

УДК 656.13.073

Д.И. Евстрат

*Харьковский национальный университет внутренних дел, Харьков*

## **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК В СИСТЕМЕ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СИЛОВЫХ СТРУКТУР**

*Предлагается имитационная модель управления цепочками поставок в системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур.*

**Ключевые слова:** *цепочка поставок, ресурсное обеспечение подразделений силовых структур.*

### **Вступление**

**Постановка задачи.** В системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур цепочки поставок играют одну из ключевых ролей. От того, насколько хорошо отлажена работа канала и нормально организован процесс доставки материальных ресурсов, зависит степень выполнения как специальных задач, так и задач повседневной деятельности, стоящих перед подразделениями.

Управление цепочками поставок (Supply Chain Management – SCM) – предполагает интеграцию и управление всеми организациями и видами деятельности, входящими в цепочку поставок, на основе взаимного сотрудничества, эффективных бизнес-процессов и высокой степени совместного использования информации с целью создания высокоэффективных систем формирования ценности, которые обеспечивали бы организациям-участникам существенное конкурентное преимущество [1]. Процесс управления цепочками поставок в системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур осуществляется неразрывно с решением следующих задач:

оптимального распределения материальных ресурсов на основе приоритетности подразделений и важности ресурсов;

оптимизации управления запасами с учетом снижения затрат на организацию заказов и складское хранение;

определения оптимального плана доставки материальных ресурсов;

рационального использования транспорта и оптимизации грузопотоков.

Решение данных задач предполагает использование адекватных методов формализации и модельного отображения поведения цепочки поставок. Это обуславливает актуальность и практическую значимость темы статьи.

**Анализ литературы.** Математические модели решения задачи оптимального распределения неоднородных ресурсов с учетом приоритетности воинских подразделений и важности ресурсов всех типов представлены в [2].

Математическая модель оптимизации управления запасами с учетом снижения затрат на организацию заказов и складское хранение рассмотрена в [3].

Задачи определения оптимального плана доставки материальных ресурсов, рационального использования транспорта и оптимизации грузопотоков частично решены в [4 – 6]. Однако вопросу разработки модели имитации реальной цепочки поставок и анализа общего характера поведения цепочки при различных вариантах спроса подразделений, стратегий управления поставками материальных ресурсов и изменениях характера внешней среды в рассмотренной литературе внимание не уделяется.

**Целью статьи** является разработка имитационной модели управления цепочками поставок в системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур.

### **Основной материал**

В качестве эффективного метода моделирования поведения цепочки поставок была выбрана концепция метода системной динамики и поддерживающий ее пакет имитационного моделирования – Vensim PLE [7]. Выбор основывался на возможности этого пакета исследовать проблему в динамике с высокой степенью наглядности и без громоздких вычислений, позволяя быстро строить диаграммы причинно-следственных связей/потоков и задавать связи между переменными с помощью уравнений. Пакет Vensim содержит богатый набор возможностей, включая возможность автоматического построения графиков, таблиц и проверки чувствительности, а также игровой режим, которые необходимы для получения обоснованного результата.

При обосновании системной границы базовой модели были приняты следующие допущения:

рассматривается только потребительская часть цепочки поставок в составе звеньев: производитель, местные поставщики, централизованные поставки, службы ресурсного обеспечения, склады, подразделения. Спрос подразделений определяет поведение всей цепочки. Звенья, входящие в производственную часть цепочки поставок, отдельно не рассматриваются;

поставки осуществляются от производителя через одного местного поставщика (он агрегирует однотипные местные фирмы-поставщики) и/или со складов (баз) по линии централизованных поставок службе ресурсного обеспечения, от службы на складах и через склады – подразделениям;

спрос подразделений задаётся экзогенно;

в цепочке осуществляется производство, заказы и поставки одного (однородного) вида материального ресурса;

время в модели меняется с заданным шагом, в качестве которого принят месяц, что закономерно отображает дискретный характер поставок и заявок, и формирования финансовой отчётности;

процесс поставки происходит следующим образом. В каждом периоде каждое звено оформляет и отправляет своему поставщику (вышестоящему звену) заказ на определённое количество материального ресурса. Оформление и прохождение заявки требует одного временного периода (сюда входит и время, необходимое поставщику для принятия решения о возможности выполнения полученного заказа). Поставщик отгружает ресурс заказчику со своего склада, и время нахождения заказа в транзите до момента получения его заказчиком также составляет один период (задержка поставки). Следовательно, общая задержка в удовлетворении заявки нижестоящего звена вышестоящим составляет два периода. Ресурс, оприходованный заказчиком, поступает к нему на склад и пополняет наличный запас материального ресурса;

для крайних звеньев – производителя и подразделения – закономерные исключения. Поскольку у производителя в модели нет поставщика, то он не отправляет никаких заказов. Вместо этого он начинает производство новой партии материального ресурса, которое длится два периода, по истечении которых ресурс попадает на склад к местным поставщикам. Для службы ресурсного обеспечения заказчиком является склад, а для последнего непосредственным заказчиком является подразделение, которое предъявляет спрос на материальный ресурс. Время обработки таких “заявок” также принимается равным одному периоду;

распределение материальных ресурсов осуществляется с учетом приоритетов подразделений;

заказ, который формируется и отсылается каждым звеном соответствующему поставщику, определяется этим звеном самостоятельно в соответствии с целями, актуальными для него. То же самое касается и производственных планов производителя;

задолженность (невыполненные заказы) в модели разрешена. Задолженность по поставкам может возникать в любом звене, включая склад, если наличного запаса не хватает для покрытия текущего спроса (или выполнения заявки) на продукцию. В случае образования в следующем периоде новой задолженности она накапливается (суммируется) и полностью подлежит погашению;

стоимость хранения продукции определена как постоянная величина за период и одинакова для всех звеньев;

размер склада, находящегося в распоряжении каждого звена, неограничен. Если предприятию звена требуется больше места на складе, оно всегда может им воспользоваться за установленную цену. Точно так же не ограничены размеры перевозок и производственные мощности производителя;

частичные поставки (меньшие по размеру, чем указано в заявке) разрешены. Ограничения на минимальный размер поставки нет.

Объектом исследования в имитационной модели является потребительская цепочка поставок в составе следующих агрегированных звеньев: производитель, местные поставщики, централизованные поставки, службы ресурсного обеспечения, склады, подразделения. Основными переменными в модели являются:

$R_t^k$  – запасы материальных ресурсов на складах по состоянию на начало периода  $t$ ;

$D(t)$  – потребности подразделений в материальных ресурсах;

$i_t^k$  – заказы, поступивший и прошедший обработку в звене в периоде  $t$  и обязательный к исполнению в этом же периоде;

$j_t^k$  – заказы нижестоящих звеньев своим поставщикам в конце периода  $t$ ;

$d_t^k$  – материальные ресурсы (поставки), поступившие на склад звена в периоде  $t$ , которой в этом же периоде может свободно распоряжаться звено-получатель;

$s_t^k$  – материальные ресурсы, отгруженные следующему звену в конце периода  $t$ .

Уравнения модели, определяющие динамику системы:

принятие и обработка заказа занимает один период, поэтому:

$$i_t^0 = D(t-1); i_t^1 = j_{t-1}^0; i_t^2 = j_{t-1}^1; i_t^3 = j_{t-1}^2, \quad (1)$$

задержка при поставке продукции из одного звена в другое также равна одному периоду (для процесса производства – двум), поэтому:

$$d_t^3 = j_{t-2}^3; d_t^2 = s_{t-1}^3; d_t^1 = s_{t-1}^2; d_t^0 = s_{t-1}^1, \quad (2)$$

для определения объёмов отгрузки ресурсов, получаем:

$$s_t^k = \begin{cases} \min(R_{t-1}^k + d_t^k, i_t^k), R_{t-1}^k \geq 0, \\ \min(d_t^k, i_t^k - R_{t-1}^k), R_{t-1}^k < 0, \end{cases} \quad k = \overline{0,3}, \quad (3)$$

для определения заказы нижестоящих звеньев своим поставщикам в конце периода, получаем следующие соотношения:

$$\begin{aligned} j_t^0 &= D(t+1); j_t^1 = D(t+2); \\ j_t^2 &= D(t+3); j_t^3 = D(t+4). \end{aligned} \quad (4)$$

Диаграмма потоков модели изображена на рис. 1.

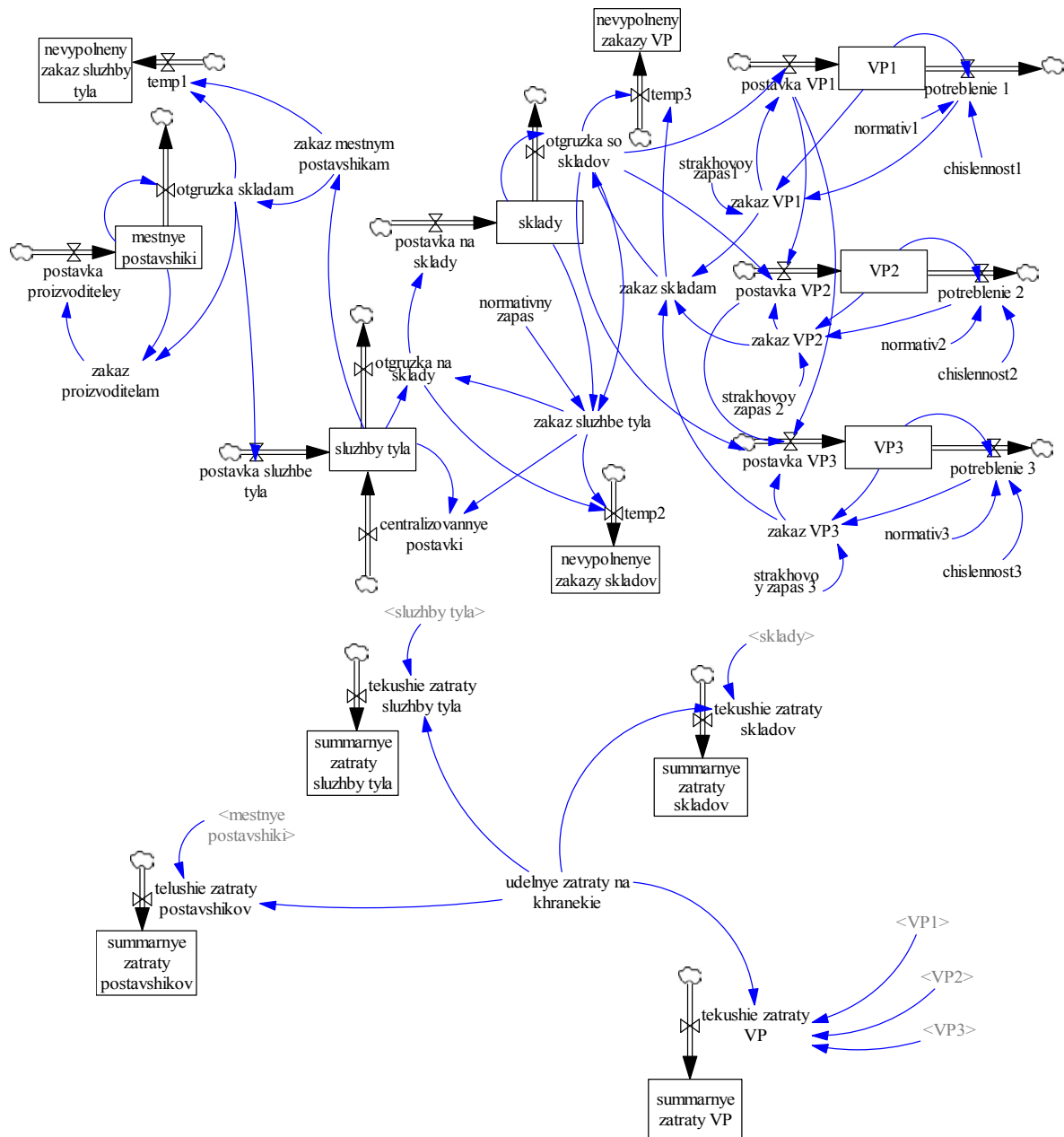


Рис. 1. Диаграмма потоков модели

Как видно из диаграммы модели, она включает две части – логистическую (верхнюю) и финансовую (нижнюю), причём обобщенные финансовые показатели в цепочке определяются на основе текущих запасов и соответствующих цен. Основной частью модели является верхняя, которая моделирует движение заявок-заказов и потоков материальных ресурсов внутри логистической цепочки. Вся модель условно делится на секторы, отвечающие соответствующим уровням прохождения ресурсов и заказов по цепочке. Эти секторы связаны между собой посредством заказов, передающихся вверх по цепочке, и поставок ресурсов, осуществляющихся в противоположном направлении.

Разработанная модель имитирует весь процесс формирования заявок и осуществления поставок необходимых объемов ресурса по цепочке ресурсного

обеспечения подразделений, а также рассчитывает возникающие при этом логистические издержки участников процесса поставок. Результаты контрольного прогона модели представлены на рис. 2, 3.

В модели можно задавать множество различных вариантов спроса подразделений и различные стратегии для управления поставками материальных ресурсов.

### Выводы

1. Предложена имитационная модель управления цепочками поставок в системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур.
2. Построенная модель может использоваться для имитации реальной цепочки поставок и анализа общего характера поведения цепочки при различном характере внешней среды.

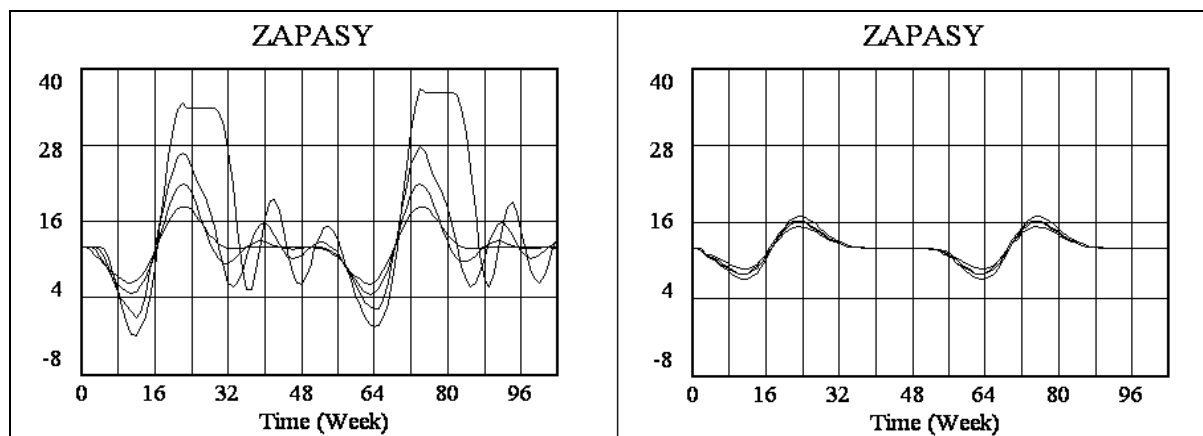


Рис. 2. Поведение цепочки при ярко выраженном сезонном спросе

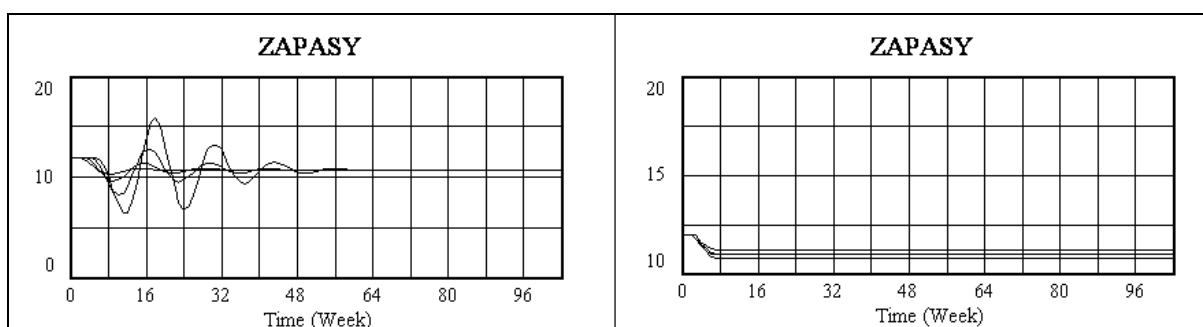


Рис. 3. Поведение цепочки при спросе, представляющем собой линейный тренд

3. С помощью средств построения графиков и таблиц удалось наглядно продемонстрировать и обосновать все утверждения и сделать практические выводы о возможности использования стратегии управления цепочками поставок в системе ресурсного обеспечения подразделений силовых структур.

### Список литературы

1. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / М. Кристофер. – СПб.: Питер, 2004. – 316 с.
2. Сысов В.В. Оптимальное распределение неоднородных ресурсов с учетом приоритетности потребителей и важности ресурсов / В.В. Сысов, Ю.И. Кушнерук // Экономика развития. – X.: ХНЕУ, 2004. – Вып. 3(31). – С. 41-44.
3. Сысов В.В. Учет процессов недопоставки продукции в логистическом управлении запасами / В.В. Сысов, И.И. Бажин, Ю.И. Кушнерук // Экономика развития. – X.: ХНЕУ, 2005. – Вып. 5(33). – С. 37-41.
4. Кушнерук Ю.И. Математические модели определения оптимального плана грузоперевозок в условиях

стохастической неопределенности / Ю.И. Кушнерук, Д.И. Евстрат, Н.Д. Ткаченко, Д.Г. Попов // Бизнес Информ: научный информационный журнал. – 2008. – №2 (348). – С. 128-130.

5. Кушнерук Ю.И. Решение задачи маршрутизации на транспортной сети по схеме "один ко многим" с учетом альтернативных пунктов сети / Ю.И. Кушнерук, Д.И. Евстрат // Бизнес Информ: научный информационный журнал. – 2008. – №6(352). – С. 11-13.

6. Кушнерук Ю.И. Решение задачи маршрутизации на транспортной сети по схеме "от многих ко многим" с учетом альтернативных пунктов сети / Ю.И. Кушнерук, Д.И. Евстрат // Бизнес Информ: научный информационный журнал. – 2010. – №9(355). – С. 15-17.

7. Биткова Т.В. Побудова системно-динамічних моделей у середовищі Vensim: Методичні вказівки / Т.В. Биткова. – X: ХНУ, 2005. – 52 с.

Поступила в редколлегию 23.03.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮЖКАМИ ПОСТАЧАЇ В СИСТЕМІ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ СИЛОВИХ СТРУКТУР

Д.І. Євстрат

Пропонується імітаційна модель управління ланцюжками постачань в системі ресурсного забезпечення підрозділів силових структур.

**Ключові слова:** ланцюжок постачань, ресурсне забезпечення підрозділів силових структур.

### SIMULATION MODEL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEM TO ENSURE RESOURCE SECURITY FORCES UNITS

D.I. Ievstrat

It is proposed simulation model of supply chain management system to ensure resource security forces units.

**Keywords:** chainlet of deliveries, resource providing of subdivisions of power structures.