

Логистика и управление транспортными системами

УДК 339.18; 339.188.4

DOI: 10.14529/em200116

ОБРАТНАЯ ЛОГИСТИКА: СУЩНОСТЬ И ВНУТРЕННИЕ ПОТОКИ

Р.М. Бейсенбаев

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

В статье рассматривается определение обратной логистики в зарубежной и отечественной литературе, выделяется проблема размытости теоретических понятий в отечественной науке в виде нескольких терминов, определяющих одно явление, а именно: ретрологистика, возвратная логистика, реверсивная логистика, обратная логистика. Также обратная логистика выделяется как раздел логистики, имеющий схожие материальные, финансовые и информационные потоки. Приводится авторское определение финансового и информационного потока в обратной логистике. В рамках определения финансового потока в обратной логистике приводится краткая характеристика обратных процессов в логистике, указывающих на существование обеспечивающей и консолидирующей функции финансового потока в системе обратной логистики. Уточняется и дополняется определение обратного материального потока.

Ключевые слова: реверсивная логистика, возвратная логистика, обратная логистика, обратные логистические потоки.

Введение

Усиление конкуренции, вызванное глобализацией и быстрым техническим прогрессом, вынуждает организации прилагать усилия для повышения эффективности своих цепочек поставок. Повышение эффективности таких процессов обратной логистики как восстановление и переработка товаров или утилизация товаров с истекшим сроком эксплуатации, является одним из способов, с помощью которых предприятия пытаются поддерживать и увеличивать конкурентоспособность и долю рынка.

Отчетливо наблюдать рост важности обратной логистики можно в сфере розничной торговли. Возвраты товара в настоящее время составляют растущую долю издержек ведения бизнеса и создают ряд уникальных проблем для предприятий, занимающихся продажей, хранением и распределением товаров через сложные внутренние и международные цепочки поставок и партнеров. Хотя процесс возврата может показаться лишь малым компонентом общей логистики и транспортных операций предприятия, результат или его отсутствие от неэффективного управления возвратами значительно повлияет на прибыльность и долю рынка компании. Только в США средний ежегодный объем возвратов у физических и онлайн-ритейлеров составляет 10 % продаж, что соответствует \$369 млрд упущенной выгоды в год [1]. Основные причины возвратов товаров в общем – низкое качество продукции как следствие производства товаров в странах с развивающейся экономикой, развитие интернета и электронной коммерции совместно с открытостью международного

рынка, позволяющие клиентам покупать любой товар из большинства стран мира, а также скорое физическое и моральное устаревание товаров, ситуации, когда клиент купил неподходящий товар, когда товар был поврежден по прибытию.

Современные покупатели требуют возможность легкого и бесперебойного возврата неисправного или нежелательного товара и получения возмещения или правильного заказа как можно быстрее и дешевле. Среди трех важнейших факторов, отмеченных в рис. 1, где отображены результаты опроса более 2000 респондентов-покупателей онлайн-магазинов, с логистикой связаны два: бесплатная доставка и легкая система возвратов, то есть помимо очевидной важности бесплатной доставки как способа получения купленного товара, покупателям также важно и наличие отлаженной системы обратной логистики, позволяющей совершать возвраты.

Исторически исследователи и практики часто уделяли большее внимание прямым цепочкам поставок в логистике и игнорировали возвратные потоки, но, несмотря на это, в настоящее время количество работ, связанных с вопросами обратных логистических потоков, увеличилось экспоненциально в связи с повышенным интересом к обратной логистике со стороны исследователей и потребителей данных исследований. О данном факте можно судить по результатам запроса ключевых слов «обратная логистика» в названиях, текстах и ключевых слов статей научных реферативных баз Scopus, Web of Science, РИНЦ и ВАК (рис. 2).



Рис. 1. Долевое распределение ответов респондентов на вопрос «Какие из следующих возможностей вы цените больше всего при покупке одежды онлайн?» [6]

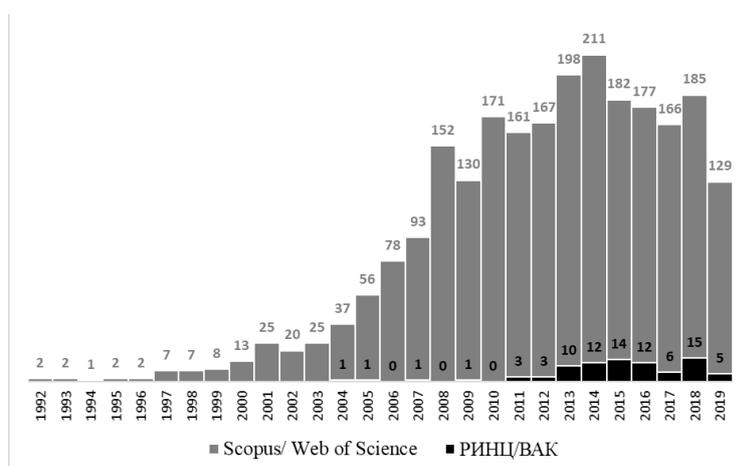


Рис. 2. Количество публикаций в реферативных базах Scopus, Web of Science, РИНЦ и ВАК по запросу «обратная логистика» в период 1992 – 2019 гг.

Как неотъемлемый фактор торговой деятельности и ритейла, собственно обратные логистические потоки в виде покупательских возвратов появляются в работах С. Тэрри [5], Д. Бэкли и У. Логан [2] в XIX – XX вв., но обособленное выделение возвратов как обратных логистических потоков впервые наблюдается лишь в работе П. Мерфи и Р. Пойст, которые определяют «обратное распределение» как «движение материального потока от потребителя к производителю по определенному каналу распределения» [3]. Таким образом видно, что в это время начинает формироваться восприятие обратной логистики именно как потокового процесса, что является коренным элементом логистики как науки в целом, ведь логистика – это наука об управлении и оптимизации материальных потоков, потоков услуг и связанных с ними информационных и финансовых потоков в определенной микро-, мезо- или макроэкономической системе для достижения поставленных перед ней целей [7].

В отечественной науке впервые вопросам обратной логистики были посвящены работы Г.Г. Левкина [10], О.Н. Зуевой [8] и Р.В. Сагайдак-Никитюк [14], одинаково рассматривающих обратную логистику как управляемые потоковые процессы в рамках общего управления запасами в компаниях. В работах предшествующих лет встречаются упоминания обратной логистики, ретрологистики и возвратной логистики, а также существует много работ, затрагивающих проблему утилизации отходов производства и переработку продукции, но какого-либо системного подхода к управлению обратными процессами не наблюдается. Предполагается, что это связано с тем, что в период до начала 2010-х большинство производителей и торговых компаний не имели тех объемов возвратов, с какими приходилось сталкиваться зарубежным организациям.

Теория

В рамках данной статьи поставлена задача выделения потоков в обратной логистике в рамках

общей логистики, а также необходимо уточнить понятие «обратный материальный поток» и определить сущность финансового и информационного потоков в обратной логистике.

Для начала необходимо отметить проблему определения в отечественной науке такого явления, как движение логистических потоков в направлении, противоположном стандартным, прямым потокам. Наиболее часто встречаются следующие определения:

1) ретрологистика – «планирование, управление, организация, регулирование и контроль всех остаточных потоков материала (упаковка, отходы, старые продукты), возврат товаров, а также связанных потоков информации» [10];

2) возвратная логистика – «управление потоками сырья, незавершенного производства, упаковки и готовой продукции, идущими от точек производства, распределение и конечное использование обратно по цепи поставок, с целью возврата им потребительских свойств или уничтожение при оптимальных издержках» [15];

3) реверсивная логистика – «широкое понятие, охватывающее логистический менеджмент и деятельность по снижению и устранению опасных и не опасных потерь тары и продуктов. Она означает обратное распределение – движение товаров и информации в направлении, противоположном тому, в котором протекает нормальная логистическая деятельность» [8].

Все перечисленные определения очень схожи – как можно наблюдать, все они в какой-то мере говорят о наличии обратного движения потоков, а также упоминают, что это движение является контролируемым, то есть оно подвергается планированию, управлению и другим функциям общего логистического подхода. Таким образом, представляется возможным придерживаться определения обратной логистики Д.С. Роджерса и Р.С. Тиббен-Лембке, обобщающему все аспекты вышеперечисленных вариаций – «явление, противоположное прямой логистике, представляющее собой процесс планирования, реализации и контроля производственных и эффективных по затратам потоков сырья, запасов незавершенного производства, готовой продукции и связанной с ними информации, перемещающихся от точки потребления до точки их происхождения в целях восстановления их ценности или правильной утилизации» [4].

Тут также стоит обратить внимание на частую агрегацию терминов «обратная логистика» и «зеленая логистика». По нашему мнению, термин «зеленая логистика» обозначает именно те действия в цепочке поставок, которые направлены на сокращение отходов и уменьшение экологического следа от функционирования логистической цепочки, в то время как это может быть лишь частью общей обратной логистической системы, цель ко-

торой, как говорилось ранее – восстановление ценности или утилизация обратных товарных потоков.

Так как обратная логистика, как и логистика в целом, является упорядоченной во времени и пространстве и управляемой совокупностью потоков, движущихся в обратном прямому направлении – необходимо определить основные обратные логистические потоки. Прямые логистические потоки часто разделяют на финансовые, информационные и материальные, и представляется возможным выделение аналогичных потоков в обратной логистике с похожими функциями.

При анализе как российской, так и зарубежной научной литературы возникла проблема точного определения таких видов обратных потоков. Потоки в логистике часто определяют как направленное движение множества чего-либо условно однородного: товаров, материалов, информации или финансов, подвергающееся динамическим изменениям во времени [9].

Результат

С точки зрения логистического подхода материальный поток можно определить как находящиеся в состоянии движения материальные ресурсы, незавершенное производство и готовая продукция, к которым применяются логистические виды деятельности, ответственные за их физическое перемещение в пространстве [11]. Отталкиваясь от схожих определений, В.А. Лазарев определяет возвратный материальный поток как поток, который организуется и направляется в адрес поставщика получателем товара по согласованным с поставщиком условиям [16]. Таким образом, определение обратного материального потока может быть дополнено следующим образом: обратный материальный поток – это поток, организуемый и направляемый покупателем товара к участнику логистической цепочки, уполномоченному на прием товара, по обоюдно согласованным условиям. Элементами обратных материальных потоков являются возвращенные товары от потребителя по причине повреждений, неликвидные сезонные запасы товара, товарные излишки, вторичное сырье, товар с неверной маркировкой, а также тара, упаковка и товароносители.

Важным элементом логистики является и финансовый поток, который определяется как движение денежных средств, циркулирующих в логистической системе, а также между внешней средой и логистической системой [13]. Также, в большинстве литературы направление финансовых потоков зеркально материальным потокам. В таком случае нельзя говорить об обратных или прямых финансовых потоках, ведь слова «циркулирующих» и «между» не обозначают обособленного направления, к тому же, даже в прямых логистических цепочках финансовый поток может быть не прямым или обратным, а исходящим и/или входящим в

зависимости от участника логистической цепочки, взаимодействующего на конкретном этапе с информационным или материальным потоком. Следовательно, получается, что и в рамках обратной логистики финансовый поток может быть разных направлений, например: в случае возвращения оплаты стоимости товара покупателю для продавца это будет исходящим финансовым потоком, но оплата доставки возврата покупателем будет уже входящим финансовым потоком. Для понимания того, что именно обеспечивают финансовые потоки, нужно рассмотреть основные этапы и элементы системы обратной логистики.

Основные процессы в обратной логистике – следующие (рис. 3):

• Сбор

Процесс приобретения использованных продуктов, товаров, компонентов или материалов у конечных пользователей для дальнейшей обработки. Поскольку возврат продукции неясен и хаотичен с точки зрения времени, количества и качества, его сбор как начало обратного процесса особо важен для успешного функционирования системы обратной логистики. Данный этап регулируется набором практик и правил, обычно выполняемых ритейлерами для определения того количества товаров определенного вида и качества в надлежащей форме, которое может быть либо допущено дальше в систему, либо возвращено покупателю. Например, если потребитель возвращает продукт розничному продавцу, розничный продавец решает, следует ли отправить продукт для дальнейшей обработки или вернуть его потребителю. Товар собирается либо напрямую у клиентов, используя ресурсы производителя или дистрибьютера, или используя стороннюю логистическую компанию, либо товар доставляется силами покупателя в назначенное место.

• Консолидация

На данном этапе товар, прошедший первич-

ный контроль, консолидируется в центре обработки и сортировки, либо на складе, либо в центре обратной логистики (на аутсорсинге).

• Осмотр и сортировка

Возврат товара может быть произведен в целях сервисного и/или гарантийного обслуживания в связи с окончанием срока службы либо по известным или неизвестным желаниям покупателя. В зависимости от этого дальнейшее назначение, а также состояние возвращаемых товаров может значительно отличаться. Как следствие, для качественной сортировки товаров требуется отдельный осмотр каждого предмета в связи с неординарностью входящих товаров.

• Распределение

Следующим этапом системы является принятие решения об утилизации или дальнейшей обработке товара. Существует несколько вариантов дальнейших действий с товарами: перепродажа товара, переработка, разбор на запчасти. Переработка может включать в себя ремонт и/или переупаковку с последующей продажей товара как нового, ремонт и/или переупаковку и продажу товара как б/у по дисконтированной цене.

Итак, можно утверждать, что финансовые потоки могут возникнуть на любом этапе движения товара в системе обратной логистики в виде издержек, выплат компаниям на аутсорсинге, возврата денежных средств покупателю и так далее. К тому же определяются две большие группы деятельности в обратной логистике – сбор, осмотр и консолидация обратных материальных потоков, и деятельность, связанная с обработкой, переработкой, переупаковкой и утилизацией товаров. Следовательно, основные финансовые элементы в системе обратной логистики ритейлеров можно агрегировать и сгруппировать по их функциям, и представляется возможным расширение определения двумя подходами.

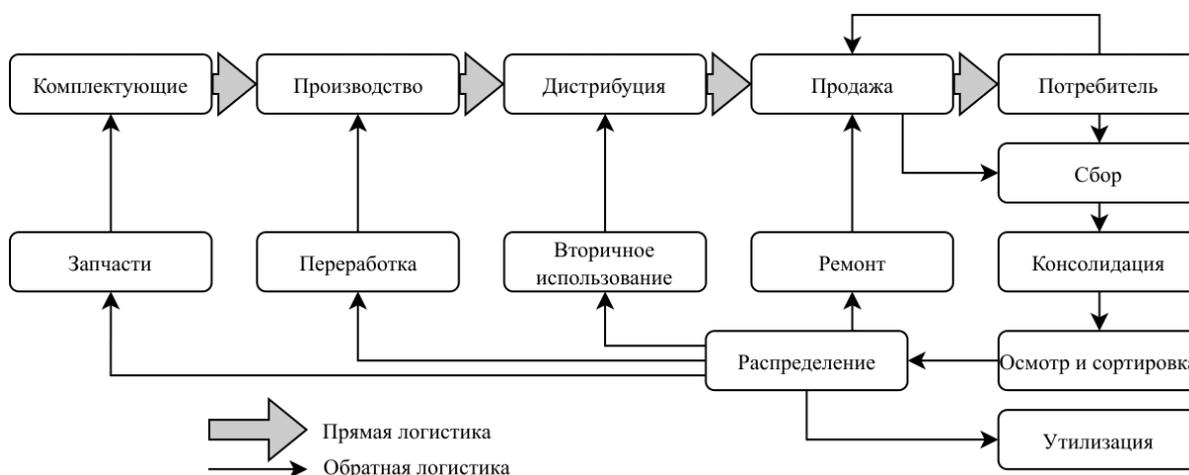


Рис. 3. Процессы прямой и обратной логистики

1. С точки зрения издержек возвратных процессов:

Издержки, связанные с получением товара от покупателя с хранением стихийно возникающих запасов возвращенной продукции, издержки на анализ и осмотр товара. Таким образом, определение финансового потока в обратной логистике будет лишь дополненным определением общего финансового потока в логистическом подходе. Финансовый поток в обратной логистике – движение денежных средств, обеспечивающих функционирование согласованных целевых возвратных процессов между поставщиком и получателем товара.

2. С точки зрения издержек процессов обработки:

Издержки, связанные с личной переработкой либо утилизацией товара, либо с направлением товара к поставщикам и производителям, либо утилизация товара как с помощью своих ресурсов, так и с помощью специальных аутсорс-агентств. Тем самым, с точки зрения таких видов расходов, финансовый поток в обратной логистике – движение денежных средств, обеспечивающих деятельность поставщика по сохранению и/или созданию ценности товара, а также по утилизации товара при операциях по обратной логистике.

Наконец, информационный поток определяют как совокупность циркулирующих в логистической системе, между логистической системой и внешней средой, сообщений, необходимых для управления, анализа и контроля логистических операций [12]. Аналогично финансовым потокам информационный поток не имеет общей направленности, исходя как от покупателя к поставщику в виде заявки на возврат товара, так и от продавца к поставщикам в виде заказа или контракта. Информационные потоки в системе обратной логистики следует обособить, так как в отличие от информационных потоков в прямой логистике, они еще выполняют связующую, интегрирующую функцию, внедряя систему обратной логистики в существующие прямые потоки в цепочке поставок ритейлера. Таким образом, информационный поток в обратной логистике – это совокупность данных, сведений и сообщений, необходимых для контроля, учета и управления логистической деятельностью в рамках системы обратной логистики и обеспечивающих интеграцию системы обратной логистики с существующей. Включение прямых потоков в определение и выделение интегрирующей функции необходимо вследствие того, что система обратной логистики предприятия не может существовать без изначально функционирующей прямой логистической цепи.

Обсуждение и выводы

Таким образом, несмотря на существование некоторых научных определений обратных материальных потоков, необходимо определить точные формулировки и отличия обратных материальных,

финансовых и информационных потоков от прямых. Благодаря разделению всего спектра деятельности в сфере обратной логистики, возможно рассмотреть суть финансовых потоков в обратной логистике и дать два определения с двух точек зрения. Аналогично информационные потоки в обратной логистике отмечены не только как элемент обеспечения функционирования всех прямых потоков, но и как отдельное связующее звено между ними и системой обратной логистики.

Литература

1. 2018 Consumer Returns in the Retail Industry / *Appriss Retail*. – https://appriss.com/retail/wp-content/uploads/sites/4/2018/12/AR3018_2018-Customer>Returns-in-the-Retail-Industry_Digital.pdf (дата обращения: 22.11.2019).

2. Beckley W.B. *The Retail Salesperson at Work* / W.B. Beckley, D.K. Logan. – McGraw Hill Book Company, 1948. – 342 p.

3. Murphy P.R. *Management of logistical retromovements: an empirical analysis of literature suggestions* / P.R. Murphy, R.F. Poist // *Journal of the Transportation Research Forum*. – 1988. – № 1. – P. 177–118.

4. Rogers D.S. *An Examination of Reverse Logistics Practices* / D.S. Rogers, R.S. Tibben-Lembke // *Journal of Business Logistics*. – 2001. – № 22(2). – P. 129–148.

5. Terry, S.H. *The Retailer's Manual: Embodying the Conclusions of Thirty Years' Experience in Merchandizing* / S.H. Terry. – Nabu Press, 2012. – 412 p.

6. *The 2019 U.S. Forecast on Apparel Shopping Trends: How Shoppers will Browse and Buy Apparel in 2019* // *Tinuiti*. – <https://bit.ly/2r0t2H8> (дата обращения: 22.11.2019).

7. Грейз Г.М. *К вопросу о терминологии сферы логистического менеджмента промышленного предприятия* / Г.М. Грейз // *Проблемы современной экономики*. – 2015. – № 1 (53). – С. 186–190.

8. Зуева, О.Н. *Реверсивная логистика в управлении запасами* / О.Н. Зуева // *Известия Иркутской государственной экономической академии*. – 2009. – № 1 (63). – С. 107–111.

9. Каточков, В.М. *Оптимизация взаимодействия логистических потоков на основе информатизации коммерческой деятельности промышленных предприятий: автореф. ... дис. д-р экон. наук* / В.М. Каточков. – Екатеринбург: УРГЭУ, 2006. – 40 с.

10. Левкин Г.Г. *Логистика в России: использование опыта стран Европы* / Г.Г. Левкин // *Вестник ОмГАУ*. – 2004. – № 1. – С. 68–70.

11. *Методология аналитического обеспечения логистического менеджмента промышленного предприятия: монография* / Г.М. Грейз. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 216 с.

12. Минченко Л.В. *Проблема коммуникаций при обработке информационных потоков* / Л.В.

Минченко, Н.П. Яковлева // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. – 2015. – № 4. – С. 270–278.

13. Негреева, В.В. Управление финансовыми потоками в логистических комплексах / В.В. Негреева, И.А. Цимбалит-Колесникова, Я.В. Шевченко // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. – 2016. – № 3. – С. 71–78.

14. Сагайдак-Никитюк, Р.В. Внедрение реверсивной логистики / Р.В. Сагайдак-Никитюк, Н.А.

Селиванова // *Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской технике*. – 2008. – № 5. – С. 38–40.

15. Терентьев П.А. Классификации и модели логистики возвратных потоков / П.А. Терентьев // *Логистика сегодня*. – 2010. – № 4 (40). – С. 242–251.

16. Функциональные области логистики: современные проблемы исследования: монография / кол. авт.; отв. за вып. О.Н. Зуева. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2017. – 253 с.

Бейсенбаев Руслан Маратович, аспирант кафедры «Логистика и коммерция», Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), beysenbaevrusslan@yandex.ru

Поступила в редакцию 5 марта 2020 г.

DOI: 10.14529/em200116

REVERSE LOGISTICS: DEFINITION AND INTERNAL FLOWS

R.M. Beysenbaev

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

This article analyzes the definition of reverse logistics in foreign and Russian literature, highlights the problem of indistinct concepts in Russian science in the form of several terms that define one phenomenon, namely: retro logistics, return logistics, reverse logistics. Also, reverse logistics is distinguished as a section of logistics with similar material, financial and information flows. The author gives his definition of the financial and information flows in reverse logistics. As part of the definition of financial flow in reverse logistics, a brief description of the reverse processes in logistics is given, indicating the existence of a supporting and consolidating function of financial flow in the reverse logistics system. The definition of reverse material flow is refined and supplemented.

Keywords: reverse logistics, return logistics, reverse logistics flows.

References

1. 2018 *Consumer Returns in the Retail Industry*. Available at: https://appriss.com/retail/wp-content/uploads/sites/4/2018/12/AR3018_2018-Customer>Returns-in-the-Retail-Industry_Digital.pdf (accessed 22 October 2019).

2. Beckley W.B., Logan D.K. *The Retail Salesperson at Work*. McGraw Hill Book Company, 1948. 342 p.

3. Murphy P.R., Poist R.F. Management of Logistical Retromovements: an empirical analysis of literature suggestions. *Journal of the Transportation Research Forum*. 1988, no. 1, pp. 177–118.

4. Rogers D.S., Tibben-Lembke R.S. An Examination of Reverse Logistics Practices. *Journal of Business Logistics*, 2001. no. 22(2), pp. 129–148. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x

5. Terry S.H. *The Retailer's Manual: Embodying the Conclusions of Thirty Years' Experience in Merchandizing*. Nabu Press, 2012. 412 p.

6. The 2019 U.S. Forecast on Apparel Shopping Trends: How Shoppers will Browse and Buy Apparel in 2019. Available at: <https://bit.ly/2r0t2H8> (accessed 22 October 2019).

7. Greyz G.M. [Concerning Terminology in Industrial Logistics Management]. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of modern economics], 2015, no. 1 (53), pp. 186–190. (in Russ.)

8. Zueva O.N. [Reverse Logistics in Stock Management]. *Izvestiya Irkutskoy Gosudarstvennoy Ekonomicheskoy Akademii* [Irkutsk State Economic Academy News], 2009, no. 1 (63), pp. 107–111. (in Russ.)

9. Katochkov V.M. *Optimizatsiya vzaimodeystviya logisticheskikh potokov na osnove informatizatsii kommercheskoy deyatel'nosti promyshlennykh predpriyatiy: avtoref. dis. d-r ekon. Nauk* [Optimization of logistics flows based on informatization of commercial processes in industrial plants: abstract of PhD thesis]. Ekaterinburg, 2006. 40 p.

10. Levkin G.G. [Logistics in Russia: Using the Experience of European Countries]. *Vestnik OmGAU* [The Omsk SAU Herald], 2004, no. 1, pp. 68–70. (in Russ.)
11. Greyz G.M. *Metodologiya analiticheskogo obespecheniya logisticheskogo menedzhmenta promyshlennogo predpriyatiya* [Methodology of Analytical Support of Industrial Logistics Management]. Chelyabinsk, 2016. 216 p.
12. Minchenko L.V., Yakovleva N.P. [The Problem of Communication When Working with Information Flows]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment»* [ITMO University State Journal. “Economics and Ecological Management” Series], 2015, no. 4, pp. 270–278. (in Russ.)
13. Negreeva V.V., Tsimbalist-Kolesnikova I.A., Shevchenko Ya.V. [Management of Financial Flows in Logistics Systems]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment»* [ITMO University State Journal. “Economics and Ecological Management” Series], 2016, no. 3, pp. 71–78. (in Russ.) DOI: 10.17586/2310-1172-2016-9-3-71-78
14. Sagaydak-Nikityuk R.V., Selivanova N.A. [Integration of Reverse Logistics]. *Zhurnal o rossiyskom rynke lekarstv i meditsinskoy tekhnike* [Russian Pharmaceutical Market and Medical Technologies Journal], 2008, no. 5, pp. 38–40. (in Russ.)
15. Terent'ev P.A. [The Classification and Models of Reverse Logistics Flows]. *Logistika segodnya* [Logistics Today], 2010, no. 4 (40), pp. 242–251. (in Russ.)
16. Zueva O.N. (Ed.) *Funktsional'nye oblasti logistiki: sovremennyye problemy issledovaniya: monografiya* [Functional Aspects of Logistics: Modern Problems of Research: a Collective Monograph]. Ekaterinburg, 2017. 253 p.

Ruslan M. Beysenbaev, postgraduate student of the Department of Logistics and Commerce, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, beysenbaevruslan@yandex.ru

Received March 5, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Бейсенбаев, Р.М. Обратная логистика: сущность и внутренние потоки / Р.М. Бейсенбаев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2020. – Т. 14, № 1. – С. 168–174. DOI: 10.14529/em200116

FOR CITATION

Beysenbaev R.M. Reverse Logistics: Definition and Internal Flows. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 168–174. (in Russ.). DOI: 10.14529/em200116
