

ISBN 978-83-945717-8-8

Conference proceedings
Transport Problems 2019

XI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
CONFERENCE
26.06-28.06 2019
Katowice
Bochnia

VIII INTERNATIONAL
SYMPOSIUM OF YOUNG
RESEARCHERS
24.06-25.06 2019
Katowice



Silesian
University
of Technology

UNDER THE HONORARY PATRONAGE OF MAYOR OF
KATOWICE CITY
AND RECTOR OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Transport
Silesian University of Technology

Silesian University of Technology
Faculty of Transport



Transport Problems 2019

Proceedings

XI International Scientific Conference

VIII International Symposium of Young Researchers

UNDER THE HONORARY PATRONAGE OF MAYOR OF KATOWICE CITY
AND RECTOR OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Silesian University
of Technology

ISBN 978-83-945717-8-8

Transport Problems
International Scientific Journal

editor-in-chief
A. Sładkowski
editorial board

*P. Czech, M. Cieśla, T. Haniszewski,
M. Juzek, W. Kamiński, P. Marzec, G. Wojnar*

*CONFERENCE -
TABLE OF
CONTENTS*

*SYMPOSIUM -
AUTHORS LIST*

*CONFERENCE -
AUTHORS LIST*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PROGRAM*

*SYMPOSIUM -
TABLE OF
CONTENTS*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PROCEEDINGS*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PARTICIPANTS*

No.	Author, Title	Pages	
		Begin	End
54	Tamaz NATRIASHVILI, Revaz KAVTARADZE, Merab GLONTI <i>Modeling of the burning process in the piston engines with various concepts of the working process</i>	448	457
55	Myroslav OLISKEVYCH, Stepan KOVALYSHYN, Myron MAGATS, Viktor SHEVCHUK, Oleh SUKACH <i>The optimization of trucks fleet schedule in view of their interaction, and restrictions of European agreement of work of crews</i>	458	471
56	Nikita OSINTSEV, Aleksandr RAKHMANGULOV, Aleksander ŚLADKOWSKI, Gang Jin JIAN <i>The system of resource balance indicators in green supply chains</i>	472	479
57	Velizara PENCHEVA, Asen ASENOV, Ivan BELOEV, Valeri GEORGIEV <i>Study of the use of alternative energy sources in internal water transport</i>	480	491
58	Velizara PENCHEVA, Asen ASENOV, Ivan GEORGIEV, Stanimir PENEV <i>Assessment of the types of traffic accidents in the territory of Bulgaria</i>	492	504
59	Velizara PENCHEVA, Aleksandar TSEKOV, Ivan GEORGIEV, Pavel STOYANOV, Asen ASENOV <i>Investigation of waiting times at urban passenger transport stops for the movement of vehicles with irregular running intervals using simulation</i>	505	515
60	Velizara PENCHEVA, Asen ASENOV, Dimitar GROZEV, Ivan GEORGIEV, Pavel STOYANOV <i>Study of the interaction between interurban and urban passenger transport in Ruse</i>	516	530
61	Grzegorz POPRAWA, Stefan PRADELOK <i>Dynamic tests of railway bridge under normal operation</i>	531	538
62	Zhanarys RAIMBEKOV, Bakyt SYZDYKBAYEVA, Kundyž SHARIPBEKOVA <i>Assessment of the trade flows intensity and the state of logistics of the economic belt of the silk belt countries (on the example of Kazakhstan)</i>	539	554
63	Zhanarys RAIMBEKOV, Bakyt SYZDYKBAYEVA, Kunduz SHARIPBEKOVA <i>Survey of logistic services efficiency in Kazakhstan companies</i>	555	570
64	Aleksandr RAKHMANGULOV, Nikita OSINTSEV, Olesya KOPYLOVA, Dmitri MURAVEV, Gang Jin JIAN <i>The multi-agent simulation model of the parameters in the elements of supply chains</i>	571	584
65	Mircea ROSCA, Mihaela POPA, Dorinela COSTESCU,	585	593

Keywords: sustainable development, green logistic, green supply chain, indicators, resource

Nikita OSINTSEV*, **Aleksandr RAKHMANGULOV**

Nosov Magnitogorsk State Technical University

Lenin av., 38, Chelyabinsk Region, 455000, Magnitogorsk, Russia

Aleksander ŚLADKOWSKI

Silesian University of Technology

Krasiński 8, 40-019 Katowice, Poland

Gang Jin JIAN

Shanghai Jiao Tong University

800 Dongchuan Road, Shanghai 200240, China

*Corresponding author. E-mail: osintsev@magtu.ru

THE SYSTEM OF RESOURCE BALANCE INDICATORS IN GREEN SUPPLY CHAINS

Summary. In paper presents the results of the analysis logistic flow indicators. Determined that the generally accepted logistic management criteria do not take into account environmental and social requirements, which reduces the effectiveness of managing logistic flows in accordance with the requirements of the sustainable development concept. The system of logistics flows indicators has been developed, including a group of energy-environmental indicators, a group of quality indicators, as well as a group of statistical indicators. The managed parameters of logistic flows are selected, the change of which ensures the compliance of the results of the functioning of supply chains with the principles of the concept of sustainable development. An approach to assessing the system of indicators of logistic flows and approach to the resource balance formation in the logistics system are proposed, ensuring logistics system operation in accordance with the principles of the sustainable development concept.

СИСТЕМА ИНДИКАТОРОВ РЕСУРСНОГО БАЛАНСА В ЗЕЛЁНЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

Аннотация. В статье представлены результаты анализа измерителей логистических потоков, установлено, что общепринятые логистические критерии управления слабо учитывают экологические и социальные аспекты, что снижает эффективность управления логистическими потоками в соответствии с требованиями концепции устойчивого развития. Авторами предложена система показателей логистических потоков, включающая группу энерго-экологических показателей, группу показателей качества, а также группу статистических индикаторов. Выделены управляемые параметры логистических потоков, изменение которых обеспечивает соответствие результатов функционирования цепей поставок принципам концепции устойчивого развития. Предложены методика оценки параметров логистических потоков и подход к формированию ресурсного баланса в логистической системе, обеспечивающие функционирование логистической системы в соответствии с принципами концепции устойчивого развития.

1. ВВЕДЕНИЕ

Анализ показателей внешнеэкономической деятельности крупнейших стран показывает устойчивую тенденцию к росту [1]. В течение последнего десятилетия основными экспортёрами и импортёрами на мировом рынке являются Германия, США и Китайская Народная Республика (КНР) – на их долю приходится более 30% суммарного объема экспорта [2]. Высокими темпами развивается выдвинутая КНР Инициатива «Один пояс – Один путь» [3], призванная интегрировать экономики 65 стран. Подобная положительная динамика развития международной торговли делает актуальной задачу создания цепей поставок и развития устойчивых логистических систем, способных обслуживать возрастающие объемы перевозок на международном и национальном уровне максимально эффективно.

Продвижение потоков в цепях поставок сопровождается следующими видами воздействия на окружающую природную среду:

1. Потребление первичных и вторичных энергетических ресурсов. Все, без исключения элементы логистической системы являются потребителями невозобновляемых ресурсов (органическое топливо), необходимых для выполнения логистических операций, связанных с генерацией, преобразованием, накоплением, хранением, транспортировкой и поглощением материальных и сопутствующих им информационных, финансовых и сервисных потоков. Данные ресурсы напрямую (в виде топлива для транспортных средств) или через системы преобразования, передачи и распределения энергии (ТЭЦ, ГЭС, ТЭС) в виде электроэнергии и теплоты необходимы для обеспечения технологических процессов, освещения, отопления, вентиляции и водоснабжения.

2. Загрязнение окружающей среды вредными веществами. В процессе горения топлива наряду с выделением тепловой энергии с отходящими газами выбрасываются вещества, оказывающие отрицательное воздействие на биосферу. Основными вредными веществами, выбрасываемыми в атмосферу являются диоксид серы (SO_2), оксид азота (NO_x), монооксид углерода (CO), двуоксид углерода (CO_2), а также твердые частицы.

3. Выбросы тепловой энергии в окружающее пространство от объектов логистической инфраструктуры, зданий и сооружений, транспортных средств. Это воздействие способствует возникновению парникового эффекта и является одной из основных причин глобального потепления.

Решение проблем формирования и устойчивого развития цепей поставок во всем мире основывается на применении принципов концепции устойчивого развития и «зелёной» логистики [4, 5]. В условиях интеграции транспортных и ресурсных потоков в цепи поставок, учета соблюдения экологических требований при продвижении потоков, актуальной задачей является эффективная оценка параметров логистических потоков для формирования баланса между параметрами для достижения целей устойчивого развития.

2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Объектом исследования и управления логистики является система потоков: материальных, информационных, финансовых и потоков услуг. Основными измерителями материального [6] и транспортного [7] потоков принято считать транспортную массу, транспортный путь и транспортное время, а также их производные, представляющие произведение степенных функций. В качестве дополнительных параметров, характеризующих поток используют [8-10]: начальный, промежуточные и конечный пункты; геометрию (траекторию) потока; длину (мера траектории); скорость и время движения; интенсивность. В [11] помимо объема и пунктов отправления (назначения), описание потока предлагают характеризовать составом, качеством и стоимостью. В исследованиях [12] предлагается разделять параметры на три группы, каждая из которых описывает как отдельный логистический поток, так и совокупность гомогенных и гетерогенных потоков.

В работе [13] параметры логистических потоков в цепях поставок сгруппированы в четыре группы: количество, качество, затраты и время. Авторами [14] параметры логистических потоков предлагается разделять на две группы – физические параметры, отражающие пространственно-временные свойства потоков, и статистические параметры – отражающие закономерности изменения физических параметров. Профессором Козловым П.А. [15] установлены закономерности взаимодействия потока и элементов структуры транспортной системы. Оценку потока предлагается выполнять с учетом двух параметров: средней величины потока и дезорганизация потока. В [16] представлена характеристика параметров материального, грузовых и транспортных потоков при продвижении товаропотоков в логистической системе. Автором [17] установлены взаимосвязи между количественными параметрами потоков и запасов в логистике. В работах [18, 19] предлагается оценка логистических потоков по двум составляющим: векторной (объем ресурсов) и скалярной (направление перемещения). В работе [18], применительно к данному подходу, предложен комплекс показателей оценки совокупных издержек (включающий 35 показателей) при формировании потоков инноваций в логистической системе. В [20] предложена «метрика» информационного потока в логистике, а в [21] установлена связь между параметрами материальных, информационных, трудовых и финансовых потоков в логистической системе.

Анализ научной литературы показал, что отсутствует общепринятая универсальная система параметров и показателей логистических потоков. В качестве критериев оценки логистических потоков предлагаются использовать различные измерители, отражающие свойства и характеристики потоков. Недостатком большинства существующих подходов является отсутствие комплексного и системного подхода к оценке всех логистических потоков. В логистической практике производится оценка материальных потоков, в основном, по таким их параметрам, как масса, скорость (время), маршрут продвижения. Это связано с тем, что данные параметры потоков являются управляемыми. Традиционный механизм управления логистическими потоками основан на принятии решений по результатам сравнения фактических значений этих управляемых параметров с расчетными значениями. Однако расчётные значения управляемых параметров являются результатом оптимизации потоков исключительно по логистическим, в основном, экономическим критериям, известных как «семь правил логистики» [14, 22]. Общепринятые логистические критерии управления не учитывают экологические и социальные требования, что снижает эффективность управления логистическими потоками в соответствии с требованиями концепции устойчивого развития.

3. СИСТЕМА ИНДИКАТОРОВ РЕСУРСНОГО БАЛАНСА В ЗЕЛЁНЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

3.1. Система параметров и показателей логистических потоков в зелёных цепях поставок

Авторами предлагается новый подход к управлению зелёными цепями поставок, основанный на использовании оригинальной системы показателей (измерителей, индикаторов) для оценки параметров логистических потоков на соответствие принципам устойчивого развития (рис. 1). Предлагаемая система показателей логистических потоков в зелёных цепях поставок включает в себя три группы показателей:

- группа энерго-экологических показателей, характеризующих эффективность использования энергии в процессе продвижения потоков и влияние потоков на окружающую среду;
- группа показателей качества, характеризующих сохранность и своевременность продвижения и переработки потоков, а также качество управления потоками;
- группа статистических индикаторов, отражающих закономерности изменения управляемых параметров потоков.

В качестве основных управляемых параметров логистических потоков предлагается использовать физические параметры, характеризующие свойства изменения логистических потоков в пространстве и во времени: масса потока, скорость потока; длина маршрута движения потока, а также интенсивность потока.

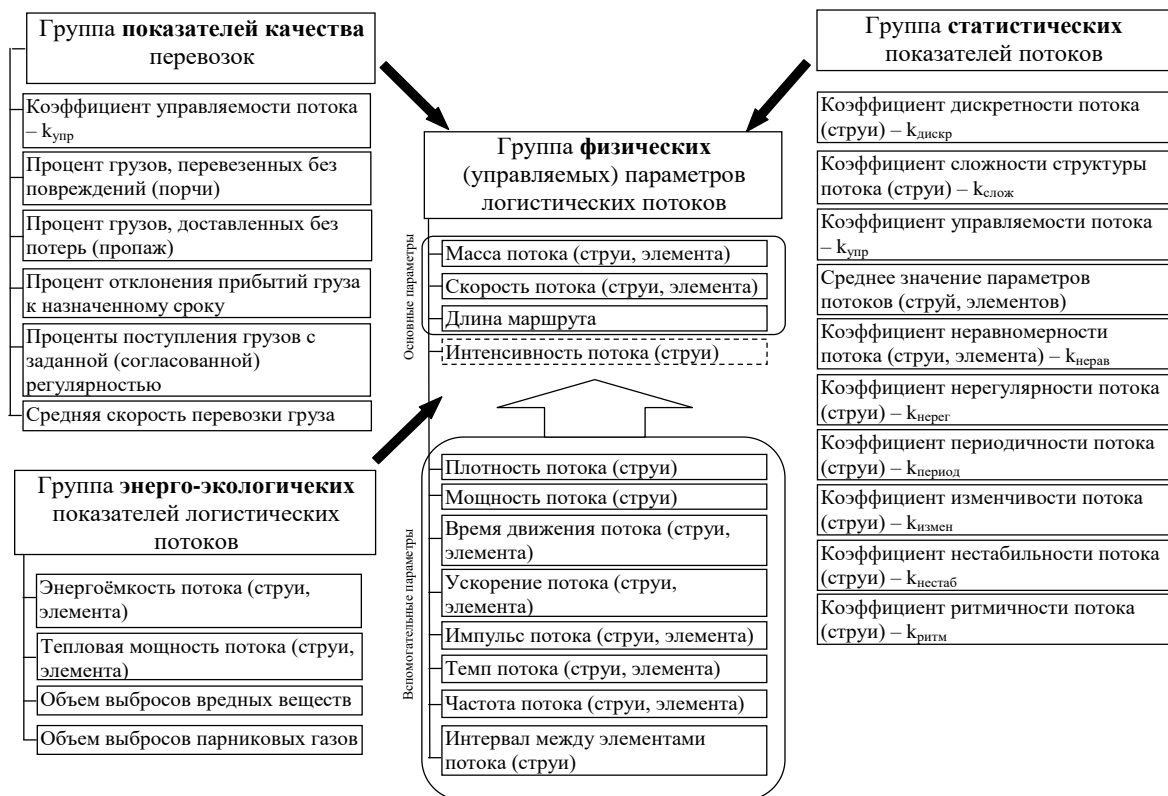


Fig. 1. The system of logistic flows indicators in green supply chains

Рис. 1. Система параметров логистических потоков в зелёных цепях поставок

Сложность управления зелёными цепями поставок заключается в недостаточно исследованных взаимосвязях показателей и параметров логистических потоков, в отсутствии методик комплексной оценки множества показателей логистических потоков. Например, принятие решений по обеспечению своевременности доставки может привести к увеличению неравномерности грузопотока, что негативно скажется на их энергоёмкости и объёме выбросов парниковых газов. С другой стороны, стремление к увеличению коэффициента дискретности потока (уменьшению размера транспортно-грузовых партий) позволяет достичь более равномерного продвижения потока, однако также приводит к увеличению транспортных издержек.

3.2. Методика оценки параметров логистических потоков в зелёных цепях поставок

Авторами настоящей статьи разработана методика оценки параметров логистических потоков в зелёных цепях поставок с использованием моделей и методов теории нечетких множеств. На основе нечеткой оценки показателей, составляющих каждую группу параметров логистических потоков (энерго-экологических, качества и статистических) (см. рис. 1) определяется влияние данных показателей на управляемые параметры логистических потоков и производится корректировка параметров для достижения целей устойчивого развития. Алгоритм методики управления параметрами логистических потоков в зелёных цепях представлен на рис. 2.

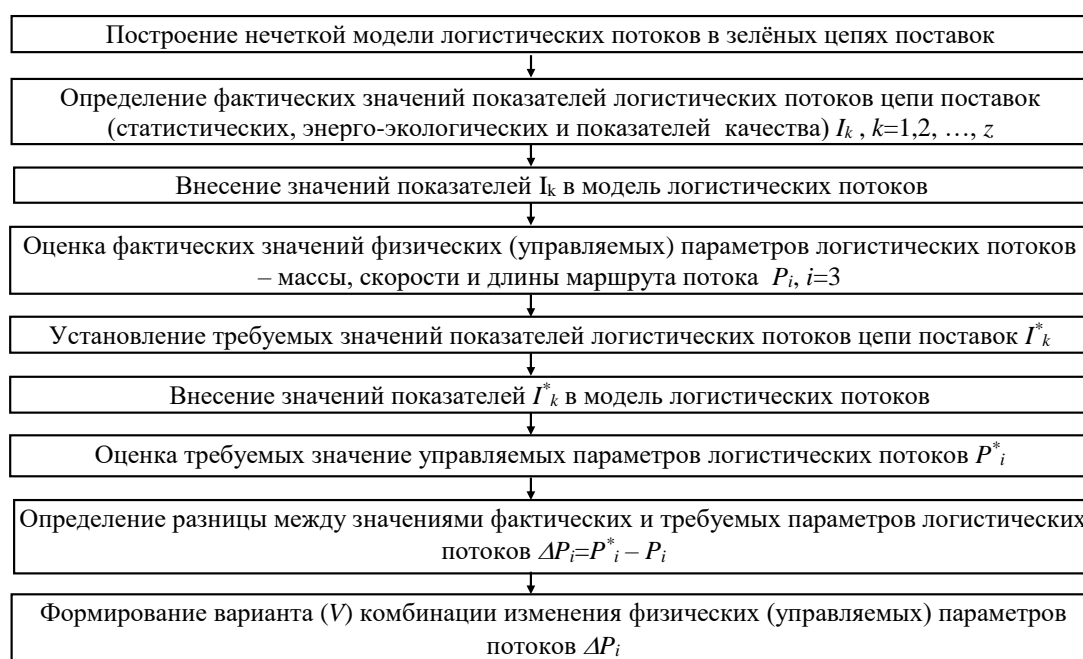


Fig. 2 The stages of methods of managing logistic flows parameters in green supply chains

Рис. 2 Этапы методики управления параметрами логистических потоков в зелёных цепях

В качестве инструмента оценки параметров и выполнения вычислительных экспериментов было использовано специализированное программное обеспечение на ЭВМ FuzzyTECH [23], ориентированное на решение задач моделирования с использованием теории нечетких множеств и нечеткой логики.

3.3. Формирование ресурсного баланса в зелёных цепях поставок

Формирование ресурсного баланса в зелёных цепях поставок предлагается осуществлять на основе оценки показателей и параметров логистических потоков и согласованного выбора и реализации методов и инструментов зелёной логистики, представленных в [5, 24]. Предполагается, что результатом реализации каждого инструмента является изменение определённого сочетания физических (управляемых) параметров логистических потоков.

Под ресурсным балансом понимается такое соотношение между физическими (управляемыми) параметрами логистических потоков которое обеспечивает функционирование логистической системы в соответствии с принципами концепции устойчивого развития. В результате формируется матрица вариантов изменения физических (управляемых) параметров логистических потоков

$$\|t_{ij}\| (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, A_m^n), \quad (1)$$

где j – номер комбинации; $A_m^n = 27$ – количество возможных комбинаций, определяемое как число размещений с повторениями $m = 3$ элементов матрицы (управляемых параметров потоков) по n позициям (вариантам изменения значения каждого параметра); $n = 3$ – число вариантов изменения значений параметров потоков: «уменьшение», «увеличение» и «без изменений». Матрица $\|t_{ij}\|$ заполняется величинами -1, 1 и 0, соответственно, определяющих уменьшение, увеличение и сохранение значения управляемого параметра без изменения. Тогда для трёх управляемых параметров матрица $\|t_{ij}\|$ запишется следующим образом

$$\|t_{ij}\| = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В матрице $\|t_{ij}\|$ выбирается вариант изменения управляемых параметров логистических потоков V . Номер варианта соответствует номеру строки j матрицы $\|t_{ij}\|$, если выполняется условие

$$(sgn\|t_{1j}\| = sgn\Delta P_1) \wedge (sgn\|t_{2j}\| = sgn\Delta P_2) \wedge (sgn\|t_{3j}\| = sgn\Delta P_3) \rightarrow V=j, \forall j = 1, 2, \dots, A_m'' , \quad (2)$$

то есть, если знаки всех элементов j -й строки матрицы совпадают со знаками величин ΔP_i . Приведения показателей логистических потоков в соответствие с требуемыми значениями осуществляется путём реализации выбранного инструмента зелёной логистики, описание и характеристика которых представлены в работах [5, 24]. В качестве примера, в таблице 1 представлена взаимосвязь параметров логистических потоков и инструмента «Выбор транспортных средств с большей грузоподъёмностью».

Tab. 1

Пример взаимосвязи параметров логистических потоков и инструмента «зелёной» логистики «Выбор транспортных средства с большей грузоподъёмностью»

Наименование инструмента	Вид логистического потока	Параметры логистических потоков				
		Масса	Скорость	Длина маршрута	Интенсивность	Энергоёмкость
Выбор транспортных средства с большей грузоподъёмностью (грузовместимостью)	Материальный поток	$m_{ij} \uparrow$	—	—	$I \downarrow$	$E \downarrow, e_{ij} \uparrow$
	Финансовый поток	$M \downarrow$	—	—	$I \downarrow$	$E \downarrow$
	Информационный поток	$M \downarrow$	—	—	$I \downarrow$	$E \downarrow$
	Поток услуг	$M \downarrow$	—	—	$I \downarrow$	$E \downarrow$

Примечание: M – масса потока; m_{ij} – масса элемента потока; S – скорость потока; L – длина маршрута; I – интенсивность потока; E – энергоёмкость потока; e_{ij} – энергоёмкость элемента потока.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективной реализации концепции устойчивого развития в логистической деятельности и управлении цепями поставок необходимы методы выработки управленческих решений по изменению параметров логистических потоков на основе измерения и оценки их показателей. Как показывает анализ научной литературы, сложность управления зелёными цепями поставок заключается в недостаточно исследованных взаимосвязях показателей и параметров логистических потоков, в отсутствии методик комплексной оценки множества показателей этих потоков.

В настоящей работе предложена оригинальная система индикаторов (показателей и параметров) логистических потоков, включающая в себя три группы показателей: энерго-экологические показатели, показателей качества, статистические индикаторы. К основным физическим (управляемым) параметрам потоков отнесены: масса потока; скорость движения потока; длина маршрута движения потока.

Идея формирования ресурсного баланса в логистической системе построена на оценке показателей логистических потоков и формирования такого сочетания физических (управляемых) параметров логистических потоков, которое обеспечивает функционирование логистической системы в соответствии с принципами концепции устойчивого развития. Для оценки показателей логистических потоков авторами разработана нечёткая модель показателей логистических потоков в зелёных цепях поставок, а также способ корректировки параметров логистических потоков с целью приведения в соответствие фактических значений показателей логистических потоков требуемым. Формирование ресурсного баланса предлагается достигать на основе использования системы инструментов зелёной логистики, позволяющих скорректировать параметры логистических потоков.

Использование предлагаемой в работе методики позволит: повысить качество оценки состояния логистических потоков по критерию соответствия целям концепции устойчивого развития; повысить эффективность принятия решений по управлению потоками в логистической системе на основе использования системы методов и инструментов «зелёной» логистики.

Литература

1. Динамика внешней торговли: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. [In Russian: Dynamics of foreign trade: Analytical center under the Government of the Russian Federation]. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/17665.pdf>.
2. Rakhmangulov, A. & Śladkowski, A. & Osintsev, N. & Kopylova, O. Sustainable development of transport systems for cargo flows on the East-West direction. *Transport systems and delivery of cargo on East-West routes*. Studies in Systems Decision and Control. 2018. Vol. 156. P. 3-69.
3. *One Belt One Road Initiative*. Available at: <http://politics.people.com.cn/n/2014/0811/c1001-25439028.html>.
4. Rakhmangulov, A. & Śladkowski, A. & Osintsev, N. & Muravev, D. Green logistics: element of the sustainable development concept. Part 1. *Nase More*. 2017. №64(3). P. 120-126.
5. Rakhmangulov, A. & Śladkowski, A. & Osintsev, N. & Muravev, D. Green logistics: a system of methods and instruments. Part 2. *Nase More*. 2018. № 65(1). P. 49-55.
6. Неруш, Ю. *Логистика*. Moscow: ТК Велби. Изд-во Проспект. 2006. 520 с. [In Russian: Nerush, Yu. *Logistics*. Moscow: Prospekt].
7. Potthoff, G. *Verkehrsströmungslehre*. 3. Bd. Berlin: Transpress. VEB Verlag für Verkehrswesen 1965.
8. Миротин, Л. & Сергеев, В. *Основы логистики*. Москва: ИНФРА-М. 1999. 200 с. [In Russian: Mirotin, L. & Seregeev, V. *Basics of logistics*. Moscow: INFRA-M].
9. Ивуть, Р. & Нарушевич, С. *Логистика*. Минск: БНТУ. 2004. 328 с. [In Russian: Ivut', R. & Narushevich, S. *Logistics*. Minsk: BNTU].

10. Rakhmangulov, A. & Śladkowski, A. & Osintsev, N. & Mishkurov, P. Dynamic Optimization of Railcar Traffic Volumes at Railway Nodes. *Railway Transport – A Systems Approach: Studies in Systems, Decision and Control*, 2017. Vol. 87. P. 405-456.
11. Вол, М. & Мартин, Б. *Анализ транспортных систем*. Москва: Транспорт. 1981. 516 с. [In Russian: Woil, M. & Martin, B. *Traffic system analysis*. Moscow: Transport].
12. Тяпухин, А.П. *Логистика*. Москва: Юрайт. 2013. 568 с. [In Russian: Tyapukhin, A.P. *Logistics*. Moscow: Yurayt].
13. Тяпухин, А.П. Кодировка и графическая интерпретация параметров логистических потоков. *Вопросы современной экономики*. 2013. № 4. 131-144. [In Russian: Tyapukhin, A.P. Coding and graphical interpretation of logistic flow parameters. *Issues of the modern economy*].
14. Корнилов, С.Н. & Рахмангулов, А.Н. & Шаульскийкий, Б.Ф. *Основы логистики: учеб. пособие*. Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». 2016. 302 с. [In Russian: Kornilov, S.N. & Rahmangulov, A.N. & Shaulskiy, B.F. *Fundamentals of logistics: textbook*. FGBOU «Educational-methodical center of education on railway transport»].
15. Козлов, П.А. Поток и бункер-канал в транспортной системе. *Мир транспорта*. 2014. Т.12. 2(51). с. 30-37. [In Russian: Kozlov, P.A. Flow and bunker-channel in the transport system. *World of Transport*].
16. Миротин, Л. & Гудков, В. & Зырянов, В. *Управление грузовыми потоками в транспортно-логистических системах*. Москва: Горячая линия-Телеком. 2010. 704 с. [In Russian: Mirotin, L. & Gudkov, V. & Zyryanov, V. *Cargo flow management in transport and logistics systems*. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom].
17. Галяутдинов, Р.Р. Механизмы взаимодействия потоков и запасов на предприятии с точки зрения логистики. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*. 2016. Т.10. №1. С. 157-163. [In Russian: Galyautdinov, R.R. The mechanisms of interaction of flows and stocks at enterprise from the perspective of logistics *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*]
18. Филонов, Н.Г. Анализ структуры совокупных издержек при формировании потока инноваций в логистических (экономических) системах. *Вестник ТГПУ*. 2012. 12(127). С. 133-140. [In Russian: Filonov, N.G. The Analysis of structure of cumulative costs while forming the production line of innovations in logistic (economic) systems. *TSPU Bulletin*].
19. Филонов, Н.Г. & Коваленко, Л.В. & Дашинская, С.К. Анализ потоков в логистических системах. *Вестник ТГПУ*. 2007. 300-2. С. 77-79 [In Russian: Filonov, N.G. & Kovalenko, L.V. & Dashchinskaya, S.K. The analysis of the structure of continuums in logistic systems. *TSPU Bulletin*].
20. Минаков, В.Ф. & Минакова, Т.Е. Метрика потока в информационной логистике. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014. Vol. 4-1(23). С. 63-64. [In Russian: Minakov, V.F. & Minakova, T.E. Stream metrics in information logistics. *Research Journal of International Studies*].
21. Минакова, Т.Е. Производственная функция в логистических потоках. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014. Vol. 11-3(30). С. 55-58. [In Russian: Minakova, T.E. Production function in logistic streams. *Research Journal of International Studies*].
22. Shapiro, R.D. & Heskett, J.L. *Logistics Strategy*. St. Paul. Minn.: West Pub. Co, 1985.
23. FuzzyTECH. Available at: <https://fuzzytech.com/>.
24. Rakhmangulov, A. & Śladkowski, A. & Osintsev, N. & Muravev, D. An approach to achieving the sustainable development goals based on the system of green logistics methods and instruments. In: *Transport Problems – 2017 Proceeding IX International Scientific Conference*. 2017. P. 541-556.