

УДК 004.358;339.372.8
ББК 65.05;73.4

В. Ю. Ганюков, А. А. Ханова, Н. В. Сульдина

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЙ, АГЕНТНОЙ
И СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ**

V. Yu. Ganyukov, A. A. Khanova, N. V. Suldina

**INTELLIGENCE SYSTEM OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
OF LOGISTIC COMPANY BASED ON THE DISCRETE EVENT, AGENT
AND SYSTEM DYNAMIC SIMULATION MODELS**

Имитационное моделирование и интеллектуальный анализ продаж являются эффективным инструментом анализа управления логистическими сетями строительной компании. Технология управления логистическими цепями на базе многоподходных имитационных моделей позволит автоматизировать процесс управления путем проектирования структуры логистической сети. Точное прогнозирование спроса, составление планов, контроль процессов в логистической сети, оперативное принятие решений обеспечит система интеллектуального анализа данных. Предлагаемая технология анализа системы управления цепями поставок поможет реализовать задачи повышения эффективности функционирования путем предоставления средств анализа изменений внутри логистической сети и в рыночном окружении, а также средств адаптивного планирования и координации процессов для всех участников логистической сети.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ продаж, имитационное моделирование строительной компании, управление цепями поставок, адаптивное планирование, логистическое снабжение.

Simulation modeling and intelligence analysis of the sales are effective tools for the analysis of logistic network management of the building company. The technology of management of logistic chains based on the multi-variant simulation models will automate the management process by designing the structure of the logistics network. Exact demand forecasting, plan collaboration and control of the processes in the logistic network, the operational decision-making will be provided by the system of the intelligence data analysis. The developed technology of the analysis of supply chain management system will help to realize the tasks of improving the efficiency of the operation by providing tools of the analysis of changes within the logistic network and in market environment, as well as of adaptive planning and coordination of the processes for all participants of the logistic network.

Key words: intelligence analysis of the sale, simulation modeling of the building company, supply chain management, adaptive planning, logistic distribution.

Введение

Одной из наиболее важных в современной экономике является строительная отрасль. Компании оптовой торговли строительными и отделочными материалами полностью за счет собственных возможностей обеспечивают комплексное строительство объектов любой сложности. Управление товарными потоками – область, в которой лежат основные источники формирования конкурентных преимуществ большинства успешных компаний.

Оптимизация операций, снижение уровня страховых запасов, повышение использования производственных мощностей – задачи, которые ставит рыночная среда перед менеджментом компании.

Основной целью исследований являлась разработка технологии анализа системы управления цепями поставок с целью повышения эффективности функционирования компании оптовой торговли строительными материалами [1].

В ходе исследования были изучены аналогичные системы с целью разработки системы анализа цепи поставок и системы прогнозирования спроса на основании анализа рынка сбыта.

Современный подход к управлению цепями поставок

Логистическая сеть является сложной разветвленной системой, пронизанной потоками информации и требующей сквозного управления. Управлять такой сетью крайне сложно, и руководителям, чтобы успешно действовать в изменчивой конкурентной среде, необходима оперативная, целостная и прозрачная информация обо всей логистической сети в целом.

Управление цепями поставок – это организация, планирование, контроль и выполнение товарного потока, от проектирования и закупок через производство и распределение до конечного потребителя в соответствии с требованиями рынка к эффективности по затратам [2, 3].

Концепция управления логистическими цепями объекта управления строится на линейном подходе к анализу логистических процессов, при котором основная задача – оптимальное использование ресурсов для удовлетворения потребностей клиента (рис. 1, а).

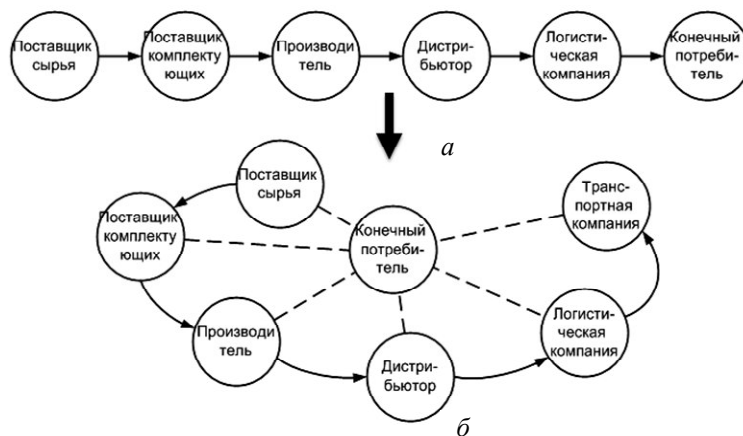


Рис. 1. Концепции логистической сети поставок: а – линейная; б – адаптивная

В настоящее время традиционный подход не вполне соответствует требованиям реальности – в первую очередь из-за постоянной изменчивости рыночной конъюнктуры и самой структуры технологической цепочки.

Наиболее прогрессивная методология управления логистикой – концепция адаптивных логистических сетей. В центре такой сети находится потребитель, а эффективность и, следовательно, конкурентоспособность предприятия определяются не только оптимальностью использования его мощностей, но и эффективной работой всей партнерской сети (рис. 1, б).

Во многом изменения в бизнесе обусловлены появлением новых технологий, позволяющих по-новому организовать сотрудничество в рамках технологической цепочки.

Рынок, предоставляющий программные продукты для построения цепи поставок, обширен.

Одними из самых распространенных разработок являются: IFS «Управление цепями поставок (SCM)»; SAP SCM «Управление логистической сетью»; Oracle Supply Chain Management; Система Alfa.

Вышеперечисленные решения по управлению цепями поставок имеют широкие возможности в области снабжения, сбыта и розничной торговли. Однако подсистемы прогнозирования спроса учитывают лишь продажи прошлых периодов, не анализируя рынок и степень его насыщения, тогда как отличительными чертами сегодняшней бизнес-среды являются постоянно меняющийся спрос, снижение приверженности клиента, массовый характер позаказного производства, сокращение жизненных циклов продуктов и более жесткая конкурентная борьба.

Интеграция технологий имитационного моделирования и интеллектуального анализа данных

Наиболее сложным этапом в управлении цепями поставок является процесс принятия решения, т. к. необходимо проанализировать множество взаимосвязанных, часто стохастических событий. Определение параметров проектируемой распределительной сети, прогноз работы нового оборудования в существующей системе предприятия, выявление и минимизация «узких мест» логистической сети, оптимизация запасов и работы склада – задачи, которые с большей точностью, чем другие инструментальные средства решает имитационное моделирование.

Имитационная модель (ИМ) условно отображает реальный объект – компанию оптовой торговли в системе его внутренних и внешних связей и проверяет, как он будет работать при определенных условиях [4, 5]. Технология управления логистическими цепями на базе многоподходных ИМ позволит полностью автоматизировать процесс управления путем проектирования структуры логистической сети.

Рынок сбыта лучше всего описывается с помощью агентного моделирования (АМ). В очень динамичной, конкурентной и сложной среде рынка выбор покупателя, который представлен как агент с индивидуальными целями и правилами, зачастую зависит от индивидуальных особенностей, врожденной активности потребителя, сети контактов, а также внешних влияний.

Отражение развития системы во времени, когда состояния переменных меняются в конкретные моменты времени, обеспечит дискретно-событийное моделирование (ДСМ), которое используется для описания работы распределительных пунктов и складских помещений.

При построении денежных потоков более всех других парадигм помогает системная динамика (СД).

Система имитационного моделирования (СИМ) AnyLogic поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретно-событийный), системно-динамический и агентный, а также любую их комбинацию [6].

Точное прогнозирование спроса, составление реально выполнимых планов, контроль процессов в логистической сети, оперативное принятие решений обеспечат новые технологии и эффективные инструменты для их реализации. Таким инструментом является система интеллектуального анализа данных (ИАД).

Deductor является аналитической платформой, т. е. основой для создания законченных прикладных решений. Реализованные в Deductor технологии позволяют на базе единой архитектуры пройти все этапы построения аналитической системы: от создания хранилища данных до автоматического подбора моделей и визуализации полученных результатов.

Концепция системы

На начальном этапе разработки системы исследуется материально-техническое обеспечение компании: количество складских помещений и их характеристики, парк транспортных средств, финансовое состояние компании, а также количество торговых точек и их удаленность от центра распределения. Необходимо также изучить все логистические процессы компании.

В рамках подхода производится процедура системного синтеза и в результате идентифицируется обобщенная система, в рамках которой функционирует конкретный системный процесс управления цепями поставок.

Базируясь на принципах функционирования системы (формирование графика поставок, согласование заказов, формирование бюджета закупок, обеспечение контроля выполнения поставок, осуществление взаимодействия с поставщиками и транспортными компаниями) и опираясь на заданные правила, интерпретируют результат поддержки принятия решений о формировании общей стоимости расходов и выставлении претензии поставщику. Процесс мониторинга состояния товарных запасов основывается на определении ресурсных ограничений функционирования системы и интеллектуальных ресурсов – директора и менеджера отдела логистики и программных средств.

По результатам исследования предметной области была разработана онтология (рис. 2).

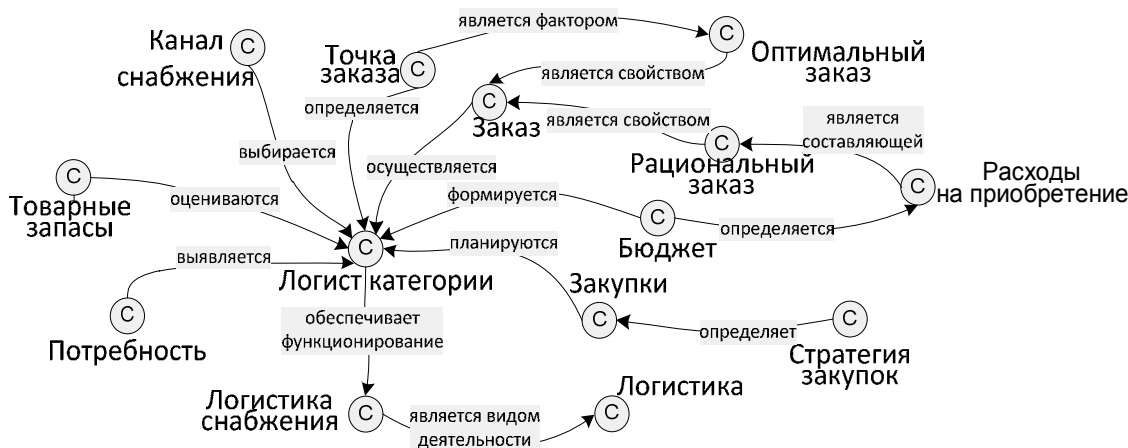


Рис. 2. Фрагмент онтологии логистики снабжения

Для обеспечения поставок товара в соответствии с будущим спросом необходимо проанализировать рынок оптовых продаж в строительной сфере. При этом следует выделить основные показатели, которые смогут дать адекватную оценку спроса для последующего периода, а также проанализировать долю спроса для каждого сегмента потребителей: корпоративного; целевого; индивидуального.

Система управления цепями поставок должна включать ИМ и хранилище данных (рис. 3). Разработка ИМ в первую очередь включает этап определения параметров модели, которые наилучшим образом будут описывать поведение реального объекта моделирования.

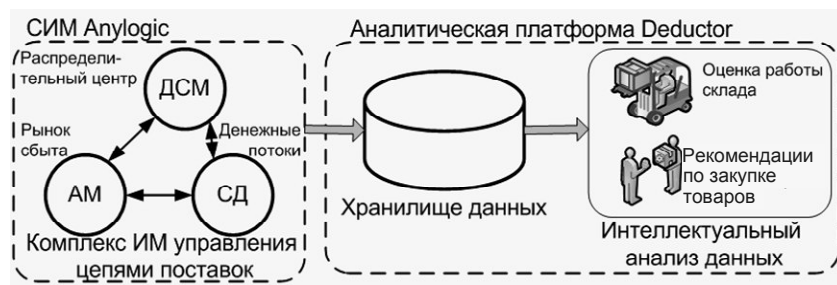


Рис. 3. Интеграция технологий ИМ и ИАД

Для того чтобы найти оптимальное решение задачи моделирования с учетом возможных изменений параметров модели «что если...», осуществляются прогоны ИМ с варьированием параметров, определенных на ранних этапах разработки. Каждое из значений того или иного параметра сохраняется и впоследствии будет являться одним из источников для наполнения хранилища данных.

Проектирование структуры хранилища данных подразумевает выбор данных, необходимых для анализа эффективности функционирования цепи поставок в компании и непосредственно проектирования структуры хранилища с предварительным распределением данных по типам: измерение, ссылка на измерение, атрибут, факт.

В хранилище данных расположены следующие накопители данных: хранилище результатов моделирования, хранилище прогнозов, хранилище состояния рынка сбыта.

DFD-модель определяет основные функции информационной системы (ИС) с внешними входами и выходами (рис. 4).

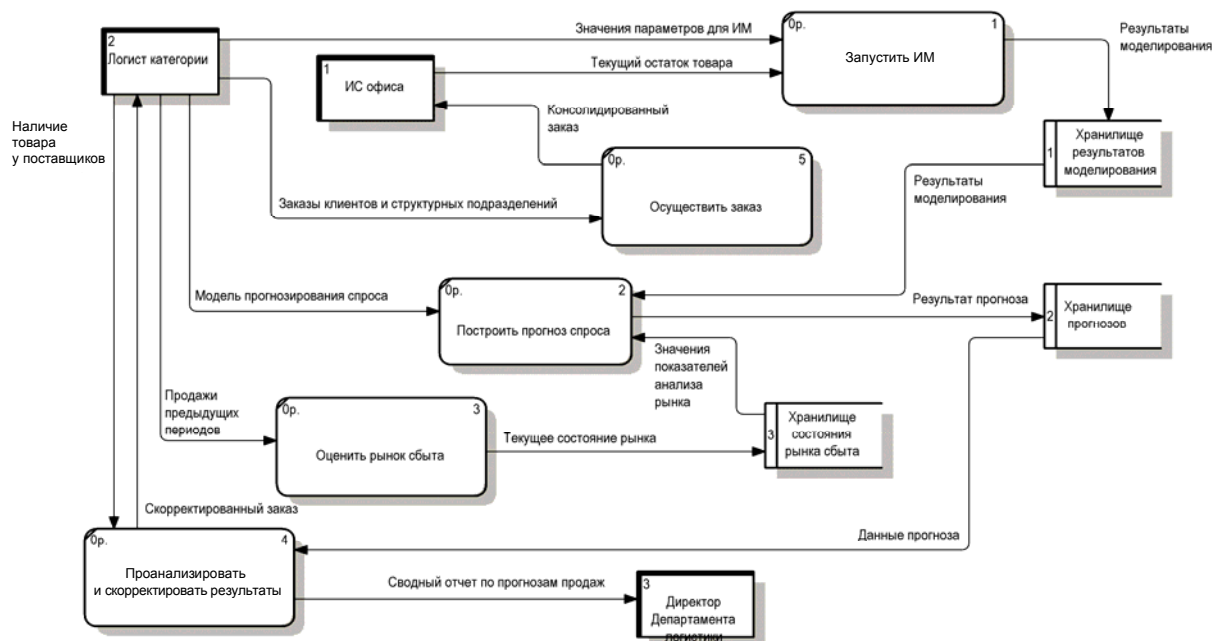


Рис. 4. Диаграмма потоков данных

Технология работы системы

Система обеспечивает выполнение следующих функций: запустить ИМ; построить прогноз спроса; оценить рынок сбыта; проанализировать и скорректировать результаты; осуществить заказ.

При запуске ИМ отображается форма ввода параметров моделирования. Она включает три области: параметры для моделирования рынка сбыта, распределительного центра и департамента логистики и денежных потоков.

Модель распределительного центра моделируется дискретно-событийным способом и представляет собой совокупность складов строительных материалов, снабжение и распределение товаров с которых осуществляется в соответствии с политикой торговой сети. Ежедневно происходят продажи товаров со складов в зависимости от рыночного спроса и величины насыщенности рынка. Когда уровень запасов достигает нижней границы (страхового уровня), логисты категорий заказывают новую партию товара у поставщиков. Нижняя граница для каждой категории товара определяется в зависимости от географической удаленности поставщика от распределительного центра и возможными временными задержками в связи с отсутствием необходимого количества товара на складе поставщика. При получении товары доставляются на склад, происходит их разгрузка и сверка фактически полученного ассортимента с контрольным листом прихода. В систему заносится поступившее количество товара, после чего обновляется состояние запасов.

Модель потребительского рынка моделируется агентным способом, т. е. каждый потребитель будет задан отдельным агентом. Потребители приобретают продукт под влиянием рекламы или личного общения со своими знакомыми. Если потребитель ждет поступления товара слишком долго, то он отзывает свою заявку на его приобретение и снова становится потенциальным потребителем. Со временем продукт может прийти в негодность, что вызовет необходимость приобретения ему замены.

Фрагмент модели цепи поставок представлен на рис. 5. По завершении работы модели все значения параметров экспортируются в хранилище данных.

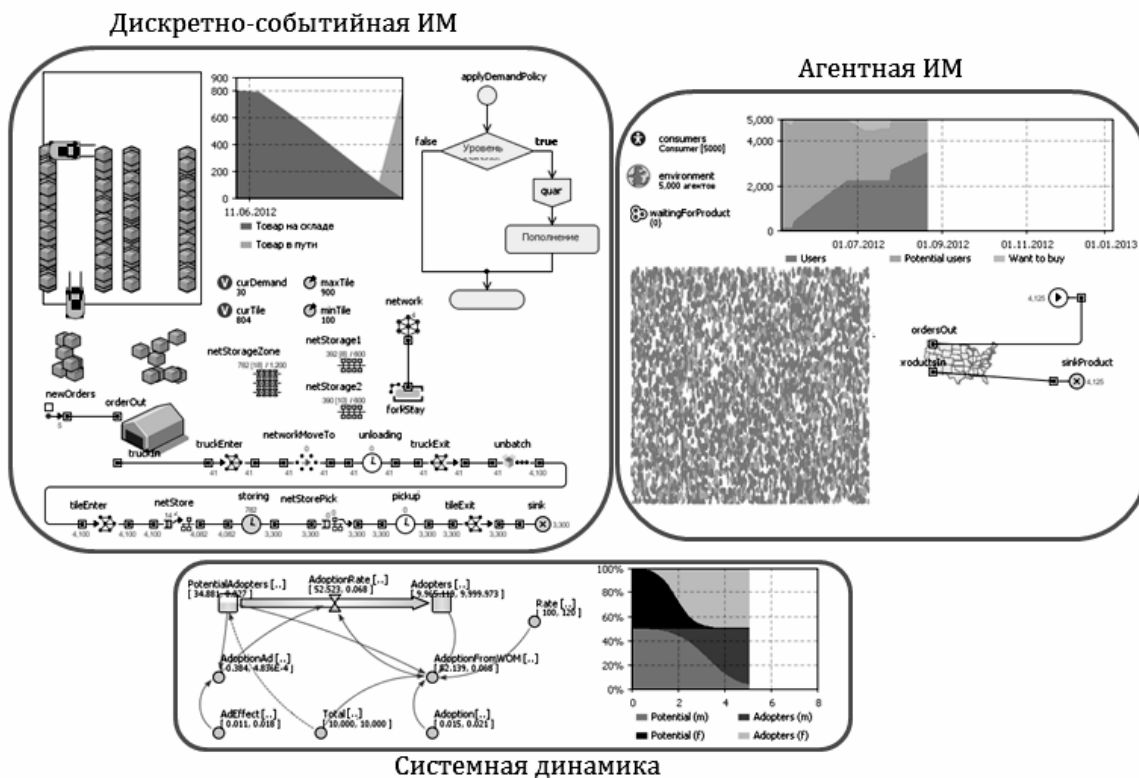


Рис. 5. Модель цепи поставок

Наполнение хранилища данных осуществляется путем загрузки в хранилище сохраненных результатов прогонов модели. При этом данные справочного характера загружаются в хранилище из учетной системы оптовой компании. После загрузки всех необходимых данных в хранилище производится извлечение информации из хранилища данных для анализа следующими средствами обработки данных (рис. 6):

- парциальная обработка;
- факторный анализ;
- корреляционный анализ;
- дубликаты и противоречия;
- линейная регрессия;
- логистическая регрессия;
- прогнозирование.

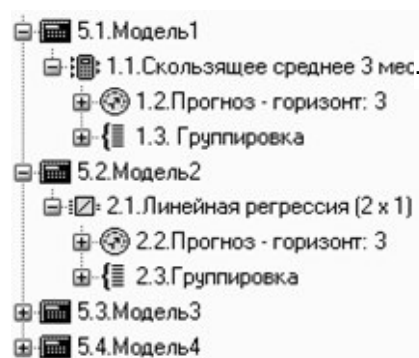


Рис. 6. Фрагмент сценария обработки данных

С помощью сценариев в Deductor строится несколько моделей временных рядов, выбирается наилучшая и по ней рассчитывается потоварный прогноз на следующие три периода. В качестве моделей прогноза выбирается модель скользящего среднего за предыдущие три месяца, а также линейная регрессия с тремя периодами.

На начальном этапе из хранилища импортируются данные о продажах, после чего они группируются и строится диаграмма временного ряда продаж позиций товарных групп. Затем данные приводятся к специальному виду для построения моделей при помощи скользящего окна. Дальше сценарий делится на несколько идентичных ветвей, в каждой из которых строится та или иная модель временного ряда. В качестве критерия качества модели выбирается среднеквадратическая ошибка, рассчитываемая на ретропрогнозе.

Все рассчитанные прогнозы объединяются в один набор данных и на основе информации о модели с минимальной ошибкой выбирается оптимальный прогноз.

На основе расчетных данных формулируется общий вывод о работе компании при заданных параметрах. Данные отчеты являются управляющей информацией и будут использоваться для повышения эффективности использования материально-технической базы компании.

Заключение

В результате изучения цепей поставок было выявлено, что эффективным инструментом анализа управления логистическими сетями является имитационное моделирование и интеллектуальный анализ продаж.

Разработанная технология анализа системы управления цепями поставок поможет осуществить повышение эффективности функционирования путем предоставления:

- прозрачности всего логистического комплекса, включая местонахождение грузов и транспортных средств, загрузки мощностей и каналов транспортировки;
- средств адаптивного планирования и координации процессов для всех участников логистической сети;
- средств анализа изменений внутри логистической сети и в рыночном окружении;
- средств поддержки интегрированных бизнес-процессов всего логистического цикла, который объединяет несколько предприятий технологической цепочки и рынок сбыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханова А. А., Пономарёва А. С. Организация принятия решений в виде цикла управления эффективностью организации // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – С. 171–177.
2. Иванов Д. А. Управление цепями поставок. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. – 660 с.
3. Смирнова Е. А. Управление цепями поставок: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 120 с.
4. Боев В. Д., Кирик Д. И. Компьютерное моделирование. – СПб.: ВАС, 2011. – 348 с.
5. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011. – 304 с.
6. Мезенцев К. Н. Моделирование систем в среде AnyLogic. – М.: МАДИ, 2011. – 109 с.

Статья поступила в редакцию 10.05.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ганюков Владимир Юрьевич – ООО «Электротехническая компания», департамент логистики; директор; Vladimir_elko@land.ru.

Ganyukov Vladimir Yurievich – LLC "Electrotechnical Company", Logistic Department; Director; Vladimir_elko@land.ru.

Ханова Анна Алексеевна – Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; доцент кафедры «Прикладная информатика в экономике»; akhanova@mail.ru.

Khanova Anna Alekseevna – Astrakhan State Technical University; Candidate of Economical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department "Applied Informatics in Economics"; akhanova@mail.ru.

Сулъдина Наталья Викторовна – Астраханский государственный технический университет; студентка, специальность «Прикладная информатика в экономике»; moruava@rambler.ru.

Suldina Nataliya Victorovna – Astrakhan State Technical University; Student, Speciality "Applied Informatics in Economics"; moruava@rambler.ru.