

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 661:658.51

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Е.А. Соболев[@], аспирант, А.Р. Абдулгалимов, аспирант, С.В. Разливинская, доцент, В.Ф. Корнюшко, заведующий кафедрой

Кафедра информационных систем в химической технологии, Московский технологический университет (Институт тонких химических технологий), Москва, 119571 Россия

[@] Автор для переписки, e-mail: sobolev_e@yahoo.com

В статье рассмотрены основные аспекты проектирования корпоративной информационной системы управления логистическими процессами нефтехимического предприятия. Составлены функциональная и концептуальная модели управления поставками нефтехимической продукции. Авторы предлагают использовать модульный принцип построения информационной системы на основе ERP «Галактика». Описаны преимущества использования архитектуры «клиент-сервер» и объектно-реляционной модели данных в корпоративных информационных системах. Для выбора оптимальной стратегии управления запасами предприятия авторы рекомендуют использовать совместный ABC/XYZ-анализ по номенклатуре и объему продаж выпускаемой предприятием продукции.

Ключевые слова: корпоративные информационные системы, предприятия нефтехимического профиля, ERP, управление логистическими процессами, ABC/XYZ-анализ.

PRINCIPLES OF CORPORATE INFORMATION SYSTEM FOR LOGISTICS MANAGEMENT OF PETROCHEMICAL ENTERPRISES

E.A. Sobolev[@], A.R. Abdulgalimov, S.V. Razlivinskaya, V.F. Korniyushko

Moscow Technological University (Institute of Fine Chemical Technologies), Moscow, 119571 Russia

[@] Corresponding author e-mail: sobolev_e@yahoo.com

The article describes the main aspects concerning the development of the corporate information system for logistics management of petrochemical enterprises. The functional and conceptual models of petrochemical products supply management have been composed. The authors suggest using modular design of an information system based on ERP Galaktika. Advantages of applying the client/server architecture and object-relational data model to corporate information systems are outlined. The authors recommend using ABC/XYZ analysis as the method of classifying inventory by sales and products levels to determine the optimal inventory control strategy.

Keywords: corporate information systems, petrochemical enterprises, ERP, logistics management, ABC/XYZ-analysis.

Нефтехимическая отрасль в России обладает большим потенциалом роста. Наличие богатых запасов природных ресурсов и широкого рынка сбыта, а также поддержка государства, стимулирующего наращивание объема привлекаемых в отрасль средств, позволяют дать оптимистичный прогноз на экономическое развитие нефтехимической промышленности в ближайшие десятилетия. В последние годы

неизменно растет общее количество производимой продукции нефтехимического комплекса РФ [1]. В 2015 году Правительством РФ была запущена программа импортозамещения, в рамках которой значительно расширяется номенклатура выпускаемой продукции. В частности, на предприятиях уже внедряются в производство новые марки полимеров, а к 2017 году планируется полный отказ от импорта

крупнотоннажных полиэтилена и полипропилена. В некоторых областях российского рынка химической продукции возникла ситуация, когда предложение не успевает за спросом: к примеру, средний темп роста производства поливинилхлорида в последнее десятилетие составлял около 3.3% в год, в то время как спрос на него на рынке увеличивался в среднем на 8% в год [2]. Эту проблему также предполагается решить существенным увеличением производственных мощностей. В условиях роста объема производства, расширения номенклатуры и ассортимента выпускаемой продукции, и, как следствие, углубления рынка, на первый план выходит необходимость эффективной реализации продаж, а значит, и грамотной организации логистической системы. Согласно «Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года», утвержденной совместным приказом Минпромторга и Минэнерго РФ, одним из приоритетных направлений модернизации нефтехимической отрасли в период с 2016 по 2030 гг. является развитие логистической инфраструктуры.

В наше время в логистике, как и в большинстве смежных сфер деятельности, активно внедряются информационные технологии управления бизнес-процессами. Поэтому при проектировании логистической системы одним из ключевых этапов является выбор информационной системы. Нефтехимические предприятия, действующие на территории РФ, в основном представляют собой корпорации – объединения нескольких производственных точек под централизованным управлением (например, нефтехимическое производство ОАО НК «Башнефть» включает в себя цепочку из трех заводов: «Уфанефтехим», УНПЗ и «Уфаоргсинтез»). Такие предприятия имеют сложную многоуровневую систему организации бизнес-процессов. В связи с этим логично выбрать модель корпоративной информационной системы (КИС) для управления логистикой поставок. КИС организует сбор данных и их сосредоточение в управляющем центре предприятия, обеспечивает систематизацию и защиту информации, а также автоматизацию процессов, задействованных в обработке данных.

Проектируемая КИС должна соответствовать ряду базовых требований [3]:

1) системность – представление данных в форме систем и подсистем с организацией прозрачных связей между ними. Это позволит обеспечить быстрый доступ к данным и выявить существующие между ними зависимости на любом этапе принятия решений;

2) гибкость – способность системы к эволюционированию, быстрому расширению своих функциональных возможностей при возникновении необходимости;

3) поддержка технологий распределения обра-

ботки данных для организации работы в рамках корпоративной сети;

4) надежность – обеспечение защиты системы от случайных потерь и искажения информации, а также предотвращение возможной утечки конфиденциальных данных;

5) использование клиент–серверной архитектуры с поддержкой современных СУБД;

6) возможность интеграции системы с другим ПО.

Построение функциональной модели КИС

В зависимости от области применения, разработанной концепции планирования ресурсов и используемых методологий выделяют различные классы корпоративных систем: MRP, ERP, MPS, FRP и т.д. В сфере управления логистическими процессами предприятия хорошо зарекомендовали себя КИС ERP-класса (Enterprise Resource Planning) [4], характеризующиеся высокой адаптивностью к происходящим изменениям в планировании. ERP-системы имеют модульный принцип организации, за счет которого достигаются гибкость и расширяемость системы: предприятие использует только те модули, которые необходимы для выполнения текущей задачи, но в любой момент имеется возможность расширить функциональность системы подключением дополнительных модулей. Кроме того, способность ERP-систем к интеграции позволяет предприятию спроектировать свою КИС на базе нескольких ERP-систем, выбирая из каждой модули, лучшие в своей группе («best-of-breed») [5].

Выделим основные функциональные возможности, которыми должна обладать КИС управления логистикой нефтехимического предприятия:

1. Обеспечение информационного сопровождения всех операций, происходящих на физическом уровне: выгрузка и учет поступающего сырья, подготовка к отправке готовой продукции, принятие поступающих заказов, транспортировка продукции, управление запасами, различные операции на складе;

2. Автоматизация учета и контроля операций по движению финансовых ресурсов предприятия. В эту категорию входят вопросы текущего состояния счета, контролирование выполнения кредитных обязательств, различные бухгалтерские операции;

3. Проектируемая КИС должна предоставлять серьезную инструментальную базу по анализу и прогнозированию логистических бизнес-процессов предприятия. Качественно организованная информационная поддержка аналитических задач позволяет оптимизировать маркетинговую деятельность предприятия, увеличить продажи продукции, выработать прибыльную стратегию по планированию ресурсов, расставить правильные приоритеты при выборе направлений дальнейшего развития производства.

Таким образом, КИС управления логистиче-

скими процессами является мощным инструментом сбора данных и анализа информационных потоков предприятия, непосредственно влияющим на принятие управленческих решений. С учетом вышесказанного построим функциональную мо-

дель управления логистическими процессами на предприятии нефтехимического профиля. На рис. 1 приведена контекстная диаграмма данной модели в нотации IDEF0.

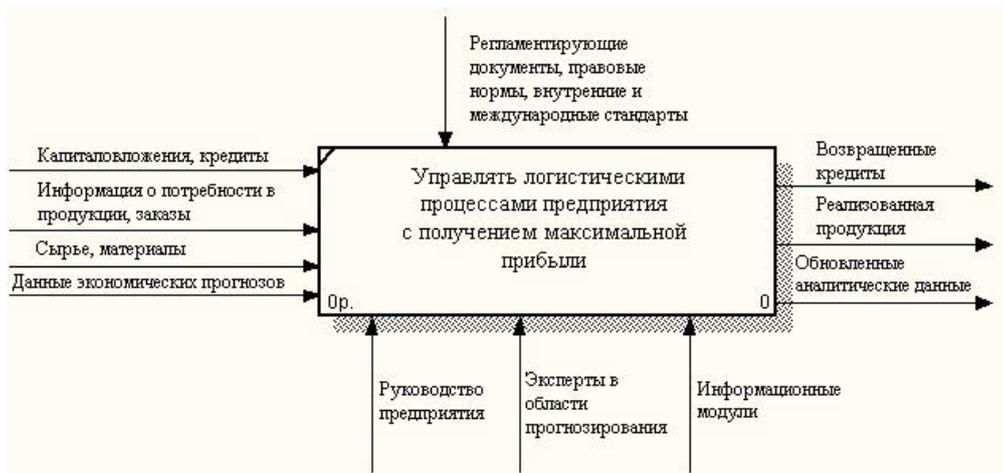


Рис. 1. Контекстная IDEF0-диаграмма управления логистическими процессами нефтехимического предприятия.

На основе разработанной модели и проведенного анализа функциональных возможностей, которые должны обеспечиваться информационными средствами, можно произвести выбор модулей, необходимых для правильной работы проектируемой КИС. В качестве примера будем использовать функциональные компоненты российской ERP-системы

«Галактика ERP» [6], принимая во внимание тот факт, что курс на импортозамещение, взятый Правительством РФ, также отразился на отечественном рынке ERP-систем [7]. На рис. 2 изображена модульная структура КИС управления логистическими процессами нефтехимического предприятия, построенная из модулей «Галактика ERP».

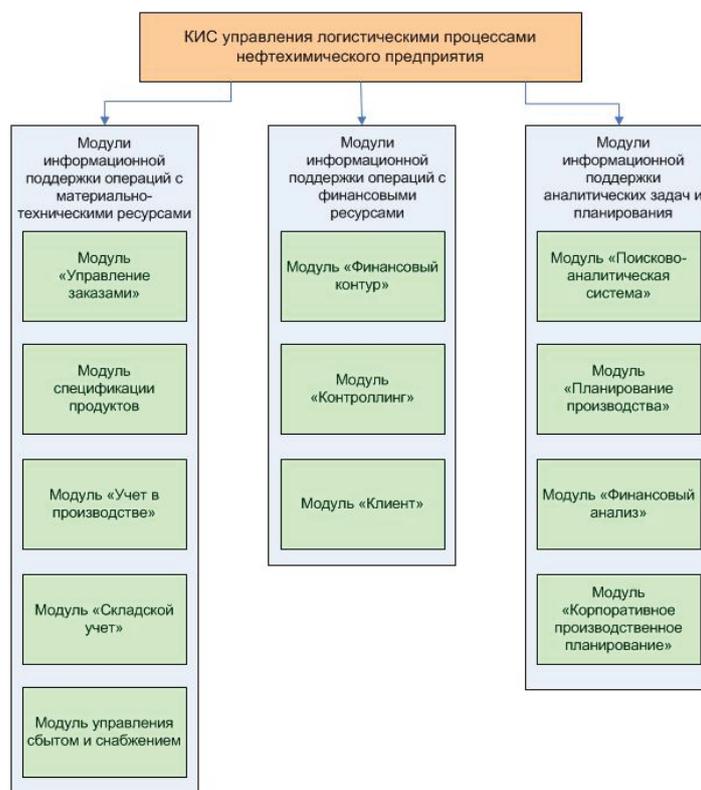


Рис. 2. Модульная структура КИС управления логистическими процессами нефтехимического предприятия на основе «Галактика ERP».

Выбор архитектуры КИС и построение концептуальной модели данных

Важным этапом проектирования КИС является выбор ее архитектуры. Большинство современных КИС управления логистическими процессами построены на архитектуре «клиент–сервер», предполагающей создание компьютерной сети и распределенной базы данных, состоящей из корпоративной базы данных, которая устанавливается на одном или нескольких компьютерах-серверах, и персональных баз данных, устанавливаемых на компьютерах-клиентах корпоративной базы

данных (компьютерах сотрудников различных отделов предприятия). Эффективность функционирования КИС, построенной на клиент–серверной архитектуре, достигается грамотной комбинацией коллективного доступа к общим данным корпоративной сети и индивидуальной работой с персональными данными. Результатом подобной организации БД является уменьшение сложности проектирования КИС и, как следствие, повышение ее надежности. На рис. 3 показана организация компьютерной сети, построенной по архитектуре «клиент–сервер», для КИС управления логистическими процессами нефтехимического предприятия.

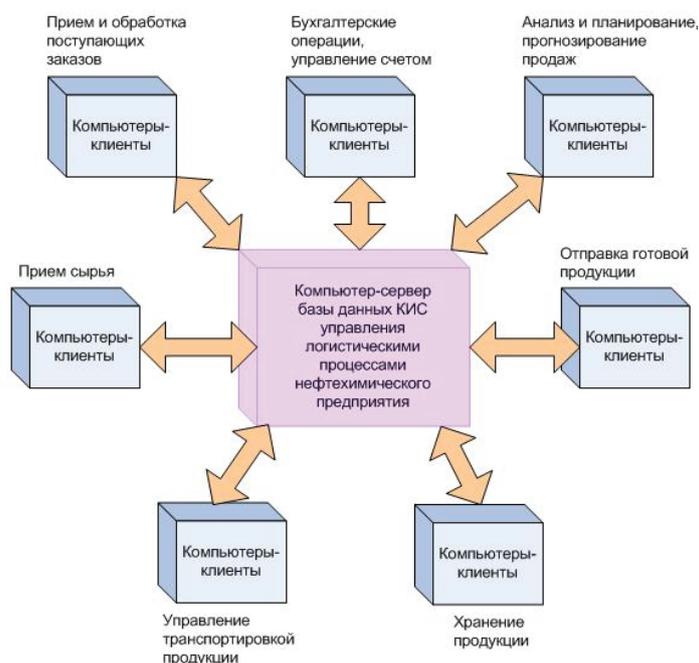


Рис. 3. Организация компьютерной сети КИС управления логистическими процессами нефтехимического предприятия.

Еще одним немаловажным фактором является выбор модели построения данных. Как правило, при проектировании КИС перед разработчиками предстает задача выбора между объектно-ориентированной и реляционной моделью. В объектно-ориентированной модели данные объекта хранятся как единое целое и имеют модульную структуру, что позволяет легко вносить в них изменения. Кроме того, объектная организация наиболее точно отражает сущности реального мира. Однако процесс построения объектно-ориентированной модели сопряжен с трудностями при определении типов связей между объектами. Для крупных БД, оперирующих большим количеством объектов различных типов данных, наиболее приемлемым является выбор гибридной объектно-реляционной модели базы данных [8]. В частности, приложения ERP-системы «Галактика» легко интегрируются с объектно-реляционными СУБД Oracle.

Процесс создания информационной модели базы данных состоит из трех этапов [9]. Первым из них является создание концептуальной модели, представляющей объекты системы и взаимосвязи между ними в обобщенном виде. На втором этапе выполняется переход от концептуальной модели к логической, которая отражает логические связи между элементами данных. На заключительном этапе строится физическая модель данных, отображающая логическую модель в физическое представление. На рис. 4 показана начальная концептуальная модель базы данных, используемой для управления поставками нефтехимической продукции.

Выбор оптимальной модели организации бизнес-процессов

Функциональная модель КИС и полная информационная модель ее базы данных показывают организацию процессов системы, действующую в на-

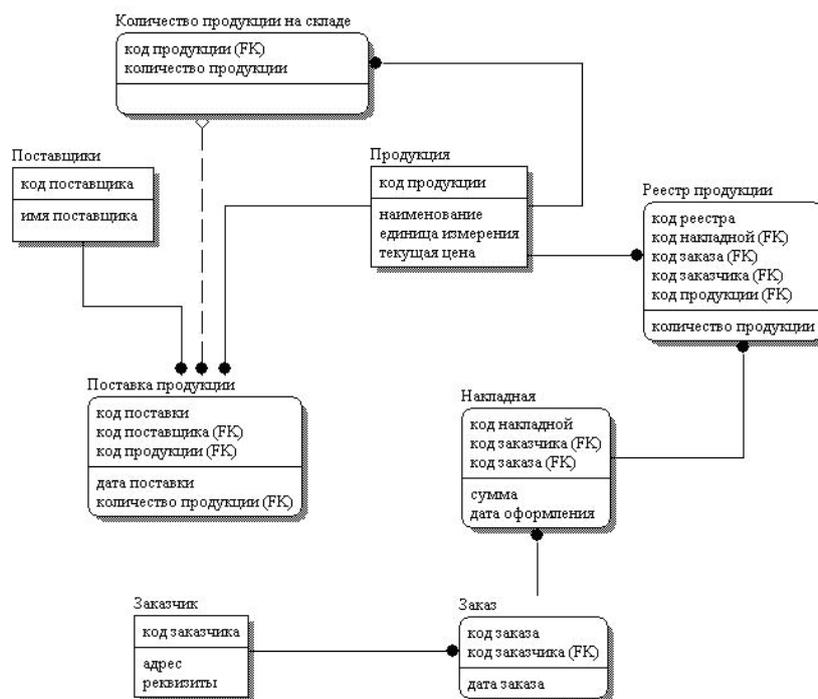


Рис. 4. Концептуальная модель данных управления поставками нефтехимической продукции.

стоящий момент («as-is» – «как есть»). По окончании функционального и информационного моделирования системы наступает очередь имитационного моделирования, заключающегося в рассмотрении всех возможных вариантов поведения системы. На данном этапе проводится анализ динамических характеристик бизнес-процессов и анализ распределения ресурсов. Имитационное моделирование проводится с использованием аналитических модулей ERP-систем. В результате строится несколько потенциально более прибыльных моделей («to be» – «как должно быть»), из которых необходимо выбрать оптимальную по некоторому критерию. В действительности таких критериев может быть много, и определение самого значимого из них вызывает серьезные затруднения. В подобных ситуациях для оценки эффективности построенной модели обычно применяют стоимостной анализ ABC (Activity Based Costing) [10], идентифицирующий работы предприятия и определяющий себестоимость каждой выполненной работы. Для КИС управления логистическими процессами нефтехимического предприятия целесообразно провести ABC-анализ по номенклатуре и объему продаж выпускаемой продукции. В ходе его выполнения все виды запасов предприятия распределяются по группам А, В и С. В группу А попадает продукция, составляющая около 50% оборота или прибыли предприятия и требующая постоянного отслеживания спроса, объемов заказываемых партий, тщательно продуманного планирования и постоянного учета. В категорию В заносится продукция, составляющая около 30% оборота или прибыли предприятия и тре-

бующая меньших затрат на инвентаризацию и учет. Продукция группы С имеет наименьшую долю в обороте или прибыли предприятия и подлежит детальному анализу. В эту категорию могут попасть как нерентабельные продукты, от производства которых следует отказаться, так и новые, недавно введенные в производство продукты, еще не успевшие выйти на рынок, но имеющие хорошие предпосылки для прибыльной реализации. В ходе функционально-стоимостного анализа также необходимо учитывать соотношение величины спроса и наличия запасов. Для его измерения можно применить математические методы, в частности, произвести расчет коэффициента корреляции, показывающего глубину взаимодействия между объемом произведенной продукции и продажами:

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp}) \cdot (y_i - y_{cp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - y_{cp})^2}}, \quad (1)$$

где x, y – значения изучаемых признаков (наличия запасов и объема продаж) n объектов ($i = 1, 2, \dots, n$); x_{cp}, y_{cp} – среднее арифметическое каждого ряда значений x и y .

Значение коэффициента может варьироваться в пределах от -1 до 1. Чем выше данный показатель, тем сильнее связь между признаками. При $R_{xy} = 0$ взаимосвязь отсутствует, а при $R_{xy} < 0$ характер связи между признаками носит обратную зависимость.

На основе данных расчетов можно выявить группу продуктов, составляющих небольшой процент оборота, однако пользующихся очень широким спросом и требующих наращивания производственных мощностей. К данной категории продуктов на российском нефтехимическом рынке относится поливинилхлорид, ситуация с которым была описана в начале данной статьи.

Наряду с ABC-анализом обычно проводят классификацию запасов посредством XYZ-анализа, распределяющего продукцию в зависимости от точности прогнозирования изменения спроса на три группы: X, Y и Z. К категории X относятся продукты с наиболее стабильной величиной потребления, к категории Z – продукты нерегулярного потребления с низкой точностью прогнозирования. Распределение продукции по группам выполняется в порядке возрастания коэффициента вариации v , определяющего степень отклонения данных x_i от среднего значения x_{cp} :

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n}}}{x_{cp}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Результатом проведения совместного ABC/XYZ-анализа является составление матрицы, распределяющей продукцию по мере рентабельности ее производства (рис. 5), и выявление причин, влияющих на продажи.

По итогам проведения данного анализа экспертами принимается решение о выборе оптимальной модели управления организацией логистических процессов.

Список литературы:

1. Годовой отчет «Башнефть» 2015. [Электронный ресурс] – М., июнь 2016. URL: http://www.bashneft.ru/files/iblock/faa/Final%20ar2015_web_rus.pdf (дата обращения: 22.11.2016).
2. Российская нефтехимия: на пути к импортозамещению. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.rusenergy.com/ru/articles/articles.php?id=77086> (дата обращения: 22.11.2016)
3. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. СПб.: Питер, 2008. 766 с.
4. Корнюшко В.Ф., Сырейщиков И.В. Информационная поддержка разработки системы управленческого учета предприятия на основе ERP // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 9. С. 46–50. DOI: 10.18454/IRJ.2016.51.169



Рис. 5. Матрица, полученная в результате проведения совместного ABC/XYZ-анализа.

Выводы

В работе были рассмотрены основные принципы построения информационной системы управления логистическими процессами на нефтехимических предприятиях РФ. С учетом особенностей организации предприятий данной отрасли и текущей экономической ситуации в стране выбор авторов был сделан в пользу построения корпоративной информационной системы на основе модулей ERP «Галактика». Исходя из сложности структуры организации процессов на больших нефтехимических предприятиях, для управления данными предлагается использовать реляционную СУБД с поддержкой технологий, реализующих объектно-ориентированный подход. Авторами выделены основные функциональные возможности, которыми должна обладать проектируемая система, и описана процедура построения информационной модели системы. Для оценки эффективности построенных моделей предлагается использовать результаты стоимостного анализа на основе проведения ABC/XYZ-классификации выпускаемой предприятием продукции.

References:

1. «Bashneft» annual report 2015. Moscow, June 2016. Available at: http://www.bashneft.ru/files/iblock/faa/Final_ar2015_web_rus.pdf (Access date 22 November 2016). (in Russ.).
2. Russian petrochemicals: towards import substitution. Available at: <http://www.rusenergy.com/ru/articles/articles.php?id=77086> (Access date 22 November 2016) (in Russ.).
3. Broydo V.L., Il'ina O.P. Computer systems, networks and telecommunications. SPb.: Piter Publ., 2008. 766 p. (in Russ.).
4. Korniyushko V.F., Syreischikov I.V. Informational support for the development of the company's management accounting based on ERP system // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal (International Research Journal). 2016. № 9. P. 46–50. (in Russ.) DOI: 10.18454/IRJ.2016.51.169

5. Mabert V.A., Watts C.A. Strategic ERP. Extension and Use. Stanford: Stanford University Press. 2005. P. 52–70.

6. Гаврилов Л.П. Информационные технологии в коммерции. М.: ИНФРА-М, 2010. 238 с.

7. Главные тенденции российского рынка ERP-систем [Электронный ресурс] – Деловой портал TAdviser, 2016. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Главные тенденции рынка ERP-систем (Россия) (дата обращения: 25.11.2016).

8. Малых В.Л., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Объектно-реляционный подход к созданию больших информационных систем / Программные системы. М.: Физматлит, 1999. С. 177.

9. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2012. 608 с.

10. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами: пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 304 с.

5. Mabert V.A., Watts C.A. Strategic ERP. Extension and Use. Stanford: Stanford University Press, 2005. P. 52–70.

6. Gavrilov L.P. Information technologies in commerce. M.: INFRA-M, 2010. 238 p. (in Russ.)

7. The main trends of Russian ERP-systems market. Business portal TAdviser. 2016. Available at: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Главные_тенденции_рынка_ERP-систем_\(Россия\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Главные_тенденции_рынка_ERP-систем_(Россия)) (Access date 25 November 2016). (in Russ.).

8. Malykh V.L., Pimenov S.P., Hatkevich M.I. Object-relational approach to the creation of large information systems / Software Systems. M.: Fizmatlit Publ., 1999. P. 177. (in Russ.).

9. Orlov S.A., Tsil'ker B.Ya. Software development technologies. SPb.: Piter Publ., 2012. 608 p. (in Russ.).

10. Schreibfeder J. Achieving effective inventory management: transl. from Engl. M.: Alpina Business Buks Publ., 2006. 304 p. (in Russ.).