

Алгоритм построения складской логистической системы

© И.Н. Омельченко, А.Е. Супрун

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Управление современным складом готовой продукции должно быть адаптировано к любым изменениям логистической системы для гибкого реагирования на колебания спроса. Представленная структура алгоритма анализа складских запасов продукции позволяет оптимизировать складскую систему производственного предприятия с точки зрения рационального грузооборота на складе и оценки клиентской базы склада. Разработаны рекомендации по рациональному построению складской сети, отказу или пересмотру нормы резервации паллетомест, обеспечению ритмичности снабжения складов. Предложенные мероприятия ведут к повышению экономического эффекта от деятельности предприятия, повышению конкурентоспособности продукции за счет уменьшения общелогистических затрат, включая издержки хранения и транспортировки, а также торговой наценки на товар.

Ключевые слова: логистическая система, планирование, система складирования, снабжение, клиентский спрос, цепь поставок.

С развитием современной инфраструктуры торговых сетей, включая транспортные системы, складирование и распределение товара по торговым точкам, возросла потребность в массовом обслуживании, что делает логистику важным звеном развития промышленности и торговли [1, 2].

В логистической цепи перемещение материальных потоков невозможно без концентрации в определенных местах необходимых запасов, для хранения которых предназначены склады с огромным разнообразием систем хранения и распределения товаров. При плохом качестве складского хозяйства, транспортной и распределительной систем даже в условиях отлаженного производства и поставки товара потребителю эффективность всей системы будет снижаться. Поскольку складские затраты составляют значительную долю общих логистических издержек, оптимизация затрат на складскую деятельность приводит к повышению эффективности логистической системы предприятия.

Если складская логистика сочетается с распределительной и транспортной логистикой, то необходимо рассмотреть перераспределение материальных ресурсов между складами с учетом их месторасположения относительно друг друга, а также повышения качества

логистического сервиса. В рамках деятельности целого предприятия важно оценивать каждый компонент как составное звено системы более высокого уровня — логистической [3].

Логистика и управление цепями поставок на современном этапе кардинально изменили подходы к проблемам организации складирования. Выбор стратегии складирования в цепи поставок, организация складского хозяйства, формирование складской сети — все это требует обеспечения комплексного подхода с учетом факторов внутренней и внешней среды, влияющих как на функционирование складской сети, так и на конкретный склад в цепи поставок.

Управление складом должно адаптироваться к любым изменениям логистической системы, связанным с грузопереработкой, обслуживанием клиентской базы, накоплением и распределением товарно-материальных ценностей, прогнозом возможных форс-мажорных обстоятельств [4].

Комплексный подход к разработке логистических решений предполагает анализ работы склада с позиции системного анализа как единого целого при взаимодействии с внешней средой. Склад можно рассматривать как составную часть интегрированной системы логистики (СЛ), которая формирует организационные, технические и экономические требования к складской деятельности с определением целей и критериев ее оптимального развития.

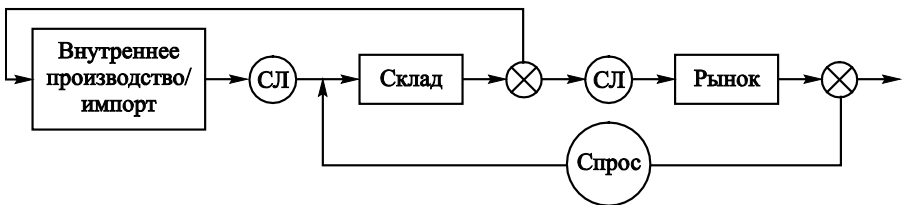


Рис. 1. Система регулирования «склад — рынок» с обратной связью

Цель логистики, состоящая в реализации эффективных организационных форм и методов управления материальными и информационными потоками, может быть достигнута лишь при полном согласовании функций снабжения, производства и распределения. Например, колебание спроса на рынке потребительских товаров вносит постоянные изменения в процесс распределения, что отражается на уровне запасов готовой продукции, а следовательно, корректирует объем выпуска, т. е. формируются некоторые обратные связи в системе регулирования рынка (рис. 1). Рынок играет основную роль в системе, так как изменение в объеме выпуска отражается на по-

требностях в сырье, материалах, комплектующих и других ресурсах, связанных с обеспечением производства, что в свою очередь влияет на процесс снабжения и хранения. Таким образом, координация действий всех областей логистической системы является обязательным условием ее эффективного функционирования; в логистике это получило название «эффект кнута».

Склад как элемент логистической системы осуществляет свою деятельность с учетом эффективности системы в целом. В связи с этим склады выполняют следующие основные функции:

- выравнивание интенсивности материальных потоков, которая подразумевает изменение объема V груза в течение единицы времени t , она устанавливается основным движущим звеном логистической системы — конечным потребителем в соответствии с $\rho = V/t$;

- преобразование ассортимента внутри материального потока в соответствии с заказом и потребностями рынка. Особое значение данная функция приобретает в распределительной логистике, где торговый ассортимент включает широкий перечень товаров;

- обеспечение хранения запасов, которое позволяет выравнивать разницу между выпуском продукции и ее потреблением, а следовательно, дает возможность непрерывного производства, снабжения и гибкого реагирования на любые изменения потребительского спроса на базе товарных запасов;

- сглаживание рывков производственного процесса для складов незавершенного производства промежуточной продукции, которые позволяют выравнивать технологическую и организационную асинхронность между отдельными рабочими операциями производственного процесса;

- консолидация партии отгрузки, т. е. объединение небольших партий грузов для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства при сокращении транспортных расходов склада;

- предоставление услуг в связи с сервисом продажного и послепродажного обслуживания [5, 6].

В каждой из функциональных областей (производственной, снабженческой, распределительной) функционирование конкретного склада связано с его определенными функциями и задачами в логистической системе. При этом характер функциональной области системы логистики влияет на выбор формы собственности (собственность фирмы или арендатора) склада, размещение складской сети, техническую оснащенность, систему складирования и организацию складского процесса с учетом техники безопасности [7].

В зависимости от функциональных областей склады подразделяются на различные виды:

- снабженческой логистики (сырья и материалов, продукции производственного назначения);
- распределительной логистики (готовой продукции, оптовой торговли, розничной торговли);
- транспортных организаций;
- сезонного хранения;
- логистических посредников.

Дадим следующую классификацию рациональных направлений складской деятельности:

- организационное (структура складского хозяйства предприятия, количество складов с учетом их территориального расположения);
- информационное (информационные системы ежедневного сбора и обработки складских данных);
- технологическое (обслуживание складских систем, технология бизнес-процесса складского хозяйства и интегрируемых с ним процессов);
- техническое (складское оборудование с оценкой эффективности его работы);
- дефрикционное (соблюдение принципов пропорциональности, прямоотчности, непрерывности, ритмичности, поточности и параллельности) [8, 9].

Задачу оптимизации складской системы решает аналитический отдел логистики, который руководствуется общими корпоративными, стратегическими и локальными целями предприятия с анализом внутренних и внешних факторов, применимых к данному предприятию, региону и состоянию экономики.

Предприятия, имеющие много мелких клиентов, склонны создавать разветвленную сеть складов, для того чтобы быть ближе к клиентам, учитывая затраты на аренду и постройку склада. При этом региональный фактор очевиден — чем шире рынок, тем больше складов необходимо, так как транспортные затраты напрямую зависят от расстояния и требуются дополнительные пункты обработки и пересортировки материальных ресурсов, т. е. дополнительные складские площади.

Задача специалистов по логистике, определяющих оптимальное число складов, сводится к поиску баланса между затратами на складскую деятельность и уровнем обслуживания клиентов.

Одним из показателей уровня обслуживания считаются упущенные продажи, поскольку отсутствие гарантии поставки не только по ассортименту и объему, но и по срокам исполнения может привести к отказу клиентов работать с данным предприятием и, следовательно, к снижению объема продаж и прибыли. Чтобы предотвратить потерю клиентской базы, отдел маркетинга занимается прогнозом рынка сбыта с определением объема продаж.

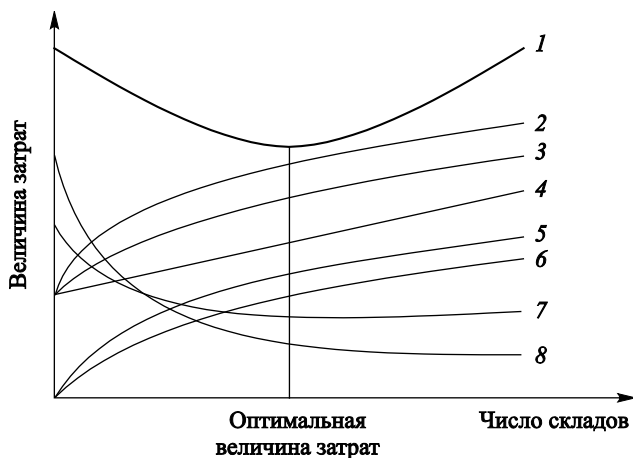


Рис. 2. Изменение общих логистических издержек в зависимости от числа используемых складов:
 1 — общая величина затрат; 2 — транспортные затраты на поставку на склад; 3 — затраты на запасы; 4 — затраты на хранение; 5 — затраты на бухгалтерскую отчетность; 6 — затраты на учет заказов; 7 — транспортные затраты на поставку клиентам; 8 — упущенные продажи

В соответствии с графиком (рис. 2), при увеличении числа складов в логистической системе снижаются транспортные затраты на доставку со склада конечному потребителю [10], увеличивается стоимость содержания запасов, обработки заказов и расходов на хранение. Транспортные расходы, связанные с доставкой грузов на склады, очевидно, будут увеличиваться с числом складов. В то же время благодаря росту числа складов и их приближению к клиенту сокращается расстояние доставки, а это приводит к уменьшению транспортных расходов и к обеспечению поставки в срок. Затраты на хранение грузов растут прямо пропорционально числу складов с повышением расходов на эксплуатацию при складировании. Из-за увеличения радиуса обслуживания и отдаленности от клиента возрастают транспортные расходы и время доставки заказа.

Важно помнить, что увеличение числа складов подразумевает включение в систему складов с различной мощностью и функциями в цепи поставок. Выделим два вида взаимодействия складов в системе складирования:

- децентрализованная система снабжения, в составе которой склады одинакового функционального назначения, но различной мощности в зависимости от объема снабжения и спроса клиентов;
- централизованная система снабжения, в составе которой склады различного функционального назначения. В такой системе центральный склад является распределительным, на нем концентрируются запасы и переформируются партии товара в соответствии с

потребностями региональных складов; на таких складах основное внимание уделяется рациональной погрузо-разгрузочной деятельности и построению зоны хранения [11, 12].

Решение о требуемом количестве складов принимает руководство, исходя из условий наибольшей эффективности, а именно с наименьшими итоговыми логистическими затратами при обеспечении требуемого уровня обслуживания клиентов.

При анализе логистической деятельности производственного предприятия за определенный отчетный период оцениваются:

- эффективность перемещения материальных потоков с точки зрения структуры доставки (наемный транспорт, самовывоз), сравнения долей доставок с количеством перевезенного груза, уровня загруженности складов;

- основные направления доставки товаров;

- размер клиентской базы и т. п.

Анализ складской деятельности предприятия проводят в два этапа:

1) оценка грузооборота на складе:

- расчет входного потока товаров на склад (перемещения с других складов либо с производства),

- расчет выходного потока товаров со склада (отгрузки клиентам или перемещения между складами);

2) оценка клиентской базы и ее стабильности.

Характеристика отгрузки клиентам дает понять, какова доля складов в объеме продаж, и помогает определить место их функционирования в цепи поставок.

Для востребованности товаров необходимо обеспечивать их максимальную доступность клиентам за счет рациональных загрузок складов с учетом прогнозов, а также оптимальное расположение по отношению к клиенту. Для создания требуемой доступности используется принцип *Make to forecast*, который учитывает прогноз клиентского спроса [13].

Первый этап анализа складской деятельности начинается с оценки эффективности издержек хранения, а именно оценки входного и выходного материальных потоков. Уравновешенное соотношение «входа — выхода» указывает на то, что циркуляция грузов на складе осуществляется без залеживаний, товар практически сразу отгружается.

На втором этапе анализа складской деятельности собирается сводная информация по всем клиентам за рассматриваемый период с определением ключевых (значимых) клиентов, оцениваются размер клиентской базы, объем продаж по месяцам каждому из клиентов, а также основные направления доставки. Далее анализируется структура доставок: количество отгрузок самовывозом и отгрузок наемным транспортом, а также дается расчет их соотношения в весовом выражении.

При определении оптимального количества складов и их расположения «склад — клиент» следует учитывать, что отгрузки с мелких складов на другие практически отсутствуют, следовательно, такие склады в цепи поставок являются промежуточным звеном между центральным (распределительным) складом и клиентом.

На складах более низкого уровня анализ клиентской базы ведется не только с целью мониторинга возможности самовывоза, но и для того, чтобы находить пересечения клиентской базы подобных складов с региональными распределительными складами. Поэтому необходимо осуществлять четкое планирование и прогнозирование спроса, чтобы избежать двойной платы за транспортировку.

В складировании предусмотрены нормы резервации на складах, варьирующиеся в зависимости от сезонности с целью снижения затрат на запасы и хранение. Ежедневно с каждого склада должны поступать данные по загрузенности, которые в течение года обрабатываются, затем проводится анализ структуры складирования, вносятся изменения в резервацию паллетомест (ПМ) в зависимости от загрузенности склада в течение периода. Рассчитывается загрузка склада как отношение текущего уровня запасов X к норме резервации ПМ:

$$Z = \frac{X}{N} \cdot 100 \%.$$

Проведение анализа загрузки складских площадей и сбор аналитической информации по единицам хранения позволяют выявить слабые места системы складирования, а также пустые затраты на складскую деятельность.

В рамках складской системы выделяют следующие основные проблемы:

- неритмичный процесс снабжения и отгрузки со складов, что негативно влияет на эффективность уровня запасов;
- доминирование входа над выходом товаров на складах, что ведет к затовариванию склада;
- пересечение клиентской базы складов более низкого уровня с распределительным складом при централизованной системе складов, что в некоторых случаях ведет к двойным транспортным издержкам;
- неэффективное использование площадей арендуемых складов.

На основе данных о пересечении клиентской базы и расстояния от основных клиентов до склада можно делать вывод об эффективности или неэффективности территориального расположения склада. При принятии решения о закрытии склада следует изыскивать иные способы отгрузки товара основным клиентам посредством использования транспорта предприятия или самовывозом.

Еще одним вариантом улучшения эффективности затрат является пересмотр нормы хранения материальных ресурсов при учете роста

или сокращения отгрузок со склада или неравномерном «входе — выходе». Здесь требуется аккуратно относиться к изменению количества зарезервированных ПМ, так как это может привести к отсутствию необходимого товара на складе, и провести тщательное дополнительное маркетинговое исследование. Рекомендацией с точки зрения логистики является пересмотр нормы ПМ в межсезонье (в случае сезонного бизнеса с учетом состояния экономики, например, кризисных, форс-мажорных обстоятельств и др.), а также необходимо заложить приблизительно 25 % дополнительной нормы в расчете на рост клиентской базы склада. При централизованной системе складирования следует принимать во внимание резервы на мелких складах региона, которые могут сокращаться с перемещением на центральный склад, куда товар изначально отгружается.

Данные рекомендации можно считать рациональными для планирования запасов, так как зарезервированные объемы оптимизируются не за счет общего снижения резерва, а за счет оптимизирования «мертвых» и переходных периодов года, а также дифференцирования системы мощностей в зависимости от сезона. Экономический эффект E от предложенных мер по каждой складской площади за счет минимизации функции сумм произведений норм резервации N_i на стоимость C_i одного ПМ определяется выражением

$$E = \sum_{i=1}^n (C_i N_i) \rightarrow \min.$$

В общем виде структура алгоритма анализа складских запасов, на базе которого принимается решение относительно оптимизации складской системы, показана на рис. 3.

Таким образом, даны рекомендации по пересмотру норм резервации ПМ на складах, на базе которых принимается решение о закрытии складов в случае неэффективного использования складских площадей или изменения их территориального расположения.

На базе представленного в статье алгоритма преобразовывалась складская сеть конкретного предприятия с централизованной системой снабжения. Разработан ряд рекомендаций, в том числе исключение складов из складской системы региона из-за их неэффективной работы на протяжении двух сезонов, отказ или пересмотр резервации ПМ на складах в межсезонье, обеспечение ритмичности снабжения складов региона с центральным складом, который имеет необходимый запас мощностей при росте отгрузок и клиентской базы. В рамках предложенных рекомендаций рассчитан экономический эффект по всем складам восточного региона — около 3 млн руб. за год, т. е. порядка 15 % общих затрат по договорам на оказание складских услуг в регионе.

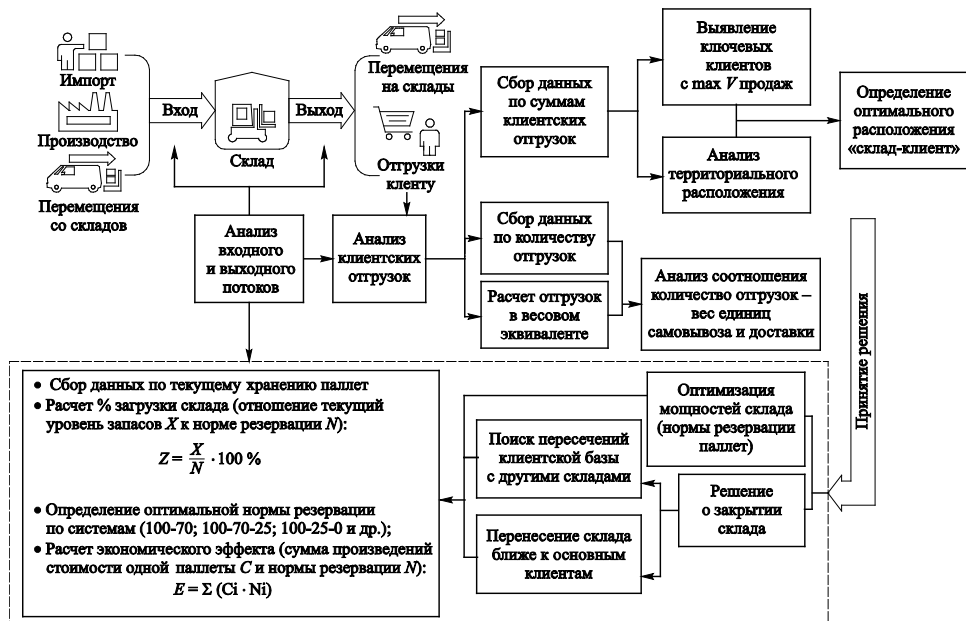


Рис. 3. Структура алгоритма анализа складских запасов

Предложенные мероприятия ведут к значительному уменьшению общелогистических затрат, включая издержки хранения и транспортировки, что положительно отразится на доходах предприятия. Также выполнение рекомендаций содействует снижению торговой наценки на товары, что сделает продукцию более привлекательной для клиента и конкурентоспособной.

В целом с помощью разработанного алгоритма анализа складской деятельности можно выявить потенциал увеличения эффективности складской системы крупных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дыбская В.В. *Логистика складирования*. Москва, ИНФРА-М, 2014, с. 55–62.
- [2] Гаджинский А.М. *Логистика*. Москва, Маркетинг, 2013, 408 с.
- [3] Дыбская В.В. *Логистика складирования. Дополнительные материалы*. Москва, ИНФРА-М, 2014, 1 CD-ROM.
- [4] Киреева Н.С. *Складское хозяйство*. Москва, Академия, 2009, с. 165, 166, 189, 190.
- [5] Степанов В.И. *Логистика*. Москва, Проспект, 2010, с. 135–138.
- [6] Волгин В.В. *Склад: логистика, управление, анализ*. Москва, Дашков и К, 2014, с. 602–609.
- [7] Аникин Б.А., ред. *Логистика*. Москва, ИНФРА-М, 2009, с. 265–267.
- [8] Омельченко И.Н. *Менеджмент инновационных процессов*. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, с. 41–92.

- [9] Омельченко И.Н. *Методология, методы и модели системы управления организационно-экономической устойчивостью наукоемкого производства интегрированных структур*. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, с. 32–53.
- [10] Дыбская В.В. *Управление складированием в цепях поставок*. Москва, Альфа-Пресс, 2009, с. 35–41, 108, 111.
- [11] Таран С.А. *Как организовать склад: Практические рекомендации профессионала*. Москва, Альфа-Пресс, 2009, с. 30–33.
- [12] Захаров М.Н. *Контроль и минимизация затрат предприятия в системе логистики*. Москва, Экзамен, 2006, с. 18–62.
- [13] Йерун ван ден Берг. *Склад как конкурентное преимущество*. Москва, АХЕЛОТ, 2013, с. 34–51.

Статья поступила в редакцию 12.07.2016

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Омельченко И.Н, Супрун А.Е. Алгоритм построения складской логистической системы. *Гуманитарный вестник*, 2016, вып. 11.

<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2016-11-398>

Омельченко Ирина Николаевна — д-р техн. наук, д-р экон. наук, заведующая кафедрой «Промышленная логистика», декан факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более ста научных публикаций, в том числе шести монографий, десяти учебников и учебных пособий.
e-mail: ibm3@bmstu.ru

Супрун Анастасия Евгеньевна — аспирант кафедры «Промышленная логистика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более десяти научных публикаций, в том числе двух монографий. e-mail: Anasuprun91@gmail.com

Development algorithm for a warehouse logistics system

© I.N. Omelchenko, A.E. Suprun

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

Managing a contemporary finished goods warehouse has to be adapted to any changes in the logistics system so as to respond flexibly to demand fluctuations. The study presents a product stock analysis algorithm structure that helps to optimise a warehouse system of an industrial enterprise in terms of rational warehouse cargo turnover and warehouse client base estimation. We have formulated recommendations for rational warehouse network development, pallet space reservation quota refusal or revision, and warehouse procurement rhythm maintenance. The arrangements suggested lead to increasing the benefit of business activities, enhancing competitive edge of the product by decreasing total logistics expenditure, including storage and transportation expenses, along with the marketing margin.

Keywords: *logistics system, planning, warehousing system, procurement, customer demand, supply chain.*

REFERENCES

- [1] Dybskaya V.V. *Logistika skladirovaniya* [Warehousing logistics]. Moscow, INFRA-M, 2014, 560 p.
- [2] Gadzhinskiy A.M. *Logistika* [Logistics]. Moscow, Marketing Publ., 2013, 408 p.
- [3] Dybskaya V.V. *Logistika skladirovaniya. Dopolnitelnye materialy* [Warehousing logistics. Supplementary materials]. Moscow, INFRA-M, 2014, 1 CD-ROM.
- [4] Kireeva N.S. *Skladskoe khozyaystvo* [Storage facilities]. Moscow, Akademiya Publ., 2009, pp. 165, 166, 189, 190.
- [5] Stepanov V.I. *Logistika* [Logistics]. Moscow, Prospekt Publ., 2010, pp. 135–138.
- [6] Volgin V.V. *Sklad: logistika, upravlenie, analiz* [Warehouse: logistics, management, analysis]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2014, pp. 602–609.
- [7] Anikin B.A., ed. *Logistika* [Logistics]. Moscow, INFRA-M, 2009, pp. 265–267.
- [8] Omelchenko I.N. *Menedzhment innovatsionnykh protsessov* [Innovation process management]. Moscow, BMSTU Publ., 2007, pp. 41–92.
- [9] Omelchenko I.N. *Metodologiya, metody i modeli sistemy upravleniya organizatsionno-ekonomicheskoy ustoychivostyu naukoemkogo proizvodstva integrirovannykh struktur* [Methodology, methods and models of organisational and economic stability management in high-tech manufacturing of integrated structures]. Moscow, BMSTU Publ., 2005, pp. 32–53.
- [10] Dybskaya V.I. *Upravlenie skladirovaniem v tsepyakh postavok* [Warehousing management in supply chains]. Moscow, Alfa-Press, 2009, pp. 35–41, 108, 111.
- [11] Taran S.A. *Kak organizovat sklad: Prakticheskie rekomendatsii professionala* [How to set up a warehouse: practical recommendations from a professional]. Moscow, Alfa-Press, 2009, pp. 30–33.
- [12] Zakharov M.N. *Kontrol i minimizatsiya zatrat predpriyatiya v sisteme logistiki* [Control and enterprise expense minimisation in a logistics system]. Moscow, Ekzamen Publ., 2006, pp. 18–62.

- [13] Van den Berg J.P. *Highly Competitive Warehouse Management*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011, 320 p. [In Russ.: van den Berg J.P. *Склад как конкурентное преимущество*. Moscow, AXELOT Publ., 2013, pp. 34–51].

Omelchenko I.N., Dr. Sci. (Eng.), Dr. Sci. (Econ.), Head of the Industrial Logistics Department, Dean of the Engineering Business and Management Faculty, Bauman Moscow State Technical University. Author of over 100 scientific publications, including six monographs, ten textbooks and teaching aids. e-mail: ibm3@bmstu.ru

Suprun A.E., post-graduate student, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University. Author of over 10 scientific publications, including two monographs. e-mail: Anasuprun91@gmail.com