

Средства анализа и выявления закономерностей информационных потоков в логистике производственного предприятия

А.А. Ханова, С.М. Сидагалиева, И.О. Бондарева

Астраханский государственный технический университет

Аннотация: Предложено решение по интеграции многопроходных имитационных моделей и анализа данных в области логистики производственного предприятия. Технология логистического управления на базе многопроходных имитационных моделей позволит автоматизировать процесс управления путем проектирования структуры логистической сети производственного предприятия. Прогнозирование спроса, составление планов, контроль процессов в логистической сети, оперативное принятие решений, обеспечит система интеллектуального анализа данных. Разработанная технология выявления закономерностей информационных потоков в логистике производственного предприятия 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 логистического процесса.

Ключевые слова: имитационная модель, анализ данных, логистика, производственное предприятие, информационные потоки, агентная модель, прогнозирование, дискретно-событийная модель, адекватность, склады, рынок сбыта.

Процесс принятия решений в управлении логистикой производственного предприятия (ПП) связан анализом и выявлением закономерностей среди множества взаимосвязанных, часто стохастических событий и невозможен без применения современных информационных технологий [1, 2]. Рынок, предоставляющий программные продукты для построения цепи поставок очень обширен и имеет 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 [3].

Определение параметров логистической сети, анализ работы оборудования в существующей системе ПП, выявление и минимизация «узких мест», оптимизация запасов и работы склада, прогнозирование спроса, составление реально выполнимых планов, контроль процессов в логистической сети – задачи, находящиеся на стыки технологий имитационного моделирования и интеллектуального анализа данных [4]. Определим семантические подсистемы [5] программного комплекса системы анализа цепи поставок ПП (рис. 1):

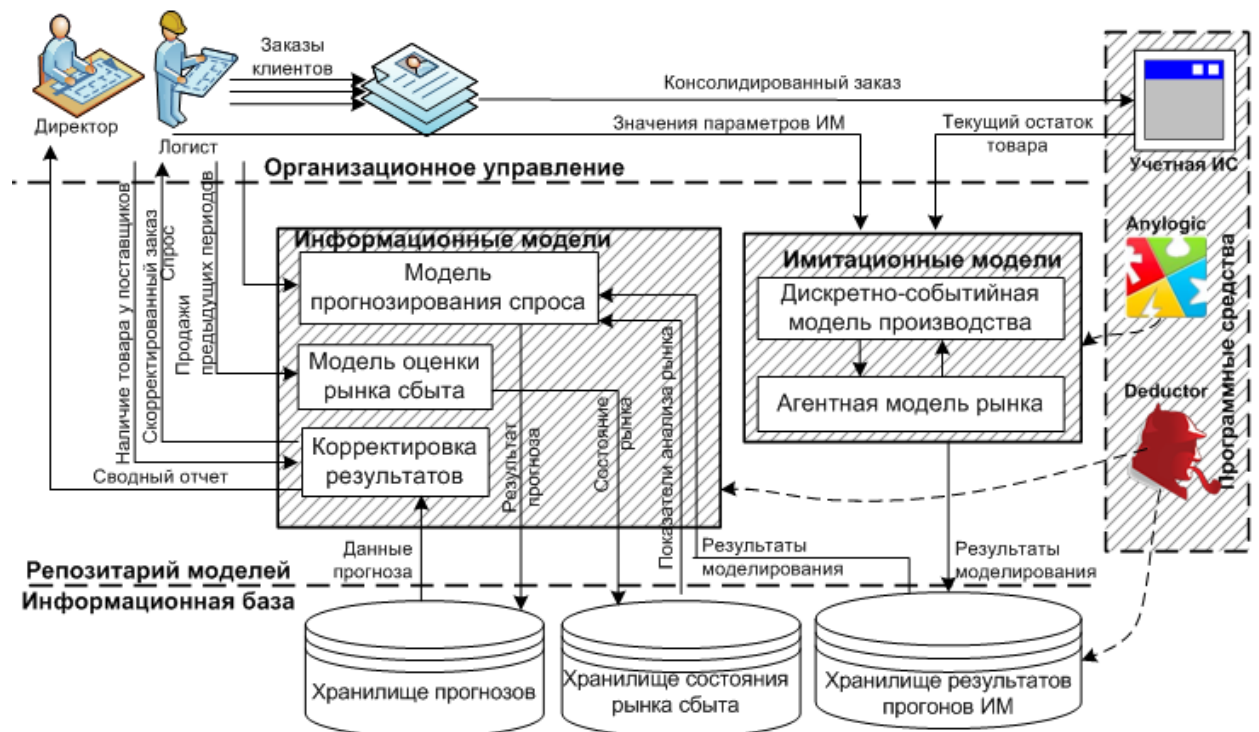


Рис. 1. – Концептуальная структура системы анализа цепи поставок ПП

1. Подсистема «Организационное управление» включает совокупность внешних сущностей, с которыми взаимодействует система: логист; учетная информационная система ПП; директор департамента логистики. От внешних сущностей система получает данные по продажам предыдущих периодов, информацию о товаре, его текущий остаток, размеры заказов в результате работы система генерирует сводный отчет по прогнозам продаж и предоставляет его директору департамента логистики.

2. Подсистема «Репозиторий моделей» представляет собой комплексное представление предметной области в виде интегрированных моделей 2-х классов: имитационные (ИМ) и информационные (ИНМ). ИМ ориентированы на учет неопределённостей и случайностей, как внешних условий, так и самой моделируемой системы [6]. В ИНМ отправной точкой являются данные, характеризующие исследуемый объект.

3. Подсистема «Программные средства» характеризует инструментарий: учетные системы ПП, система многопроходного ИМ Anylogic для реализации комплекса агентных (АМ) и дискретно-событийных моделей (ДСМ) и аналитическая платформа Deductor [7] для реализации сценариев обработки ИНМ.

4. Подсистема «Информационная база» включает следующие хранилища данных (ХД): прогнозов, состояния рынка сбыта, результатов моделирования.

Система анализа цепи поставок ПП должна обеспечивать выполнение следующих функций: запуск ИМ; построение прогноза спроса; оценка рынка сбыта; анализ и корректировка результатов; осуществление заказа. ИМ цепи поставок ПП представляет собой совокупность ДСМ и АМ (таблица №1):

Таблица № 1

Классы активных объектов (АО) имитационной модели

Класс АО	Моделирование	Тип модели
Поставщик	<p>процессов получения заказа от логиста и доставки на склад товара (Enterprise Library)</p>	ДСМ
Склад	<p>процесса функционирования склада на территории распределительного центра (Enterprise Library)</p>	ДСМ

<p>Покупатель</p>	<p>поведения агентов – покупателей (Диаграммы состояний)</p>	<p>АМ</p>
<p>Рынок сбыта</p>	<p>рынка сбыта - от агентов поступают заказы по приобретению товара</p>	<p>ДСМ</p>
<p>Цепочка поставок</p>	<p>взаимосвязи информационных потоков логистики ПП</p>	<p>верхний уровень отображения модели</p>

Разработка ИМ включает этап определения параметров модели, которые наилучшим образом будут описывать поведение реального объекта моделирования. Для того чтобы найти наиболее эффективное решение задачи моделирования с учетом возможных изменений параметров модели «что если...» осуществляются прогоны ИМ с варьированием параметров, определенных на ранних этапах разработки, моделируются различные ситуации в логистической

Объект	Имя
Производственное предприятие	DDW2
Кубы	
Процессы	
Продажи	SALES
Атрибуты	
Измерения	
Дата	DATE_S_1
Группа_товара.Код	ab WARE_GROUP_ID_1
Факты	
Количество	9.0 QUANTITY
Сумма	9.0 SUMM
Измерения	
Группа_товара	ab WARE_GROUP_ID
Атрибуты	
Измерения	
Дата	DATE_S
Атрибуты	
Измерения	

Рис. 2. – Семантический слой ХД ПП

системе предприятия и рынке сбыта [8]. Каждое из значений того или иного параметра будет являться одним из источников для наполнения ХД (рис. 2).

Часть сценариев обработки данных носит технологический характер – загрузка-выгрузка данных, другие реализуют алгоритмы ИНМ [9]: модель прогнозирования спроса (МПС), модель оценки рынка сбыта, (МРС) анализ и корректировка результатов (АКР) (табл. 2), осуществляют проверки моделей на адекватность и формируют отчеты (рис. 3).

Таблица № 2

Комплекс информационных моделей анализа ПП

ИНМ	Уравнения модели	Обозначения
МПС	Прогноз продаж: $F_d = T_{об} \cdot Kф$; Коэффициент прогноза: $Kф = \sum Pr_{тек} / \sum Pr_{пр}$; Заказ: $Z = F_d - R_s$.	$T_{об}$ – товарооборот текущего периода прошлого года, $\sum Pr_{тек}$ – итоговое количество продаж текущего года, $\sum Pr_{пр}$ – итоговое количество продаж прошлого года, R_s -остаток на начало месяца на складе
МРС	Уровень спроса на продукцию $C = N_{потенц} \cdot I_{ср} \cdot t \cdot k_{прив} \cdot k_{восп} \cdot k_{потр}$	$N_{потенц}$ – количество потенциальных потребителей в рамках сегмента, $I_{ср}$ – средняя интенсивность потребления товара в сегменте, t – время, $k_{прив}$ – коэффициент, отражающий ежедневный круг общения, $k_{восп}$ – коэффициент восприятия, отражающий инертность восприятия потребителями товара на рынке, $k_{потр}$ – коэффициент, учитывающий долю потребителей, охваченных информацией о товаре
АКР	Уровень спроса на продукцию: $C = Q / \exp(a + bt) + 1$,	a, b – константы, которые вычисляются, если известен первичный уровень спроса и рыночный потенциал, Q – рыночный потенциал.

Все рассчитанные данные загружаются в многомерный куб для удобства анализа и просмотра данных. Эффективность работы складов и отдела логистики в целом зависит от метода пополнения товарных запасов и остатка товара на конец месяца [10]. Большое количество товара на складе в

конце месяца позволяет сделать вывод о неэффективности прогноза или о неликвидности товара, такой процесс нежелателен.

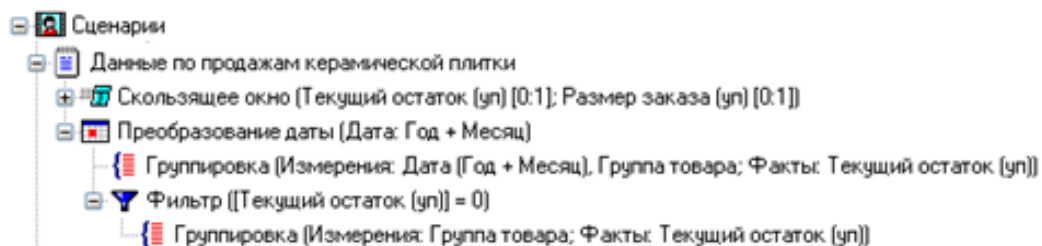


Рис. 3. – Фрагмент сценарной обработки отчета «Вывод о работе складов»

Общий вывод о состоянии информационных потоков в логистике ПП содержит параметры, выбранные на этапе прогона модели (максимальный и страховой запасы), данные «нулевых» продаж, которые произошли по вине поставщиков, в связи с отклонением сроков поставки товара (Рис. 4).

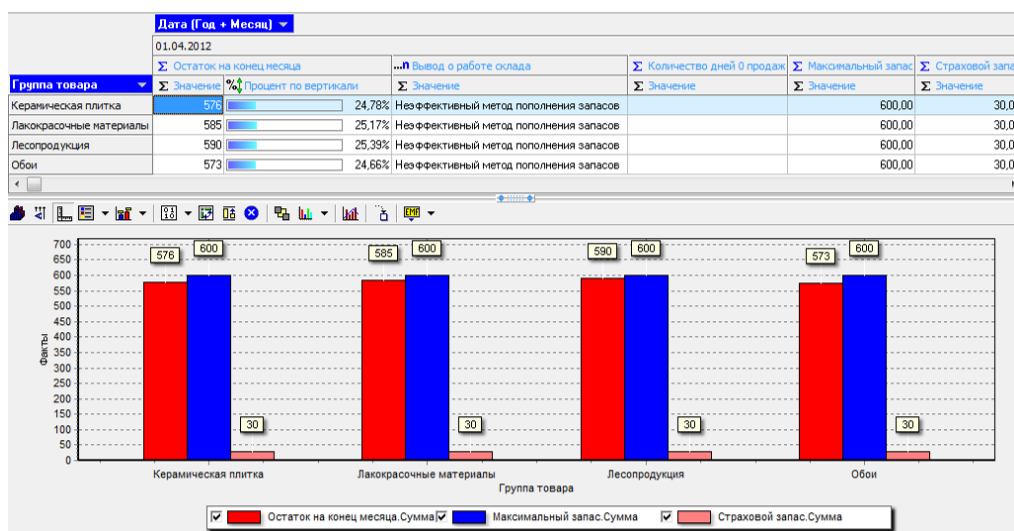


Рис. 4. - Общий вывод о работе складов

В отчет включены данные об остатке товаров на складах на начало последнего месяца моделирования, которые можно сравнить с данными максимального запаса. В зависимости от полученного значения по каждой категории товара, выводится один из следующих выводов о применяемых прогнозах и методах:

- возможность отсутствия продаж товара, что означает отслеживание сроков доставки товара и, возможно, увеличение страхового запаса;

- оптимальный прогноз – ПП использует наиболее эффективный прогноз для пополнения запасов, обеспечивающий бесперебойные продажи;
- неэффективный прогноз – на начало месяца на складе остается значительное количества товара, возможно из-за сезонности спроса на него;
- неэффективный метод пополнения запасов – на складе остается количество товарных запасов на уровне максимального запаса – неправильный выбор метода пополнения запасов или закупка неликвидного товара.

В зависимости от полученных результатов, логист категории может принять решение, об изменении каких либо методов и способов пополнения товарных запасов. Разработанная технология выявления закономерностей и анализа информационных потоков решает задачи повышения эффективности функционирования путем предоставления средств адаптивного планирования и координации процессов логистики производственного предприятия. Предоставляется возможность анализа и моделирования ситуаций внутри логистического цикла предприятия и в рыночном окружении.

Литература

1. Миротин Л. Б. Основы логистики / Л. Б. Миротин, А.К. Покровский. М.: Академия, 2013. 192 с.
2. Клименко П.Я., Иевлева О.Т. Локальные логистические центры в городских условиях // Инженерный вестник Дона, 2014, №1; URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2266
3. Литвина Д.Б., Теренина И.В. Особенности взаимодействия концепции «логистики» и «управления цепями поставок» в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2); URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1243
4. Ганюков В.Ю., Ханова А.А., Сульдина Н.В. Интеллектуальная система управления цепями поставок логистического предприятия на основе

дискретно-событийной, агентной и системно-динамической имитационных моделей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2012. №2. С. 143-149.

5. Protalinskii O.M., Shcherbatov I.A., Esaulenko V.N. Analysis and modelling of complex engineering systems based on the component approach // World Applied Sciences Journal. 2013. V. 24. № 24. pp. 268-275.

6. Имитационное моделирование бизнес-процессов : учебное пособие / А. А. Ханова, И. О. Бондарева, Н. П. Ганюкова, О. О. Еременко; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2016. 280 с.

7. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Учебное пособие. СПб.: Питер, 2010. 704 с.

8. Ханова А.А., Уразалиев Н.С., Усманова З.А. Метод ситуационного управления сложными системами на основе сбалансированной системы показателей // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2015. №3(60). С. 69-82.

9. Melnikov B., Melnikova E. Some competition programming problems as the beginning of artificial intelligence // Informatics in Education. 2007. V.6. №2. pp. 385-396.

10. Шестов А. Особенности развития логистической инфраструктуры в России // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2013. №4. С. 71-75.

References

1. Mirotin L. B., Pokrovskij A.K. Osnovy logistiki [Fundamentals of logistics].: М.: Akademija, 2013. 192 p.
2. Klimenko P.Ja., Ievleva O.T. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2266



3. Litvina D.B., Terenina I.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4(chast' 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1243
4. Ganjukov V.Ju., Khanova A.A., Sul'dina N.V. Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika. 2012. №2. pp. 143-149.
5. Protalinskii O.M., Shcherbatov I.A., Esaulenko V.N. World Applied Sciences Journal. 2013. V. 24. №24. pp. 268-275.
6. Imitacionnoe modelirovanie biznes-processov [Simulation modeling of business processes]: A. A. Khanova, I. O. Bondareva, N. P. Ganjukova, O. O. Eremenko; Astrahan. gos. tehn. un-t. Astrahan': Izd-vo AGTU, 2016. 280 p.
7. Paklin N.B., Oreshkov V.I. Biznes-analitika: ot dannyh k znanijam. [Business analytics: from data to knowledge]. SPb.: Piter, 2010. 704 p.
8. Khanova A.A., Urazaliev N.S., Usmanova Z.A. Nauchnyj vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2015. №3(60). pp. 69-82.
9. Melnikov B., Melnikova E. Informatics in Education. 2007. V.6. № 2. pp. 385-396.
10. Shestov A. RISK: Resursy, informacija, snabzhenie, konkurencija. 2013. №4. pp. 71-75.