для любой другой области, связанной с перепродажей услуг, т. е. с посреднической деятельностью.

Формализация описанной процедуры движения денежных средств. Для любого текущего момента времени t сумма денег, относимая к рассматриваемым коммерческим операциям, определяется соотношением:

$$S_t = \sum_{i=1}^K S_{t_i},$$

где K — число текущих операций; $S_{t_i} = \sum_{n=1}^{N_i} S_{t_i}^n$ —

сумма денег на счетах экспедитора, предназначенная для оплаты заказов i -го клиента в момент t , $n = 1, 2, \dots, N_i$ — номера заказов i -го клиента, не выполненных к моменту t .

Определим, как оптимизировать "резерв" (планируемую прибыль экспедитора), не оказавшись в итоге "в минусе", т. е. не потратив ее полностью на дополнительные расходы и, наоборот, не зависив ее настолько, что стоимость услуги будет существенно выше, чем у конкурентов.

Очевидно, что для $\forall t, \forall n = 1, \dots, N_i, \forall i = 1, \dots, K$

$$S_{t_i}^n = \text{СЕБЕСТОИМОСТЬ}_{t_i}^n + \text{РЕЗЕРВ}_{t_i}^n.$$

В качестве "запаса" в момент t будем представлять $S_{t_i}^n$ — состояние бюджета n -го заказа i -го клиента в момент t . Под "спросом" будем понимать затраты. Они могут превысить себестоимость услуги (т. е. возникнет как бы дефицит денег, и тогда нужно будет компенсировать этот дефицит за счет "резерва"), т. е. z_{t_i} спрос складывается из себестоимости услуги и случайных дополнительных затрат:



$$z_{t_i} = \text{СЕБЕСТОИМОСТЬ}_{t_i}^n + \\ + \text{ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ}_{t_i}^n.$$

В такой интерпретации в соотношениях, описывающих динамику запаса [11]

$$x_{t+1} = u_t + (x_t - z_t)^+, \quad (1)$$

где $x^+ = \max(0, x)$, $x_t = S_{t_i}^n$, z_t — себестоимость услуги плюс затраты на обслуживание к моменту t , u_t — заявка на пополнение запаса, которая может быть, с учетом соотношения (1), полностью ассоциирована с назначаемой на следующий аналогичный заказ стоимостью услуги. (Можно считать выражения для всех обозначенных выше сумм денег отнесенными "к единице выражения стоимости услуги", например, к транспортному средству, к единице веса перевозимого груза, к единице расстояния и т. п.).

Анализ выражения динамики запаса показывает, что если дополнительных затрат не было, то при выполнении следующего аналогичного заказа можно закладывать большую стоимость услуги. Однако, слишком значительное завышение "резерва" может привести к тому, что цена услуги может стать заметно выше, чем у конкурентов.

Ищется оптимальная заявка на пополнение запаса в следующем периоде по критерию минимума издержек за период (в нашем случае он равен времени выполнения заказа):

$$L(\hat{u}_t) = cE(z_t - x_t)^+ + hE(x_t - z_t)^+,$$

где E — символ математического ожидания, c_i , h_i — константы, характеризующие уровень издержек.

"Издержки, которые компания терпит из-за дефицита" [11] — в нашем случае это компенсация дополнительных затрат за счет заложенного в стоимость перевозки "резерва", и даже выставление дополнительных счетов, если $z_t > x_t$.

"Издержки хранения" [11] в нашем случае возникают, если цена услуги будет неоправданно завышенной за счет слишком большой планируемой прибыли, что повлечет отток клиентов к конкурентам. В этом случае целесообразно накладывать некоторое пороговое ограничение за счет выбора коэффициента h .

Оптимальная по критерию минимума издержек за период (в нашем случае он равен сроку выполнения одного заказа) стратегия бюджетирования определяется следующим образом:

$$\hat{u}_{ii} = \begin{cases} R_{ii} - x_{ii} & \text{при } x_{ii} \leq r_{ii}, \\ 0 & \text{при } x_{ii} > r_{ii}. \end{cases}$$

где x_{ii} — доля суммы x_p , которая идет на оплату долга i -му поставщику, а R_{ii} и r_{ii} определяются посредством рекуррентной процедуры:

$$R_{t+1, i} = R_{ti} \left[1 - \gamma_{ii} \operatorname{sgn}(x_{ti} - z_{ti}) - \frac{c_i}{c_i + h_i} \right];$$

$$r_{t+1, i} = r_{ti} - \gamma'_{ii} \left(\frac{c_i}{c_i + h_i} r_{ti} \operatorname{sgn} u_{ii} - \right. \\ \left. - r_{ti} \operatorname{sgn}(x_{ti} - z_{ti}) \operatorname{sgn} u_{ii} - \theta(z_t) \operatorname{sgn} u_{ii} \right);$$

$$\theta(z_t) = \begin{cases} 0 & \text{при } z_t > R_t \\ z_t & \text{при } r_t \leq z_t \leq R_t \end{cases}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных адаптивных алгоритмов и моделей приводит к адекватным практическим результатам при решении разнообразных задач логистического цикла текущего управления производством. Это обстоятельство свидетельствует о перспективности разработки алгоритмов и методов управления ресурсами производства на базе современных методов теории автоматического управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дадали А. Системы ERP // КомпьютерПресс. — 2001. — № 10.
2. Кутыркин С. Б., Волчков С. А., Балахонова И. В. Повышение качества предприятия с помощью информационных систем класса ERP // Методы менеджмента качества. — 2000. — № 4. — С. 8–12.
3. APICS Dictionary. — N.-Y.: American Production and Inventory Control Society, 1987.
4. Куликов В. Стратегия развития информационных технологий в промышленности // Мир компьютерной автоматизации. — 2001. — № 4. — С. 16–18.
5. Бахтадзе Н. Н., Назин А. В. Виртуальные анализаторы маркетинговой информации в системе управления предприятием // Проблемы управления. — 2004. — № 4. — С. 30–35.
6. Афанасьев В. Н., Постников А. И. Информационные технологии в управлении предприятием. — М.: МГИЭМ, 2003.
7. Hoske M. T. How to integrate software // Control Engineering. — 2000. — Nov.
8. Лотоцкий В. А., Бахтадзе Н. Н., Максимов Е. А. Адаптивная идентификация в задачах стимулирования сбыта // Тр. ИПУ. — 2000. — Т. 10. — С. 86–92.
9. Bakhtadze N. N., Lototsky V. A. Fast convergent identification algorithms in inventory control problems. // Proc. of 10th IFAC Symp. SYSID'94. — Copenhagen, — 1994. — Vol. 2.
10. Балахонова И., Волчков С. Современные стандарты управления в России. — http://www.e-xecutive.ru/publications/aspects/article_1046.
11. Лотоцкий В. А., Мандель А. С. Модели и методы управления запасами. — М.: Наука, 1991.

☎ (095) 334-92-01

E-mail: bahfone@ipu.rssi.ru