ЗАМКНЕНІ ЛАНЦЮГИ ПОСТАВОК В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

CLOSED SUPPLY CHAINS IN A CIRCULAR ECONOMY: EFFECTIVE INVENTORY MANAGEMENT

УДК 339.18; 339.188.4

DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastruct53-8>

Луценко І.С.

к.е.н., доцент,
доцент кафедри менеджменту
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Lutsenko Iryna

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

У статті розглянуто сутність та основні принципи циркулярної економіки. Досліджено складові елементи реверсивних матеріальних потоків у замкнених ланцюгах поставок. Визначено основні проблеми у формуванні замкнених ланцюгів поставок, а саме оптимізація управління запасами протягом усього ланцюга. Запропоновано методичний підхід до управління запасами в замкнених ланцюгах поставок, які передбачають багаторівневе розміщення запасів. Обґрунтовано використання сукупності моделей управління запасами, які дають змогу координувати дії щодо управління запасами і є адекватними практиці ведення бізнесу в умовах циркулярної економіки. Сформульовано висновки і рекомендації щодо особливостей формування замкнених ланцюгів поставок, переліку потоків як елементів реверсивної логістики, методичних підходів із використання моделей управління запасами в складних логістичних системах, побудованих за кільцевим принципом (циркулярним).

Ключові слова: потік, повернений потік, зворотний потік, реверсивна логістика, замкнені ланцюги поставок, циркулярна економіка, управління запасами.

В статті рассмотрены сущность и основные принципы циркулярной экономики. Исследованы составляющие элементы реверсивных потоков в замкнутых цепях поставок. Определены основные проблемы в формировании замкнутых цепей поставок, а именно оптимизация управления запасами на протяжении всей цепи. Предложен методический подход к управлению запасами в замкнутых цепях поставок, которые предусматривают многоуровневое размещение запасов. Обосновано использование совокупности моделей управления запасами, которые позволяют координировать действия по управлению запасами и адекватны практике ведения бизнеса в условиях циркулярной экономики. Сформулированы выводы и рекомендации по особенностям формирования замкнутых цепями поставок, перечню потоков как элементов реверсивной логистики, методических подходов по использованию моделей управления запасами в сложных логистических системах, построенных по кольцевому принципу (циркулярному).

Ключевые слова: поток, возвратные потоки, обратные потоки, реверсивная логистика, замкнутые цепи поставок, циркулярная экономика, управление запасами.

The world economy is characterized by linearity, namely the model "product of raw materials-production-consumption". This concept has already lost its viability due to a number of factors, namely: the depleted global ecological system, socio-economic and resource constraints. Through various environmental contaminants sharply reduced and the quality of life disappear goals populations of animal and plant life. Today, there is an alternative to the linear model of the economy – a circular economy, the main task of which is to restore the ecosystem, saving resource potential, financial and human resources through reverse and careful treatment. To form a new model of economy, governments of developed countries use different tools, but there is not always an understanding of the importance and effectiveness of this concept. The article considers the essence and basic principles of circular economy. As a basis for the implementation of the concept of circular economy are considered closed supply chains and as the main tool for the implementation of tasks – reversible logistics. Managing reverse logistics is a complex task that requires a systematic approach and significant resources. The goal of building reverse flows is to reduce costs and increase profits. The author's interpretation of the essence and content of reverse flows in closed supply chains, which include return and return flows, is presented in the article. The constituent elements of reversible material flows in closed supply chains are investigated. The main problems in the formation of closed supply chains are identified, namely the optimization of inventory management throughout the chain. A methodical approach to inventory management in closed supply chains, which provide for multilevel inventory management, is proposed. The use of a set of inventory management models that allow to coordinate actions for inventory management and are adequate to the practice of doing business in a circular economy. Conclusions and recommendations on the peculiarities of the formation of closed supply chains, the list of flows as elements of reversible logistics, methodological approaches to the use of inventory management models in complex logistics systems built on a circular basis (circular).

Key words: flow, return flow, reverse flow, reverse logistics, closed supply chains, circular economy, inventory management.

Постановка проблеми. Прагнення до інноваційного розвитку, впровадження принципів циркулярної економіки, формування замкнених ланцюгів поставок потребують кристалізації змісту та наповнення реверсивних потоків, визначення елементів та віднесення їх до повернутих чи зворотних потоків або взагалі не включення певних елементів у реверсивний потік через їх нематеріальний характер, поодинокість випадків виникнення тощо. Спеціальної уваги заслуговують підходи до вирішення питань ефективних реверсивних потоків, використання адекватних моделей управління запасами в логістичних системах, які можуть забезпечити зменшення сукупних витрат, з одного боку, і гнучкість та адаптивність – з іншого.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Специфікою основних елементів циркулярної економіки та моделювання замкнених ланцюгів поставок, реверсивними потоками і запасами в логістичних системах займалися такі вчені, як М.А. Гурьєва [1], Дж. Гудье, О.В. Єсіпова [2], Н. Пахомова [4], К. Рихтер [4], Р. Джеймс, О.Н. Зуєва [5], Р. Деккер, В.С. Лукинський [6], С. Чуанга, З. Ву та ін. При цьому, незважаючи на значну кількість досліджень у межах визначеної наукової проблематики, не вирішеним залишається питання управління дефініцією запасів наскрізно через увесь інтегрований логістичний ланцюг у прямому та реверсивному напрямках, ураховуючи їх неоднорідний характер.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз специфіки формування реверсивних потоків, ефективного управління запасами в зворотних ланцюгах поставок у межах циркулярної економіки, впливу вибраної моделі управління запасами на ефективність та економічність досягнення цілей та завдань логістичної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Світ сьогодні підійшов до червоної межі, коли ми споживаємо природних ресурсів на 50% більше, ніж може бути відтворено, а через десять років, за прогнозами дослідників, кінцевий попит потребуватиме вдвічі більше природних ресурсів, аніж зараз [1]. Як відповідь на екологічні загрози глобалізаційної цивілізації у 1992 р. на Конференції ООН була прийнята концепція стійкого розвитку. Більшість парадигм стійкого розвитку концентрує свою увагу на проблемах ощадливого виробництва і споживання, намагаючись досягти при цьому узгодженості використання природних ресурсів, науково-технічного розвитку, інституціональних змін, які стануть підвалиною для задоволення людських потреб і прагнень. У 2011 р. відбувається перенесення уваги світової спільноти на проблему соціальної справедливості (ще в 2008 р. за ініціативою ООН була розроблена концепція інклюзивної економіки, головною ідеєю якої була економічна ефективна схема ведення бізнесу із включенням усіх верств населення, навіть найбідніших, як споживачів, покупців, працівників, виробників та підприємців на всіх ланках ланцюгів поставок, забезпечуючи при цьому взаємовигідний розвиток) та її поєднання з деградацією екологічної системи [2]. Це поєднання згодом утворює нову концепцію – зелену економіку, яка покликана вирішити питання спустошення природних ресурсів, зменшення небезпечних викидів в атмосферу, кліматичні зміни тощо. Генеральною Асамблеєю ООН у 2015 р. було визначено 17 ключових цілей сталого розвитку, які намагаються вирішити три комплексні проблем: економічні, соціальні та екологічні. Однією із цих цілей є необхідність забезпечення стійких моделей виробництва та споживання, реалізація якої пов'язана з позитивними соціально-економічними та екологічними ефектами [2]. Цього можна досягти, змінивши модель економіки з лінійної, що базується на принципі take, make, waste, на модель, яка зорієнтована на повторне використання та утилізацію продукції в кінці її використання й є вираженням концепції циркулярної економіки take, make, reuse [3, с. 108]. Ця концепція вперше була згадана в літературі в 1966 р. американським економістом К. Боулдингом, який висунув теорію Землі як космічного корабля: «Земля перетворилася на єдиний космічний корабель, на якому немає необмежених резервуарів, тому людина повинна знайти своє місце в циклічній екологічній системі» [4, с. 252].

На початку 70-х років минулого століття Д. Медоузом була розроблена ідея ефективного повторного використання, у подальшому ця ідея розвивається вченими У. Стахілем, М. Браунгартом, У. Макдоно, а саме що функціонування економіки відбувається по замкнутому колу. Діюча сьогодні модель циркулярної економіки являє собою поетапний замкнений цикл, який був розроблений фондом EllenMacArthur і націлений на економію ресурсів, створення нових робочих місць і скорочення відходів, який починається з видобутку сировини, її переробки, виробництва, транспортування, продовжується збутом, кінцевим споживанням і використанням, у кінці життєвого циклу відбувається збір товарів, якими вже не користуються, або відходів споживання чи виробництва і спрямуванням їх на утилізацію або переробку [2]. Для циркулярної економіки характерний замкнений і відновлюючий характер, що відображається у мінімізації сировинних ресурсів, які використовуються, і максимізації обсягів ресурсів, котрі переробляються і спрямовуються на наступний цикл споживання, скорочення площ полігонів, відведення під сміттєзвалища, тощо.

Циркулярна економіка заснована на таких принципах:

1. Контроль кінцевих запасів ресурсів і потоків ресурсів, що поновлюються, для забезпечення збереження природного капіталу.
2. Оптимізація споживання ресурсів шляхом розроблення і розповсюдження продукції, комплектуючих, матеріалів на найвищому рівні.
3. Запобігання негативним зовнішнім ефектам поточного виробництва для підвищення ефективності економічних і екологічних систем [4].

За широкого використання концепції циркулярної економіки, за оцінками експертів, потенційно можна скоротити споживання всіх матеріалів на 32% протягом 15 років і на 53% до 2050 р.

Модель циркулярної економіки сьогодні може існувати тільки на основі формування замкнених ланцюгів поставок. Замкнені ланцюги поставок (Closed-loop supply chain або CLSC) фокусуються на поверненні від покупців продуктів та відновленні їх доданої вартості шляхом вторинного використання продуктів або деяких їх модулів, компонентів і частин. Під замкненими ланцюгами поставок розуміють ланцюги поставок, які забезпечують максимізацію доданої вартості протягом усього життєвого циклу продукції з динамічним поновленням у межах відносно довгих часових інтервалів цінностей різних типів та обсягів [5].

Замкнені ланцюги поставок грають важливу роль в організації взаємозв'язку між логістичною системою виробництва та продажу товарів і логістичною системою вторинних ресурсів. Окрім того, саме на підставі замкнених ланцюгів поставок

будується рух потоків реверсивної логістики, який складається зі зворотних і повернених потоків.

Необхідно відзначити, що донині існує багато в чому помилковий погляд на реверсивну логістику і реверсивні потоки, а саме через невизнання їх важливості для підприємств і розбіжність поглядів щодо складу та елементів цих потоків. «Реверсивна логістика – це процес, який дає змогу компаніям стати більш екологічно ефективними за допомогою використання у своїй діяльності утилізації, повторного використання і зниження кількості матеріалів, що використовуються. У більш вузькому сенсі дане явище можна розглядати як зворотний розподіл матеріалів між учасниками каналу розподілу. Більш цілісним поглядом на реверсивну логістику є прагнення скоротити використання матеріалів у системі потоків прямого руху так, щоб якомога менша їх кількість поверталася у зворотному напрямі, повторне використання матеріалів у цьому разі можливе, а процес утилізації полегшується» [5, с. 110]. Можна впевнено стверджувати, що реверсивна логістика є одним із дієвих інструментів циркулярної економіки. На жаль, багато компаній, і не тільки в Україні, вважають реверсивну логістику своєю другорядною функцією, яка несе лише збитки і проблеми.

Якщо аналізувати склад замкнених матеріальних потоків, то можна запропонувати таку формулу: Замкненні матеріальні потоки = Прямі матеріальні потоки + Реверсивні потоки (зворотні потоки + поверненні потоки). Найбільше розбіжностей у науковій літературі у визначенні складників реверсивних потоків у замкнених ланцюгах поставок спостерігається відносно такого виду діяльності, як гарантії: гарантійний ремонт, гарантійне обслуговування, повернення товарів, що знаходяться на гарантії і що не підлягають ремонту в разі появи несправності. Погоджуємося з підходом [5, с. 108],

що гарантійний ремонт не носить масового характеру, у цьому разі не утворюється товарний потік, який ми розглядаємо як упорядкований, спрямований рух однорідних елементів із визначеної точки ланцюга поставок до іншої точки. Те ж саме стосується товарів, що відправляються в ремонт, і товарів, що повертаються з ремонту. Гарантійний ремонт – це послуга спеціалізованих підприємств, які, як правило, працюють за договорами з виробниками, вони, своєю чергою, забезпечують їх запасними частинами. Гарантійне обслуговування не передбачає ремонтних робіт, у цьому разі слід говорити про пересування працівників гарантійних майстерень до стаціонарного обладнання, яке знаходиться на гарантії, й якщо буде виявлено значні проблеми, то це обладнання буде повернене виробнику, і саме у цей момент можуть виникати повернені потоки, але зауважимо, що для виникнення потоку такі дефекти мають носити масовий характер. Відсутність єдиних підходів до поняття і, головне, складових елементів зворотного і поверненого потоків викликає додаткові складності під час управління замкненими ланцюгами поставок.

Дотепер зберігаються методичні підходи до проєктування запасів у замкнених ланцюгах поставок з орієнтацією на логістику прямих поточкових процесів. Операції повернення продукції та формування зворотного потоку необхідно розглядати з погляду системної організації та логіки розподілу продукції у прямому і зворотному напрямках через ланцюги поставок. Плануючи логістичну систему з урахуванням послідовності та закономірності подій, які відбуваються в замкнених ланцюгах поставок, можна звести складне завдання проєктування запасів у замкнених ланцюгах поставок до моделі виробничого замовлення (EPQ) і моделі економічного розміру партії (EBQ) [6]. Цільовою функцією управління запасу в замкнених ланцюгах

Таблиця 1

Класифікація матеріальних потоків у замкнених ланцюгах поставках

Логістичні субсистеми	Замкнений матеріальний потік		
	Прямий матеріальний потік	Реверсивний матеріальний потік	
		Повернений матеріальний потік	Зворотний матеріальний потік
Постачання	Сировина, матеріали, напівфабрикати, проміжний продукт	Матеріали, сировина, які поставлені з порушенням умов договору, які не пройшли вхідний контроль за якістю, кількістю	Списані матеріали, тара, упаковка, що спрямовується на переробку або утилізацію
Виробництво	Незавершене виробництво, готова продукція	Матеріальні ресурси, які знаходяться на правах лізингу, оренди	Відходи власного виробництва, списане обладнання, невикористані або зайві матеріальні ресурси, бракована продукція
Збут	Готова продукція	Неліквідні товари, товари, термін споживання яких закінчився, обернена тара, товари, заборонені до ввезення на територію іншої країни з різних причин, товари з неправильно оформленими документами	Тара, упаковка, які підлягають поверненню або утилізації, товари з прихованими дефектами, побутові відходи, товари, які вдруге обернені

Джерело: розроблено автором на основі [4–6]

поставок є мінімізація постійних і змінних витрат, так само як і під час формування прямих потоків у ланцюгах поставок. Основним завданням логістичного менеджменту при цьому буде вибір оптимального співвідношення між постійними витратами на поставку і змінними витратами зберігання на одиницю запасу. Це відповідає концептуальному підходу моделі ЕОQ (модель економічного розміру замовлення) у класичній теорії управління запасами. Аналіз наукових підходів до управління запасами в замкнених ланцюгах поставок виявив, що більшість методичних підходів фокусує свою увагу на скороченні обсягів закупівель продукції з низькою оборотністю; управління асортиментом (номенклатурою) на основі ABC/XYZ-аналізу; стимулюванні продажів (уцінка, подарунки, виставки неліквідних товарів); визначенні оптимальних рівнів запасів для кожної ланки замкнутого ланцюга поставок [6]. Дані підходи націлені на запобігання утворенню неліквідних запасів по всьому ланцюгу поставок як у прямому, так і в реверсивному напрямі, що позитивно вплине на рівень сукупних витрат, фінансово-економічних показників діяльності, конкурентоспроможність підприємства.

Висновки з проведеного дослідження. Проведене дослідження ілюструє, що проблема інтегрованого наскрізного управління запасами в замкнених ланцюгах поставок стоїть дуже гостро й є актуальним завданням. Аналіз наукової літератури довів, що моделі управління запасами в реверсивних каналах розподілу недостатньо вивчені. Запропонована нами класифікація реверсивних потоків дасть змогу оптимально визначати необхідну модель управління запасами, розмір замовлення на поповнення запасу, вибрати стратегію управління запасами і, відповідно, знизити сукупні витрати управління запасами, підвищити гнучкість та адаптивність, а отже, надійність замкнених систем.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гурьева М.А. Теоретические основы циркулярной экономики. *Культура и экология – основы устойчивого развития России. Зеленый мост через поколения* : материалы международного форума, г. Екатеринбург, 12–15 апреля 2019 г. Ч. 1. С. 54–59.

2. Ellen MacArthur Foundation. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org> (дата звернення: 17.03.2021).

3. Есипова О.В., Блажнов Н.М., Сацюк И.А. Циркулярная экономика. *Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации* : сборник статей IV Международной научно-практической конференции : в 2-х ч. 2018. С. 107–110.

4. Пахомова Н., Рихтер К., Ветрова М. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2017. № 5. С. 244–268.

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

6. Lukinskiy V.S., Panova Y., Soletskiy R. Simulation modelling of supply chain with allowance of reliability. *Russian Journal of Logistics and Transport Management*. 2016. Vol. 3. № 2. P. 49–60.

REFERENCES:

1. Gureva M.A. (2019) Teoreticheskie osnovy tsirkulyarnoy ekonomiki [The theoretical basis of circular economy]. *Proceedings of the Culture and the environment – the basics of sustainable development of Russia. Green bridge through the generations. Mezhdunarodnuy forum* (Russia, Yekaterinburg, April 12–15, 2019). Pp. 54–59.

2. Ellen MacArthur Foundation. Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org> (accessed 17 March 2021).

3. Esipova O.V., Blazhnov N.M., Satsyuk I.A. (2018) Tsirkulyarnaya ekonomika [Circular economy]. *Modern science: current issues, achievements and innovations: IV mezdunarodna naychno-practicheskay konferensy* (Russia) pp. 107–110.

4. Pakhomova N., Rikhter K., Vetrova M. (2017) Perekhod k tsirkulyarnoy ekonomike i zamknutym tsepyam postavok kak faktor ustoychivogo razvitiya [Transition to circular economy and closed-loop supply chains as driver of sustainable development]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta ekonomika*, no. 5, pp. 244–268.

5. Zueva O.N. (2009) Reversyvnay logistika v upravlenii zapasamy. [Reverse logistics in stock management]. *Izvestiya irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii*, no. 1 (63), pp. 107–111.

6. Lukinskiy V.S., Panova Y., Soletskiy R. (2016) Simulation modelling of supply chain with allowance of reliability. *Russian Journal of Logistics and Transport Management*. vol. 3, no. 2, pp. 49–60.