

DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-3-5-27

EDN: FXYDBW

Научная статья

БАК 5.2.2

ГРНТИ 06.35.51

УДК 004.89, 005.932, 004.738.5

Мультимодельный метод ситуационного управления логистическими потоками в электронной коммерции

С.А. Калайда¹, М.Ю. Воротилова^{2*}, В.Н. Зубарева², С.А. Масютин³

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия

³Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте

Российской Федерации, Москва, Россия

*rita.vorotilova@mail.ru

Аннотация. В условиях интенсивного роста объемов электронной коммерции и увеличения числа возвратов актуальность приобретает задача повышения эффективности управления логистической деятельностью, включающей как прямые, так и реверсивные потоки товаров. Особой сложностью характеризуются реверсивные процессы, что вызвано необходимостью определения реальных причин возвратов, которые непосредственно определяют выбор узлов маршрута. Целью статьи является разработка мультимодельного метода ситуационного управления логистическими потоками в электронной коммерции, отличающегося комплексным решением взаимосвязанных задач анализа клиентских обращений по возвратам и многокритериальной маршрутизации материальных потоков. Для классификации причин возвратов использовался интуиционистский нечеткий случайный лес, позволяющий учитывать неопределенность, неполноту и противоречивость клиентских данных за счет применения интуиционистских нечетких множеств и ансамбля деревьев решений. Для оптимизации маршрутов как в прямой, так и в реверсивной логистике применялся алгоритм дождевых червей, отличающийся сбалансированным подходом к глобальному и локальному поиску с помощью двух механизмов воспроизводства и мутации Коши. Предложенный мультимодельный метод реализован в виде программного продукта на языке Python, который интегрирован с корпоративными информационными системами и хранилищем данных. Результаты его тестирования показали, что совместное применение инструментов обработки текстовых данных, интуиционистского нечеткого случайного леса и алгоритма дождевых червей позволяет выстроить эффективную систему управления логистической деятельностью: анализ клиентских обращений и оптимизация маршрутов обеспечивают снижение операционных затрат на обработку возвратов, а накопленная статистика их причин создает основу для превентивной корректировки товарной политики и повышения процента выкупа товаров.

Ключевые слова: электронная коммерция, реверсивная логистика, многокритериальная оптимизация маршрутов, ситуационное управление, интуиционистский нечеткий случайный лес, классификация причин возврата, природоподобные методы, алгоритм дождевых червей

Для цитирования: Калайда С.А., Воротилова М.Ю., Зубарева В.Н., Масютин С.А. Мультимодельный метод ситуационного управления логистическими потоками в электронной коммерции // Прикладная информатика. 2026. Т. 21. № 3. С. 5–27. DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-3-5-27.

© Калайда С.А., Воротилова М.Ю., Зубарева В.Н., Масютин С.А., 2026.

Multi-model method for situational managing logistics flows in e-commerce

S. Kalaida¹, M. Vorotilova^{2*}, V. Zubareva², S. Masyutin³

¹Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

²Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, Smolensk, Russia

³Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

*rita.vorotilova@mail.ru

Abstract. In the context of intensive growth in e-commerce volumes and an increase in the number of returns, the task of improving the efficiency of logistics management, including both direct and reverse flows, is becoming relevant. Reversible processes are particularly complex, due to the need to determine the real return reasons, which directly determine the choice of route nodes. The aim of the article is to develop a multi-model method for situational managing logistics flows in e-commerce, characterized by a comprehensive solution to the interrelated tasks of analysis of customer requests for returns and multi-criteria routing of material flows. To classify the return reasons, an intuitionistic fuzzy random forest was used, since it allows for the uncertainty, incompleteness, and inconsistency of customer data to be taken into account by using intuitionistic fuzzy sets and an ensemble of decision trees. To optimize routes in both forward and reverse logistics, the earthworm algorithm was used, thanks to a balanced approach to global and local search using two mechanisms of reproduction and Cauchy mutation. The proposed multi-model method is implemented as a software in the Python and integrated with corporate information systems and data warehouse. The results of his testing showed that the combined use of a text data processing tools, intuitionistic fuzzy random forest and an earthworm algorithm allows us to the development of an effective logistics management system. Customer request analysis and route optimization reduce operating costs for processing returns, while accumulated statistics on their causes provide the basis for proactively adjusting product policies and increasing the redemption rate.

Keywords: e-commerce, reverse logistics, multi-criteria route optimization, situational managing, intuitionistic fuzzy random forest, return reason classification, nature-inspired methods, earthworm algorithm

For citation: Kalaida, S., Vorotilova, M., Zubareva, V., & Masyutin, S. (2026). Multi-model method for situational managing logistics flows in e-commerce. *Journal of Applied Informatics*, 21(3), 5–27. <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2026-21-3-5-27>

© Kalaida S., Vorotilova M., Zubareva V., Masyutin S., 2026.

Введение

В современных условиях одним из ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности организаций электронной коммерции является повышение эффективности управле-

ния логистической деятельностью, в том числе реверсивными потоками, связанными с возвратами товаров потребителями. Стремительное развитие дистанционной торговли в совокупности с постоянным расширением номенклатуры