

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С «ОПЕРЕЖАЮЩИМ ЗАКАЗОМ»

Т. И. Хитрова, Е. В. Гаврищук

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
21 мая 2016 г.

Дата принятия к печати
9 июня 2016 г.

Дата онлайн-размещения
2 августа 2016 г.

Ключевые слова

Управление логистическими потоками; система поддержки принятия решений; многокритериальный отбор; опережающий заказ; модели управления запасами; сигнальный уровень; предзаказ

Аннотация

В статье исследуются актуальные проблемы повышения эффективности деятельности торгового предприятия за счет внедрения в практику компании новых инструментов логистики, базирующихся на специфическом классе экономических информационных систем — системах поддержки принятия решений. Предлагается механизм выбора наиболее эффективного формирования запасов товаров и организации управления логистическими потоками на основе системы поддержки принятия решений, использующей методы многокритериального отбора товаров-компаньонов с последующей оценкой возможности и целесообразности реализации сформированного решения. Используя классические модели спроса и поставки как базовые для построения моделей, адекватных реальным логистическим схемам, а также допуская возможность «предзаказа» и, как следствие, неоправданное статистически повышение «сигнального» уровня и смещение точки заказа, авторы рассматривают модель процесса формирования «опережающего заказа» как средство сокращения логистических издержек и повышения эффективности деятельности торговой компании.

MODELING OF THE LOGISTICS SYSTEM WITH A LEADING ORDER

Tatyana I. Khitrova, Ekaterina V. Gavrishchuk

Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation

Article info

Received
May 21, 2016

Accepted
June 9, 2016

Available online
August 2, 2016

Keywords

Logistics flow management; decision support system; multicriterion selection; leading order; stock management models; alert level; preorder

Abstract

This paper investigates topical issues of increasing the efficiency of trade enterprises through introducing new logistics tools based on a special class of economic informational systems — decision support systems. We offer a mechanism for selecting the most efficient stock building and logistics flow management. The mechanism is based on the decision support system which employs methods of the multicriterion selection of goods with a subsequent evaluation of viability and feasibility of the decision taken. We use classic demand and delivery models as a basis to build models suitable to real-life logistics schemes with a possible pre-order, which might lead to a statistically unjustified increase of the alert level and displacement of the order point, and consider the leading order formation model as a way to reduce the company's logistics costs and improve its performance.

Актуальной проблемой организации управления торговыми компаниями является построение эффективной структуры процесса принятия управленческих решений. Нечеткая проработка методов, алгоритмов и подходов к организации информационно-аналитического обеспечения, а также затруднение процесса принятия решений в условиях неточной и недостоверной исходной информации определяют необходимость развития

логистических систем на основе современного аппарата поддержки принятия решений и информационных технологий. В настоящее время главной проблемой функционирования торговых компаний является организация эффективного управления логистическими потоками. Отметим, что управление логистическими процессами может рассматриваться как частная задача управления информационными потоками логистической системы.

В условиях нарастающей конкуренции торговым компаниям необходимо снизить затраты и разнообразить пути товародвижения. В качестве одного из источников снижения затрат при движении товарных потоков можно рассматривать внедрение в практику торговой компании новых инструментов логистики.

Известно, что для компаний розничной торговли, как и для любого другого торгового предприятия, одной из главных задач является такая организация выполнения заказа покупателя, при которой обеспечивается минимизация затрат: материальных, временных, финансовых ресурсов. Для решения этих задач должен применяться специфический инструментарий, регламентируемый формальными правилами бизнеса, определяющими поведение логистической системы. Ключевым вопросом, который должен быть при этом решен, является вопрос об управлении запасами.

Расход товара со складов компании определяется спросом. Отслеживание спроса возможно при выполнении правила удовлетворения заказов покупателей в соответствии с заданной стратегией управления запасами. Регулирование запасов при этом состоит в восполнении их уровня в складской системе на основании информации о потреблении. Правило выполнения заказов определяет, каким образом организуется поставка заказанной партии товара, в какой момент формируется заказ, в каком объеме (партия поставки), через какой интервал времени от момента формирования заказа [1].

Совокупность правил решения задач управления запасами через процессы стратегического и оперативного планирования, контроля и регулирования некоторого набора параметров, связанных с запасами, формирует стратегию (модель) управления запасами.

По мнению Г. Л. Бродецкого, Д. А. Гусева, Т. В. Левиной, при выборе стратегии управления запасами лицо, принимающее решения (ЛПР), может руководствоваться сразу несколькими критериями [2]. При управлении запасами ЛПР может быть заинтересовано одновременно и в снижении издержек, обусловливаемых поставками и хранением товаров, и в минимизации средств, «замороженных» в запасах таких товаров. Кроме того, другие частные критерии могут быть обусловлены также требованиями снижения различных рисков для соответствующей поставки товара.

Особенности анализа моделей управления запасами в общем случае обуславливаются следующими факторами:

- спрос f_i носит случайный характер;
- длительность процедур пополнения запасов является случайной величиной;
- спрос f_i на товар носит сезонный характер [3].

В классическом понимании задача управления запасами формулируется как нахождение такого уровня запаса для каждого вида товара, который, с одной стороны, исключил бы возможность попадания в дефицит, а с другой, не допустил бы возможность «пролеживания» товара на складах.

В реальных условиях работы торговой компании часто возникают неопределенности [4], связанные со случайным характером и неточностью информации о спросе на товар, с отличием фактического времени поставки от запланированного, с потерей товара (брак или порча товара) и др. Управление неопределенностью позволяет сократить объем запасов и повысить уровень удовлетворенности клиентов. Определяющим фактором является характер спроса.

Интерес к проблеме управления запасами не снижается, несмотря на то, что исследованиями в данной области занимались многие видные экономисты и математики, такие как Ю. И. Рыжиков, А. М. Гаджинский, Г. Б. Рубальский, Г. П. Бродецкий, А. А. Первозванский, В. А. Лотоцкий и др. В настоящее время, по мнению А. В. Федотова и А. В. Романенко, исследования ведутся на стыке логистических подходов к управлению оборотом товара и маркетинга [5].

Результаты теоретических исследований в области оптимизации систем управления запасами применимы только к простейшим случаям однопродуктового детерминированного спроса [6–10]. Данные модели практически невозможно использовать в реальных условиях функционирования рынка. Так, например, А. А. Первозванский справедливо утверждает, что при вероятностном изменении параметров рынка существенно возрастает уровень сложности моделей спроса и поставки в сравнении с детерминированными моделями [11]. Кроме этого, на практике исследователь может столкнуться с вычислительными и методологическими трудностями, возникающими при их использовании.

В реальных условиях в торговых компаниях детерминированный статический спрос практически не наблюдается. Можно утверждать, что данный случай расценивается как простейший с точки зрения организации процесса управления. Более точно характер спроса на товар можно описать при помощи вероятностных нестационарных моделей,

реализация которых требует активной информационной поддержки.

Управление логистическими процессами может рассматриваться как частная задача управления информационными потоками логистической системы. Особо значимой частной задачей является задача рационального пополнения запасов. При ее решении на основе входного потока заявок, а также текущего состояния системы требуется генерировать выходной поток заявок, который посредством внешней системы приводил бы к возникновению ответного входного материального потока, обслуживающего поступившие и могущие поступить заявки [12].

В теории рассматриваются две базовые модели систем управления товарно-материальными запасами — модель с фиксированным объемом поставки (модель экономического размера заказа, Q -модель) и модель с фиксированным периодом (модель периодического контроля, периодическая модель, P -модель) [13]. Главное их отличие заключается в том, что в модели с фиксированным объемом заказа на поставку товара формируется тогда, когда запас снижается до определенного уровня. В модели с фиксированным периодом очередное формирование заказа на поставку осуществляется через заранее определенные моменты времени. Общим недостатком этих моделей является то, что их использование ограничено условиями формирования спроса [14]. При этом указанные модели могут рассматриваться как базовые для построения моделей спроса и поставки, адекватных реальным логистическим схемам.

Классические модели управления запасами в условиях детерминированного динамического спроса строятся на определении точки формирования заказа. Важность этого параметра системы управления заключается в том, что уровень запаса товара, при котором формируется заказ на поставку (сигнальный уровень R), отражает реальную, с позиций складывающейся на рынке ситуации, точку заказа, учитывающую длительность поставки и интенсивность потребления.

Поскольку точка заказа определяется пересечением сигнального уровня с графиком дифференциальной характеристики динамики запаса, то снижение или повышение сигнального уровня приведет (при той же интенсивности потребления) к смещению точки заказа соответственно влево или вправо. Первый случай может иметь место тогда, когда увеличение интенсивности спроса на данный товар и/или фактическое увеличение длительности цикла поставки требует повы-

шения уровня запаса для гарантии сокращения потерь из-за дефицита товара. Снижение интенсивности спроса и/или уменьшение цикла поставки позволяет понизить сигнальный уровень и, тем самым, уменьшить потери от связывания оборотных средств. Таким образом, путем регулирования сигнального уровня появляется возможность формирования заказа на поставку в условиях значительно большей определенности.

Однако при всей очевидности предлагаемого метода регулирования логистические затраты торговых компаний учитываются не в полной мере. Не рассматривается ряд характеристик, во многом определяющих эффективность функционирования логистической системы. К ним в первую очередь относятся затраты, связанные с доставкой и размещением товаров. В частности, анализ реальной ситуации показал, что в среднем недогрузка транспортных средств, используемых для перевозки товаров, включенных в заказ на поставку, достигает 60 %, что существенно влияет на экономические показатели компании. Решение этой проблемы приводит к постановке задачи оптимизации решений одновременно при нескольких, возможно и противоречивых, критериях.

Перед нами не стоит задача нахождения сигнального уровня. Предполагая, что его значение в условиях заданной вероятности дефицита и допустимого уровня пролеживания определено для каждого вида товара, решаем задачу повышения эффективной организации логистических процессов, обеспечивающей снижение затрат, связанных с доставкой, размещением и хранением.

Для этого в модель следует ввести такие параметры, как допустимое опережение заказа по времени Δt и величину допустимого увеличения сигнального уровня Δz . Предполагается также, что на основе анализа могут быть определены группы товаров, выделенных по какому-либо критерию K : общему поставщику, направлению логистического потока и т. д. (рис. 1.)

Предполагая, что торговая компания оперирует множеством товаров с уровнем запаса $\{Q_i\}$, $i = 1, i$, рассмотрим ситуацию, когда i -й товар израсходован в момент t и включен в заказ в соответствии со следующим решающим правилом:

$$Q_i \leq R_i,$$

где R_i — сигнальный уровень.

Возможно, что при транспортировке товара объем транспортного контейнера не будет использован полностью, т. е. партия поставки P_i меньше объема транспортного средства.

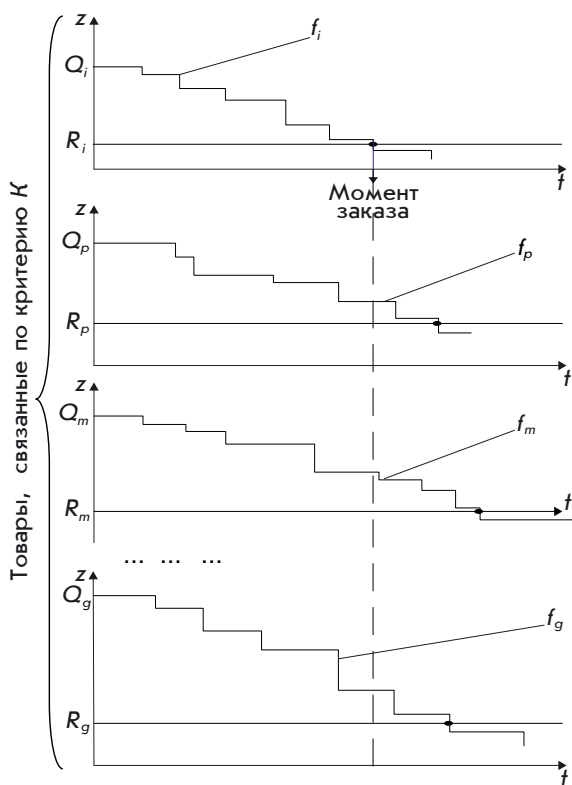


Рис. 1. Дифференциальные характеристики динамики запасов, связанных по критерию K

Перед ЛПР стоит задача по подбору «компаньона» i -го товара для максимальной наполняемости транспортного средства (фуры или вагона) с минимальными затратами, связанными с «предзаказом», определяемыми стоимостью хранения, связыванием оборотных средств, ограничением по срокам хранения и т. д. Таким образом, на основе многокритериального отбора формируется подмножество товаров-компаньонов Q^* по множеству критериев K .

Постановка этой задачи может быть рассмотрена как задача многокритериальной оптимизации. Многокритериальный отбор позволяет сформировать множество товаров:

$$Q^* = \{Q_p, Q_m, \dots, Q_g\}, Q^* \in Q,$$

где Q^* — подмножество товаров-компаньонов i -му товару множества Q .

В множество $\{Q_p, Q_m, \dots, Q_g\}$ включены товары, связанные с i -м товаром по какому-либо критерию (общему поставщику, общему месту хранения, нахождению на одной транспортной нитке, значимости для торгового оборота и т. д.), приоритетному с точки зрения ЛПР.

На основании предварительно выявленных критериев далее определяется перечень товаров для включения в заказ.

В общем случае, перед ЛПР стоит задача многокритериального выбора тех товаров,

для которых допустим «предзаказ». Причем данное множество критериев может включать в себя как уже указанные ранее общие для всех торговых компаний критерии, так и частные, учитывающие специфику деятельности компании. Для «невключения» в заказ могут быть различные причины и ограничения. Например, товар может не подходить по объему (крупногабаритный груз), ограничена партия поставки, несоответствие товарного соседства и т. д.

Таким образом, сигнальный уровень для товаров, составляющих множество Q^* , будет искусственно завышен (рис. 2). В момент заказа его значение будет определено следующим выражением:

$$R'_p = R_p + \Delta z_p;$$

$$R'_m = R_m + \Delta z_m;$$

...

$$R'_g = R_g + \Delta z_g.$$

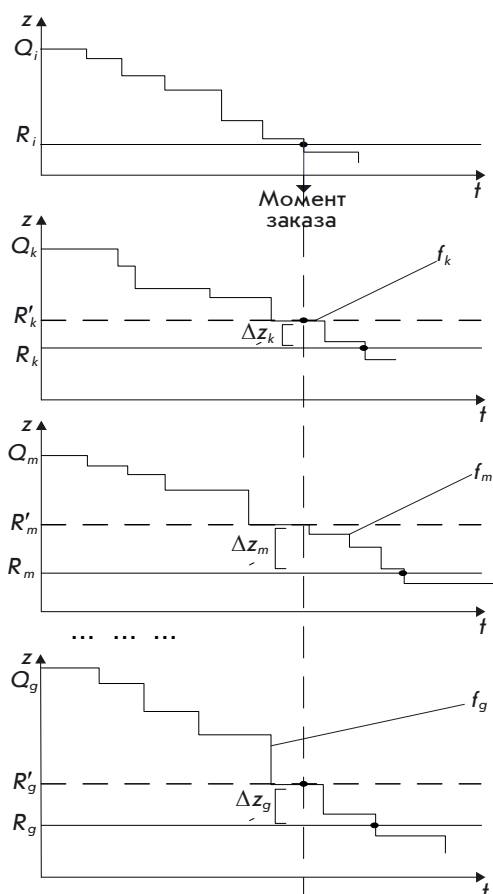


Рис. 2. Корректировка сигнального уровня товаров, включенных в «предзаказ»

Регулирование величины сигнального уровня для товаров, составляющих множество Q^* , должно быть экономически выгодно торговой компании. Из числа товаров, составляющих множество Q^* , выбирается

тот, который обеспечивает минимум потерь, возникающих вследствие «предзаказа», т. е. потерь, учитывающих размер «предзаказа», и потерь, приходящихся на единицу приобретенного товара.

Очевидно, что потери, связанные с увеличением сигнального уровня на величину Δz или сдвига точки заказа на время Δt , для товара-компаньона должны быть минимальны и сопоставимы с потерями от неэффективной логистики i -го товара.

Если для множества товаров-компаньонов определены связанные с ними потери по «предзаказу», обусловленные, по словам Г. Л. Бродецкого, «одновременными требованиями снижения издержек поставок и хранения товаров, требованиями минимизации средств, «замороженных» в запасах таких товаров» [15], то

$$L = \{L_p, L_m, \dots, L_g\};$$

$$\Delta z_p P_p = L_p;$$

$$\Delta z_m P_m = L_m;$$

...

$$\Delta z_g P_g = L_g,$$

где L_k — потери, обусловленные «предзаказом» по k -му товару, при этом $L_k \subset L$; P_k — потери, обусловленные «предзаказом», приходящиеся на единицу k -го товара; Δz_k — величина «прироста» сигнального уровня k -го товара.

Товар Q_j для дозагрузки определится как

$$L_j = \min\{L_p, L_m, L_g\},$$

при условии, что

$$L_j \leq T_i,$$

где T_i — потери компании, связанные с недогрузкой транспортного средства при транспортировке i -го товара.

Выполнение данного условия позволяет принять решение о целесообразности дозагрузки товаром Q_j , принадлежащим множеству Q^* (рис. 3).

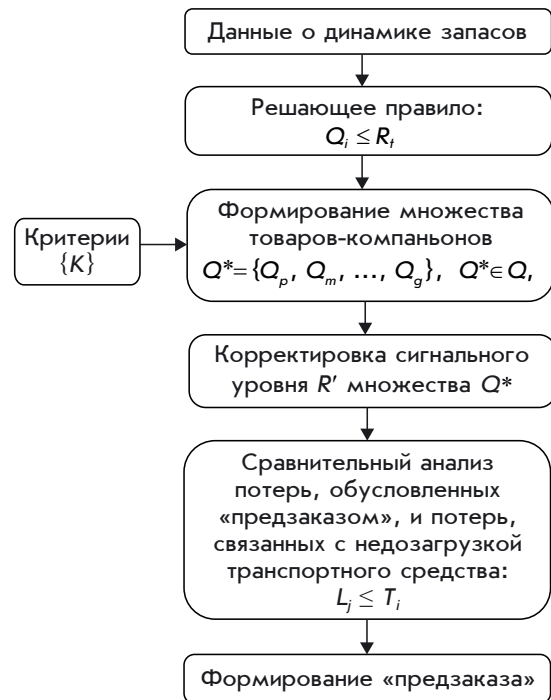


Рис. 3. Схема формирования множества товаров, включенных в «предзаказ»

В случае, если учет иных критериев (габариты, товарное соседство и т. д.) не позволит догрузить транспорт, выполняющий поставку товара Q_j , то может быть сформировано такое множество Q'^* , которое $Q'^* \subset Q'$, $Q_j \notin Q'^*$. Процесс формирования набора товаров может быть прекращен либо в результате заполнения транспортного средства, либо в случае, когда алгоритм подбора товаров исчерпает множество Q^* .

Таким образом, нахождение наилучших решений по множеству критериев применительно к задачам управления запасами и моделирование ситуации «предзаказа» с использованием разных признаков формирования множества Q^* позволяют сократить логистические издержки и, тем самым, повысить эффективность функционирования компаний, работающих с широкой номенклатурой товаров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корпоративная логистика: 300 ответов на вопросы профессионалов / под ред. В. И. Сергеева. — М. : Инфра-М, 2005. — 976 с.
2. Бродецкий Г. Л. Возможности многокритериальной оптимизации запасов с учетом рисков в формате метода дерева решений / Г. Л. Бродецкий, Д. А. Гусев, Т. В. Левина // Логистика сегодня. — 2008. — № 6. — С. 354–374.
3. Свиридова О. А. Стохастические модели оптимизации управления запасами торговых организаций : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / О. А. Свиридова. — М., 2015. — 148 с.
4. Зайковская Г. Г. Управление товарным запасом оптового предприятия в условиях неопределенности с использованием методов имитационного моделирования / Г. Г. Зайковская // Логистика и управление цепями поставок. — 2011. — № 1 (42). — С. 87–90.
5. Федотов А. В. Маркетинг и логистика на рынке сельхозтехники / А. В. Федотов, А. В. Романенко // Экономика промышленности. — 2012. — № 1-2 (57-58). — С. 6–8.
6. Лотоцкий В. А. Модели и методы управления запасами / В. А. Лотоцкий, А. С. Мендель. — М. : Наука, 1991. — 189 с.

7. Николаичук В. Е. Логистика : краткий курс / В. Е. Николаичук. — СПб. : Питер, 2001. — 117 с.
8. Бауэрсокс Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Д. Клосс. — М. : Олимп-Бизнес, 2001. — 640 с.
9. Сток Д. Р. Стратегическое управление логистикой / Д. Р. Сток, Д. М. Ламберт. — М. : Инфра-М, 2005. — 830 с.
10. Brown R. G. Decision Rules for Inventory Management / R. G. Brown. — New York : Holt, Rinehart & Winston, 1967. — 398 p.
11. Первозванский А. А. Математические модели в управлении производством и запасами / А. А. Первозванский. — М. : Наука, 1975. — 616 с.
12. Баин А. М. Современные информационные технологии систем поддержки принятия решений : учеб. пособие / А. М. Баин. — М. : Форум, 2009. — 240 с.
13. Чейз Р. Б. Производственный и операционный менеджмент : пер. с англ. / Р. Б. Чейз, Н. Дж. Эквилайн, Р. Ф. Якобс. — 8-е изд. — М. : Вильямс, 2004. — 704 с.
14. Алесинская Т. В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления / Т. В. Алесинская. — Таганрог : Изд-во Таганрог. технол. ин-та Юж. федер. ун-та, 2009. — 79 с.
15. Бродецкий Г. Л. Проблемы многокритериальной оптимизации запасов с учетом рисков / Г. Л. Бродецкий // Логистика. — 2010. — № 3. — С. 11–13.

REFERENCES

1. Sergeev V. I. (ed.) *Korporativnaya logistika. 300 otvetov na voprosy professionalov* [Corporate logistics. 300 answers to questions of professionals]. Moscow, Infra-M Publ., 2005. 976 p.
2. Brodetskii G. L., Gusev D. A., Levina T. V. Multicriterion inventory optimization with account for risks in the form of the decision tree method. *Logistika segodnya = Logistics Today*, 2008, no. 6, pp. 354–374. (In Russian).
3. Sviridova O. A. *Stokhasticheskie modeli optimizatsii upravleniya zapasami trgovykh organizatsii. Kand. Diss.* [Stochastic models for optimization of inventory management of trade enterprises. Cand. Diss.]. Moscow, 2015. 148 p.
4. Zaikovskaya G. G. Inventory management of the trade enterprise under conditions of uncertainty using simulation methods. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok = Logistics and Management of Supply Chains*, 2001, no. 1 (42), pp. 87–90. (In Russian).
5. Fedotov A. V., Romanenko V. A. Marketing and logistics at the agricultural machinery market. *Ekonomika promyshlennosti = Economy in the Industry*, 2012, no. 1-2 (57-58), pp. 6–8. (In Russian).
6. Lototskii V. A., Mendel' A. S. *Modeli i metody upravleniya zapasami* [Models and methods for inventory management]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 189 p.
7. Nikolaichuk V. E. *Logistika. kratkii kurs* [Logistics. Short course]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2001. 117 p.
8. Bowersox D., Closs D. *Logistical Management: the integrated supply chain process*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1999. (Russ. ed.: Bauersoks D., Kloss D. *Logistika: integrirovannaja tsep postavok*. Moscow, Olimp-Biznes Publ., 2001. 640 p.).
9. Stock James R., Lambert Douglas. *Strategic Logistics Management*. 4 ed. McGraw-Hill/Irwin, 2000. 896 p. (Russ. ed.: Stock J. R., Lambert D. *Strategicheskoe upravlenie logistikoi*. Moscow, Infra-M Publ., 2005. 830 p.).
10. Brown R. G. *Decision Rules for Inventory Management*. New York, Holt, Rinehart & Winston, 1967. 398 p.
11. Pervozvanskii A. A. *Matematicheskie modeli v upravlenii proizvodstvom i zapasami* [Mathematical models in inventory and production management]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 616 p.
12. Bain A. M. *Sovremennye informatsionnye tekhnologii sistem podderzhki prinyatiya reshenii* [Modern information technologies of decision support systems]. Moscow, Forum Publ., 2009. 240 p.
13. Cheiz R. B., Ekvilain N. Dzh., Yakobs R. F. *Proizvodstvennyi i operatsionnyi menedzhment* [Production and operation management]. 8th ed. Moscow, Vil'yams Publ., 2004. 704 p.
14. Alesinskaya T. V. *Osnovy logistiki. Funktsional'nye oblasti logisticheskogo upravleniya* [Logistics 101. Functional areas of logistical control]. Taganrog Technological Institute of Southern Federal University Publ., 2009. 79 p.
15. Brodetskii G. L. Issues of multicriterion inventory optimization with account for risks. *Logistika = Russian Logistics Journal*, 2010, no. 3, pp. 11–13. (In Russian).

Информация об авторах

Хитрова Татьяна Исхаковна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: hitrova-ti@isea.ru.

Гаврищук Екатерина Викторовна — аспирант, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: thule38@ya.ru.

Библиографическое описание статьи

Хитрова Т. И. Моделирование логистической системы с «опережающим заказом» / Т. И. Хитрова, Е. В. Гаврищук // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2016. — Т. 26, № 4. — С. 670–675. — DOI : 10.17150/2500-2759.2016.26(4).670-675.

Authors

Tatyana I. Khitrova — PhD in Economics, Associate Professor, Department of Informatics and Cybernetics, Baikal State University, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: hitrova-ti@isea.ru.

Ekaterina V. Gavrishchuk — PhD Student, Department of Informatics and Cybernetics, Baikal State University, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: thule38@ya.ru.

Reference to article

Khitrova T. I., Gavrishchuk E.V. Modeling of the logistics system with a leading order. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Bulletin of Irkutsk State Economics Academy*, 2016, vol. 26, no 4, pp. 670–675. DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(4).670-675. (In Russian).