

Научная статья

УДК 338.2

DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1268

Tatiana Gennadievna Shulzhenko

Doctor of Economics,
Professor of the Department of Logistics
and Supply Chain Management,
St. Petersburg State University of Economics
Saint Petersburg, Russian Federation
shul-tatiana@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7335-4622

Alena Alexandrovna Gagarina

Postgraduate of the Department of Logistics
and Supply Chain Management,
specialty 5.2.3 — Regional and Sectoral Economics,
St. Petersburg State University of Economics
Saint Petersburg, Russian Federation
gagarina.a@unecon.ru

Татьяна Геннадьевна Шульженко

д-р экон. наук,
профессор кафедры логистики и управления цепями поставок,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет
Санкт-Петербург, Российская Федерация
shul-tatiana@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7335-4622

Алена Александровна Гагарина

аспирант кафедры логистики и управления цепями поставок,
специальность 5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет
Санкт-Петербург, Российская Федерация
gagarina.a@unecon.ru

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СНАБЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

Аннотация. В статье представлен подход к управлению надежностью логистических процессов в системах снабжения государственных образовательных учреждений высшего образования в условиях развития модели университета как многофункционального центра, реализующего традиционные образовательную, научную и воспитательную деятельность при возрастании роли инновационной составляющей. Предложен авторский подход к определению надежности логистических процессов в системе снабжения, содержащий апеллирующий к категории «отказ» как событию выхода продолжительности операций (или их комплексов) за допустимые границы, приводящему к нарушению или прекращению основных процессов университета в сфере образовательной, научной, инновационной, воспитательной деятельности. На основе выполненного сравнительного анализа и морфологического синтеза методов процессного управления, имитационного моделирования и управления надежностью выполнена систематизация и выявлены границы применения вероятностно-статистических и логических методов оценки надежности в системе снабжения университета, на основе которых сформирована укрупненная блок-схема обоснования решений по управлению надежностью логистических процессов в системе снабжения университета. Информационную основу исследования составили данные о выполнении логистических процессов в ходе обслуживания заявок

внутренних потребителей в системе снабжения университета, в результате обработки которых выявлено разнообразие законов распределения случайных величин времени выполнения процесса закупок и его отдельных составляющих, применение которых позволяет повысить точность результатов моделирования исследуемых процессов и оценки их перспективной надежности. В статье обозначен потенциал применения представленного подхода, проявляющийся в повышении обоснованности решений о необходимости совершенствования структурных и/или функциональных характеристик системы снабжения университета в условиях повышения требований к надежности ее функционирования со стороны внутренних потребителей, а также установлены направления дальнейших научных исследований, содержание которых авторы связывают с обоснованием целевых параметров логистических процессов в системе снабжения вуза в условиях перехода к новой модели университета, классификацией возможных состояний системы снабжения, систематизацией факторов надежности.

Ключевые слова: логистика снабжения, система снабжения университета, логистические процессы, вспомогательные процессы вуза, надежность логистических процессов, методы оценки надежности, модель университета, цифровой университет, алгоритм оценки надежности, моделирование логистических процессов

Для цитирования: Шульженко Т. Г., Гагарина А. А. Управление надежностью логических процессов снабжения современного университета // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2(71). С. 46—55. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1268.

Original article

RELIABILITY MANAGEMENT OF LOGISTICS SUPPLY PROCESSES AT A MODERN UNIVERSITY

5.2.3 — Regional and sectoral economy

Abstract. The article presents an approach to managing the reliability of logistics processes in the supply systems of state educational institutions of higher education in the context of the

development of the university model as a multi-functional center implementing traditional academic, scientific and educational activities with an increasing role of the innovation component.

The author's approach to determining the reliability of logistics processes in the supply system is proposed, meaningfully appealing to the category of "failure" as an event when the duration of operations (or their complexes) exceeds acceptable limits, leading to disruption or shutdown of the university's main processes in the field of academic, scientific, innovative, and educational activities. Based on the performed comparative analysis and morphological synthesis of methods of process management, simulation modeling and reliability management, the systematization was carried out and the boundaries of the application of probabilistic, statistical and logical methods of reliability assessment in the university's supply system were identified, on the basis of which an enlarged flowchart was formed to substantiate decisions on reliability management of logistics processes in the university's supply system. The information basis of the study was made up of data on the performance of logistics processes during the processing of requests from internal consumers in the university's supply system, which revealed a variety of laws governing the distribution of random variables in the execution

time of the procurement process and its individual components, the use of which makes it possible to improve the accuracy of modeling the studied processes and an assessment of their future reliability. The article identifies the potential of applying the presented approach, which is manifested in increasing the validity of decisions on the need to improve the structural and/or functional characteristics of the university's supply system in the context of increasing requirements for the reliability of its functioning from internal consumers, and also identifies areas for further scientific research, the content of which the authors associate with the justification of the target parameters of logistics processes in the university's supply system in the context of the transition to a new university model, classification of possible supply system conditions, systematization of reliability factors.

Keywords: supply logistics, university's supply system, logistics processes, auxiliary university processes, reliability of logistics processes, reliability assessment methods, university model, digital university, reliability assessment algorithm, modeling of logistics processes

For citation: Shulzhenko T. G., Gagarina A. A. Reliability management of logistics supply processes at a modern university. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;2(71):46—55. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1268.

Введение

Актуальность. Изменение роли и места современного университета в экономической системе государства, заключающееся в развитии функциональной модели современного вуза как современного образовательного, научного и инновационного центра, активно взаимодействующего с другими участниками инновационной системы, продвигающего результаты вузовских исследований и разработок на рынок открытых инноваций, выполняющего задачи подготовки специалистов новой компетентностной модели для национальной экономики, предопределяет повышение требований к качественным характеристикам вузовских процессов. Поддержание высокого уровня качественных характеристик основных процессов современных университетов в образовательной, научной, инновационной деятельности, обеспечивается сегодня мерами государственного стимулирования и поддержки через комплекс национальных и федеральных программ и проектов, ускоренным внедрением цифровых и инновационных образовательных технологий, встраиванием вузовской науки в инновационные системы предпринятий — лидеров отраслей. Высокие темпы перехода к новой модели университета — Университет 3.0 (4.0) — предопределяют возрастание требований ко всем обеспечивающим подсистемам, ключевая роль в составе которых принадлежит системе снабжения вуза. Состав задач системы снабжения осложняется значительным расширением номенклатуры приобретаемых для выполнения основных процессов университета товарно-материальных ценностей (далее — ТМЦ) и услуг, а также ужесточением требований внутренних потребителей к временным параметрам обслуживания заявок при сохранении нормативно-правовых регламентов закупочных и прочих процедур, что в условиях определенного отставания технологического оснащения логистических процессов в системе снабжения значительно снижает качество функционирования системы. Решением указанной проблемы может выступить идентификация и фокусное воздействие на проблемные области при организации и управлении логистическими процессами в системе снабжения вуза, что предопределяет актуальность и целесообразность разработки методического инструментария оценки и управления их надежностью.

Степень разработанности проблемы. Проблематика формирования логистических систем и цепей поставок с заданным уровнем надежности функционирования нашла достаточное отражение в результатах научных исследований, результатом которых следует обозначить формирование концепции управления надежностью в логистике в трудах А. В. Вохмяниной [1], П. А. Бочкарева [2], Е. И. Зайцева и А. А. Бочкарева [3], Т. Г. Шульженко [4], в значительной степени апеллирующих к положениям теорий управления надежностью технических и социально-экономических систем.

Потенциал применения логистического подхода к управлению основными и вспомогательными процессами современного университета выявлен в работах Е. С. Курбатовой и Н. И. Шикиной [5], Н. Г. Филонова, В. А. Деремешко и О. Д. Имонова [6], что предопределяется наличием у него признаков логистической системы, в частности: структурно-функциональных характеристик, предполагающих описание функционирования вуза как совокупности функциональных областей логистики; потоковых процессов (потока образовательных услуг, как части сервисного потока; материального, информационного, финансового потоков и пр.); ключевых свойств логистических систем, в частности, целостность, иерархичность, устойчивость, интегрированность и др., подробно описанных в работе Т. Г. Шульженко [7]. Вместе с тем трансформационные изменения в современной высшей школе, основные направления которых исследованы Л. Е. Егоровой и Д. Г. Сандлером [8], И. Н. Емельяновой и Л. М. Волосниковой [9], С. В. Прокофьевым [10], Т. Г. Шульженко, Н. В. Сушевой и Е. С. Царевой [11], и, по мнению авторов, заключающиеся в развитии функций современных университетов, переходе к модели Университета 3.0 и отмечаемых признаках применения элементов модели Университета 4.0, масштабном проникновении цифровых технологий в практику выполнения основных и управленческих процессов современного вуза, обуславливают необходимость пересмотра требований к комплексу вспомогательных подсистем, в составе которых ключевое значение имеет подсистема снабжения университета необходимыми ресурсами для эффективно-го выполнения образовательной, научной, инновационной,

воспитательной деятельности, и глубокой трансформации протекающих в них процессов с позиций обеспечения заданного уровня надежности. В свою очередь, указанные тенденции связаны с необходимостью модернизации положений логистики снабжения образовательных учреждений, представленных в работах Ю. А. Бугай [12], К. А. Тюриной [13; 14]. Научные труды Ю. А. Бугай, К. А. Тюриной внесли значительный вклад в развитие теории логистики снабжения с учетом особенностей объекта исследования, в частности, установлены границы логистических процессов, систематизированы ограничения при реализации логистических процессов в системе снабжения государственного образовательного учреждения, обоснована роль информационных потоков в управлении логистическими процессами, что дает основания для последующей их цифровизации, перспективы которой обозначены Т. Г. Шульженко и А. А. Гагариной [15] с учетом общей логики развития теории и прикладного инструментария логистики, обозначенной в трудах Санкт-Петербургской научной школы логистики [16; 17]. Совокупность представленных положений целесообразно рассматривать в качестве концептуального базиса для решения задач обеспечения уровня надежности логистических процессов в системе снабжения вуза, релевантного выбранной модели развития университета.

Постановка исследовательских и прикладных задач управления надежностью логистических систем и межсистемных логистических образований в целом обусловила необходимость развития аналитического аппарата оценки уровня надежности логистических процессов, обозначив в рамках указанной концепции самостоятельное направление исследований, объектом которых выступают методы оценки надежности. В современной научной литературе достаточно подробно представлены статистические методы оценки надежности экономических систем различных уровней, что указывает на их широкий исследовательский и прикладной диапазон. Например, потенциал применения статистических методов оценки надежности С. Н. Остапенко, О. А. Якуниной и Г. В. Палиховым раскрыт применительно к технологическим системам предприятия [18], М. Н. Захаровым и П. А. Николаевым — к системам материально-технического снабжения предприятий [19], П. А. Бочкаревым [2] и А. А. Ермаковым и Д. О. Воронковым [20] — к межсистемным образованиям, в частности, цепям поставок. Результаты представленных исследований функционально обеспечивают формирование фактографического описания надежности процессов на основе выбранного показателя. Применение статистических методов оценки надежности предоставляет ценные выводы о текущем состоянии анализируемой системы, вместе с тем указанные методы слабо применимы для идентификации факторов, проявление которых приводит к негативным отклонениям в реализации логистических процессов. Преодолеть указанный недостаток отчасти призвано применение методов реляционного анализа и логических моделей отказов, применение которых содержательно обосновано в работах Н. А. Осинцева и А. Н. Рахмангулова [21] и Т. Г. Шульженко [4] соответственно, однако их применение в настоящее время затруднено отсутствием исследований по их адаптации к особенностям логистических процессов в системе снабжения университета.

Целесообразность разработки темы. Несмотря на высокий уровень достигнутых научных и прикладных результатов, обеспечивающих поддержку принятия реше-

ний по управлению надежностью функционирования системы снабжения университета и обеспечения точных и своевременных поставок необходимых для осуществления образовательной, научной, инновационной деятельности ТМЦ, материалов, оборудования, ряд исследовательских вопросов остается открытым.

Во-первых, требует конкретизации состав и целевые значения параметров надежности функционирования системы снабжения университета в условиях изменения модели его функционирования. Обоснование показателя (или системы показателей) надежности исследуемой системы позволяет обеспечить связность требований законодательства к выполняемым в системе снабжения процессам и изменившимися, более жесткими, требованиями к параметрам логистических процессов снабжения со стороны внутренних потребителей университета, что обусловлено изменением роли и места современных образовательных учреждений в инновационной системе, возрастанием конкуренции на рынке образовательных услуг, участием в реализации национальных программ и проектов в сфере высшего образования.

Во-вторых, требует дальнейшего развития и адаптации к особенностям логистических процессов во внутривузовской среде методический аппарат оценки надежности логистических процессов в системе снабжения университета и последующего их использования в ходе разработки решений по корректировке выявленных отклонений, что позволит повысить обоснованность принимаемых решений с учетом заданного уровня надежности.

Научная новизна исследования состоит в обосновании границ применения методов оценки надежности логистических процессов в системе снабжения университета в условиях повышения требований внутренних потребителей. Представленный в статье подход основан на сравнительном анализе и синтезе методов процессного управления, имитационного моделирования, статистических и логических методов оценки надежности логистических процессов.

Цель исследования — в разработке методического инструментария управления надежностью логистических процессов в системе снабжения университета.

В качестве **задач** исследования целесообразно обозначить следующие:

- идентификация состава и структурно-функциональных характеристик логистических процессов в системе снабжения университета;
- определение ключевых категорий концепции надежности логистических процессов в системе снабжения университета;
- выбор, тестирование и обоснование границ применения методов оценки надежности логистических процессов снабжения вуза;
- разработка подхода к управлению надежностью логистических процессов в системе снабжения университета.

Теоретическая значимость выполненного исследования заключается в приращении теории логистики снабжения в части организации и выполнения логистических процессов в системе снабжения в условиях жестких ограничений на продолжительность отдельных составляющих процесса, обусловленных дуальным проявлением нормативно-правовых и потребительских требований.

Практическая значимость работы состоит в применимости разработанного инструментария при решении задач совершенствования структурных и функциональных характеристик системы снабжения вуза, а также протекающих в

ней логистических процессов, в т. ч. с применением цифровых технологий.

Основная часть

Методология исследования. Постановка задач управления надежностью логистических процессов в системе снабжения университета предопределила необходимость синтеза методических положений ряда подходов и концепций оценки и управления надежностью, в частности теорий надежности технических и социально-экономических систем, результаты которого составили ключевые методологические положения исследования.

Во-первых, на основе обобщения представленных в литературе положений теории надежности социально-экономических систем, в частности сформулирован авторский подход к понятию «отказ» в ходе реализации логистических процессов в системе снабжения университета. В частности, в ходе исследования под отказом понимается выход параметров исследуемого процесса за допустимые границы, приводящий к остановке (нарушению) обеспечиваемого основного процесса. Тогда неисправностью предлагается называть выход параметров логистических подпроцессов, выполняемых узлами системы снабжения вуза, за пределы зоны допустимых значений без остановки (нарушения) основного процесса. Тогда ключевым свойством системы снабжения университета предлагается рассматривать ее безотказность, которая, в свою очередь, оценивается как вероятность безотказной работы.

Во-вторых, в качестве ключевого показателя надежности функционирования системы снабжения университета использован показатель «продолжительность цикла обслуживания заявок внутренних потребителей». Выбор показателя обусловлен возрастанием требований внутренних

заказчиков к временным параметрам поставок необходимых для осуществления основных процессов ТМЦ. Тогда, принимая во внимание особенности рассматриваемой логистической системы, определение зоны допустимых значений может быть ориентировано на минимальную продолжительность цикла из следующей пары значений: продолжительность, предписанную нормативно-правовыми документами для выполнения рассматриваемых операций, или ожидаемое (заданное вузом) время выполнения заявки внутреннего потребителя [15]. Указанная вариативность в выборе целевого значения показателя продолжительности цикла обусловлена необходимостью гармонизации требований российского законодательства, регламентирующего выполнение закупочных процедур государственными учреждениями, и стремления вуза к сохранению конкурентоспособности и/или развитию в высококонкурентной среде.

Основу исследования составляют верхнеуровневая (рис. 1) и детализированные структурно-функциональные (рис. 2) диаграммы процесса обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения университета.



Рис. 1. Структура макропроцесса обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения университета [22]



Рис. 2. Структурно-функциональная диаграмма логистического процесса закупки необходимых для деятельности университета ТМЦ [23]

Формирование исходных данных выполнялось на основе обработки документации контрактной службы университета, отражающей сведения о временных параметрах

прохождения заявок внутренних потребителей через соответствующие отделы (узлы) системы снабжения (фрагмент базы исходных данных представлен в табл. 1).

Таблица 1
Состав исходных данных для оценки надежности логистических процессов в системе снабжения университета (фрагмент)

№	№ договора	Способ закупки	ЦФО (отдел-заказчик)	Руководитель ЦФО	Профильный проректор	ОУУ	ОМА		ОСК	ПУ	ФЭУ	УБУ	Проведение закупки/заключение договора		T_{Σ}^{Φ} , раб. дн	ΔT	T_{Σ}^{Π} , раб. дн
							даты	T_{OMA}^{Φ} , раб. дн					даты	$T_{дог}$, раб. дн			
...																	
32	204/23	223-ФЗ, ЭП	04.04	05.04	05.04	05.04	05.04—11.05	23	12.05	15.05	17.05	17.05	17.05—21.06	24	52	20	32
33	237/23	223-ФЗ, ЭП	26.04	02.05	02.05	02.05	02.05—30.05	18	30.05	01.06—29.06	30.06	30.06	30.06—24.08	39	82	41	41
34	339/23	223-ФЗ, ЕП	05.05	05.05	05.05	10.05	11.05—12.07	43	12.07	12.07—02.08	03.08	03.08	03.08—07.08	2	63	40	23
35	265/23	223-ФЗ, ЕП	26.05	31.05	31.05	01.06	05.06—12.06	5	12.06	14.06	19.06	19.06	27.06—29.06	2	23	2	21
36	382/23	223-ФЗ, ЭП	13.07	13.07	13.07	18.07	18.07—04.08	13	04.08	09.08	09.08	09.08	09.08—07.09	21	40	10	30
37	392/23	223-ФЗ, ЭП	07.07	07.07	07.07	13.07	13.07—09.08	19	10.08	10.08	10.08	10.08	10.08—07.09	21	45	16	29
38	408/23	223-ФЗ, ЭП	19.07	24.07	24.07	26.07	26.07—22.08	22	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08—19.09	18	44	19	25

В ходе предварительной обработки данных сформированы ряды значений по продолжительности процесса «Закупки» в целом, а также по отдельным значимым подпроцессам, в частности, связанным с деятельностью отдела ОМА, а также заключением договоров на поставку ТМЦ для обеспечения качественного выполнения основных процессов в образовательной, научной, инновационной, воспитательной деятельности вуза.

Результаты и обсуждение. Сложность постановки задач управления надежностью логистических процессов в системе снабжения вуза обусловила разработку поэтапной процедуры оценки надежности и последующей разработки управленческих решений по корректировке выявленных отклонений.

Задача начального этапа содержательно определяется упрощенной оценкой надежности логистических процессов на основе сопоставления целевого (T_{Σ}^{Π}) и фактического (T_{Σ}^{Φ}) значений продолжительности логистического цикла обслуживания заявки внутреннего потребителя. Решение поставленной задачи построено на основе методики исследования, предполагающей привлечение методов имитационного моделирования. Для моделирования протекания логистического цикла: а) исследована гипотеза относительно нормальности распределения случайной величины продолжительности цикла обслуживания заявок внутренних потребителей (на основе процесса «Закупки ТМЦ для обеспечения мероприятий научной и образовательной деятельности университета»); б) выполнено определение законов распределения времени выполнения процесса закупок и его отдельных составляющих.

Результаты определения параметров закона распределения времени выполнения процесса закупок и его отдельных составляющих приведены в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2

Определение закона и параметров распределения случайных величин времени выполнения логистических процессов в системе снабжения университета (на примере подпроцесса «Закупка ТМЦ»)

Подпроцесс в рамках процесса «Закупка»	Закон распределения	Оценка качества модели (R^2) и параметры распределения	Модельное значение, дн.
Блок 1	Нормальный	$\bar{T} = 1,45; \sigma = 0,31$	1,50
ОМА	Гамма-распределение	$\lambda = 34,05; \eta = 9$	36,65
Блок 2	Нормальный	$\bar{T} = 4,605; \sigma = 1,118$	4,80
Договор	Вейбулла	$T_0 = 6,985; m = 1,14$	8,22
T_{Σ}^{Φ}	59,80		
T_{Σ}^{Π}	51,17		

Примечание: T_{Σ}^{Φ} — смоделированное значение продолжительности выполнения процесса «Закупка» в соответствии с процедурой применения нормального закона распределения для моделирования общей продолжительности цикла процесса «Закупка»; T_{Σ}^{Π} — смоделированное значение продолжительности выполнения процесса «Закупка» при применении дифференцированных законов распределения для отдельных подпроцессов в составе процесса «Закупка» для моделирования общей продолжительности цикла процесса.

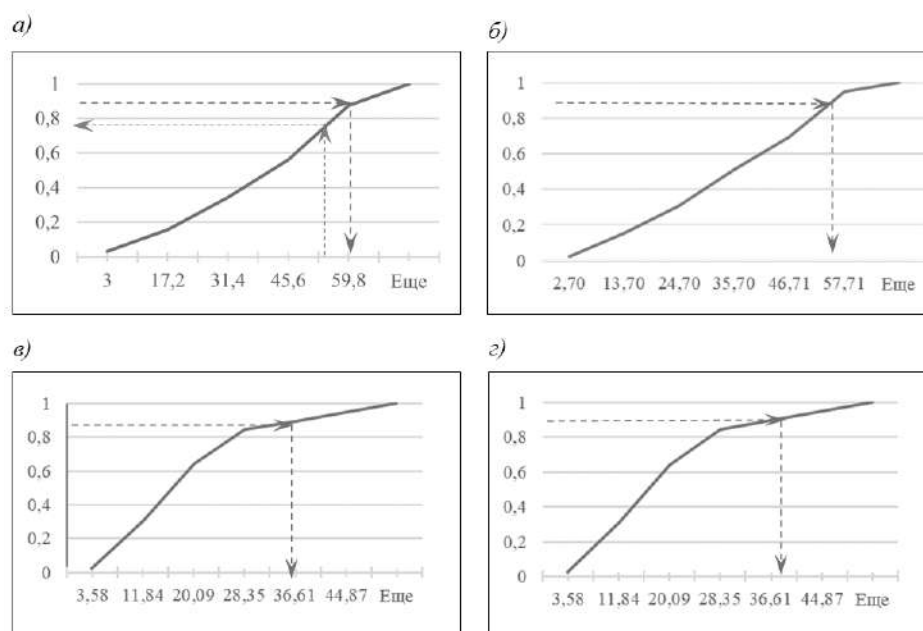


Рис. 3. Функция распределения времени логистического цикла обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения вуза в рамках процесса «Закупка»:

а — общая продолжительность процесса (нормальный закон); б — продолжительность подпроцесса в ОМА (нормальный закон); в — продолжительность подпроцесса в ОМА (закон Вейбулла); з — продолжительность подпроцесса в ОМА (гамма-распределение)

Как видно из представленных материалов, анализ процедуры и результатов выбора закона распределения позволяет сделать вывод о несостоятельности применения нормального закона распределения для оценки общей продолжительности выполнения процесса «Закупки» и целесообразности применения в ходе моделирования установленных, соответствующих отдельным подпроцессам законов распределения случайных величин продолжительности выполнения подпроцессов (процедур) закупки.

Представленный подход позволяет решать задачи оценки продолжительности цикла обслуживания заявок внутренних потребителей при заданном уровне надежности работы системы; сложившихся структурных характеристиках системы и режимах ее функционирования. Кроме того, представленный инструментарий позволяет решать обратную задачу: определения надежности выполнения заявки внутреннего потребителя в установленный (нормативный или ожидаемый) срок, т. е. соответствующий целевым временным параметрам процесса.

Несмотря на простоту реализации представленного метода определения надежности логистических процессов, следует указать на ограниченную сферу его рекомендуемого применения, определяемую укрупненными оценками вероятности обслуживания заявок на приобретение ТМЦ в установленные сроки. Особенность метода заключается в получении конечных оценок, что не позволяет отслеживать состояние процесса, а также своевременно корректировать возникающие негативные отклонения. Решить подобную задачу можно с использованием положений классической теории надежности и моделирования потока отказов в системе. Также следует указать на тот факт, что применение данной категории методов тесно связано с методологией управления по целям и теорией надежности и инициирует задачу установления целевых параметров логистических процессов — T^h [15].

Моделирование потока отказов выполнено на основе статистических данных, полученных на начальном этапе оценки надежности с последующим применением компь-

ютеризированной имитационной модели. В качестве входных параметров модели функционирования системы снабжения вуза [и ее отдельных элементов (узлов)] использованы полученные результаты подбора законов распределения случайных величин продолжительности обслуживания заявок внутренних потребителей. Моделирование выполнено с применением методического аппарата расчета надежности поставок и инструментальных средств, подробно представленных П. А. Бочкаревым [2, с. 35—41] и И. Н. Булгаковой [24] соответственно, а также предварительной свертки процессной структуры с учетом влияния на вариативность исследуемого показателя продолжительности цикла (рис. 4).

Результаты расчета на основе вероятностно-статистических методов оценки надежности логистических процессов в системе снабжения вуза представлены в табл. 3. Важно пояснить, что под отказом в модели, как было указано выше, понимается выход параметров исследуемого процесса за допустимые границы, приводящий к остановке (нарушению) обеспечиваемого основного процесса. В частности, применительно к процессу «Закупка» в качестве указанных событий были приняты случаи обслуживания заявок внутренних потребителей с временными параметрами, потребовавшими запуска резервного контура приобретения ТМЦ в режиме срочных закупок или отказа от приобретения.

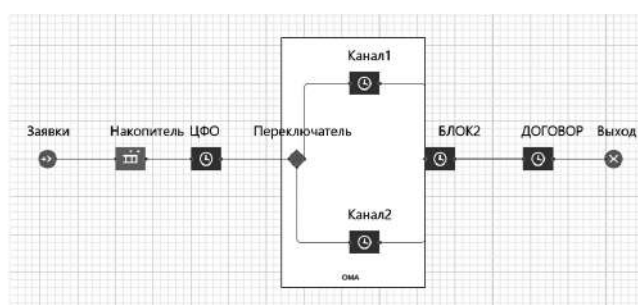


Рис. 4. Скрипт перед моделированием процесса закупки ТМЦ в системе снабжения университета

Таблица 3

Расчет надежности логистических процессов в системе снабжения вуза

Показатель	Значение					Σ или среднее
Длина интервала, Δt , дн.	91	92	92	92	91	458
Продолжительность нарушения сроков, $t_{оп}$, дн.	61	42	0	26	19	148
Количество отказов $n(t, t + \Delta t)$, ед.	2	2	0	2	1	7
Наработка на отказ, T_o , дн.	15	25	0	33	72	29
Среднее время восстановления, T_v , дн.	30,5	21	0	13	19	16,7
Функция готовности, $K_r(t)$	0,32967	0,543478	1	0,717391	0,791209	0,67635
Функция простоя, $K_d(t)$	0,67033	0,456522	0	0,282609	0,208791	0,32365
Вероятность безотказной работы $P(t)$	0,308548	0,522309	1	0,696121	0,780369	0,656382
Интенсивность отказов $\lambda(t)$	0,066667	0,04	0	0,030303	0,013889	0,030172

Данные таблицы позволяют сделать вывод вероятности безотказного функционирования системы снабжения университета, выявить периоды ухудшения характеристик надежности логистических процессов и могут выступить в качестве обоснования решений о необходимости совершенствования структурных и/или функциональных характеристик системы.

Однако представленная последовательность расчетных процедур, позволяя оценить общий уровень надежности логистических процессов в исследуемой системе, а также идентифицировать узлы системы, работа которых снижает уровень надежности логистических процессов, вместе с тем, не формирует представления о возможных направлениях повышения надежности. Проблема заключается в том, что применение представленного выше подхода основано на статистическом исследовании поведения показателей продолжительности обслуживания заявок, не учитывающем каузальные основания возникновения потенциальных отказов. Разрешение указанной задачи может быть выполнено на основе применения логических моделей отказов, потенциал которых описан, в частности, в работе Т. Г. Шульженко [4]. Основываясь на представленном подходе, можно констатировать, что логику определения общей продолжительности цикла обслуживания заявок

внутренних потребителей отражает аналитическое выражение вида:

$$T_s = \sum_{i=1}^M t_i + \sum_{j=1}^M \theta_j,$$

где t_i — время выполнения производительных процедур, связанных с обслуживанием заявок внутренних потребителей;

θ_j — случайная составляющая, отражающая потери времени при обслуживании заявок внутренних потребителей на приобретение и поставку ТМЦ;

N — число подпроцессов в составе процесса обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения вуза;

M — количество случаев проявления факторов (их групп), оказывающих негативное влияние на продолжительность цикла обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения вуза.

Следует отметить, что изучение поведения величины θ_j является отдельной исследовательской задачей, начальным этапом решения которой выступает систематизация факторов негативного отклонения временных параметров выполнения отдельных логистических процессов в системе снабжения вуза (табл. 4).

Таблица 4

Факторы надежности логистических процессов в системе снабжения вуза

Модуль системы (или подпроцесс)	Факторы 1-го уровня	Факторы 2-го уровня
Подпроцесс «Определение потребностей»	Неверная постановка целей; ошибки в описании объекта закупки, постановке сроков получения ТМЦ	Низкий уровень компетенций внутренних заказчиков по постановке задач снабжения; сложность процедур размещения заявок
Подпроцесс «Закупка»	Ошибки в описании объекта закупки; превышение временных параметров процесса согласования закупки	Низкий уровень цифровизации процессов в системе снабжения; выбор способа выполнения закупки
Подпроцесс «Получение и оприходование»	Нарушения сроков поставки ТМЦ; несоответствие количества, качества поставляемых ТМЦ; нарушение правил заполнения сопроводительной документации	Ошибки в выборе поставщика; низкий уровень логистической координации, отсутствие единого информационного пространства; низкий уровень цифровых компетенций сотрудников, задействованных в выполнении логистических процессов
Подпроцесс «Расходование»	Ошибки в заполнении приемочной документации; нарушение сроков получения ТМЦ	Низкий уровень компетенций внутренних заказчиков по постановке задач снабжения; сложность процедур оформления отчетной документации при получении ТМЦ

Процедуры оценки надежности функционирования системы снабжения университета выступают необходимым компонентом принятия решений по модернизации

или реинжинирингу логистических процессов, изменению структурных и функциональных характеристик системы снабжения вуза.

Представленные на рис. 5 этапы представляют собой комплексную процедуру анализа надежности логистических процессов в системе снабжения, однако могут рассматриваться как самостоятельные инструменты, нацеленные на решение отдельных задач совершенствования логистических процессов в системе снабжения вуза:

- *этап I* позволяет получать с заданным уровнем надежности прогнозные оценки продолжительности обслуживания заявок внутренних потребителей в системе снабжения вуза, что может быть использовано для разработки внутренних регламентов логистических процессов при планировании научных или образовательных проектов, корректировки требований к поставщикам в части реализации

процессов транспортировки, корректировки складских операций и т. п.;

- *этап II* ориентирован на ситуационное управление логистическими процессами в системе снабжения университета на основе анализа прогнозных отклонений параметров логистических процессов от заданных целевых значений (или области фазового пространства, описываемой массивом допустимых значений параметров логистических процессов);

- *этап III* обеспечивает разработку механизмов качественного преобразования структурных и функциональных характеристик системы снабжения, обеспечивающих повышение ее надежности.

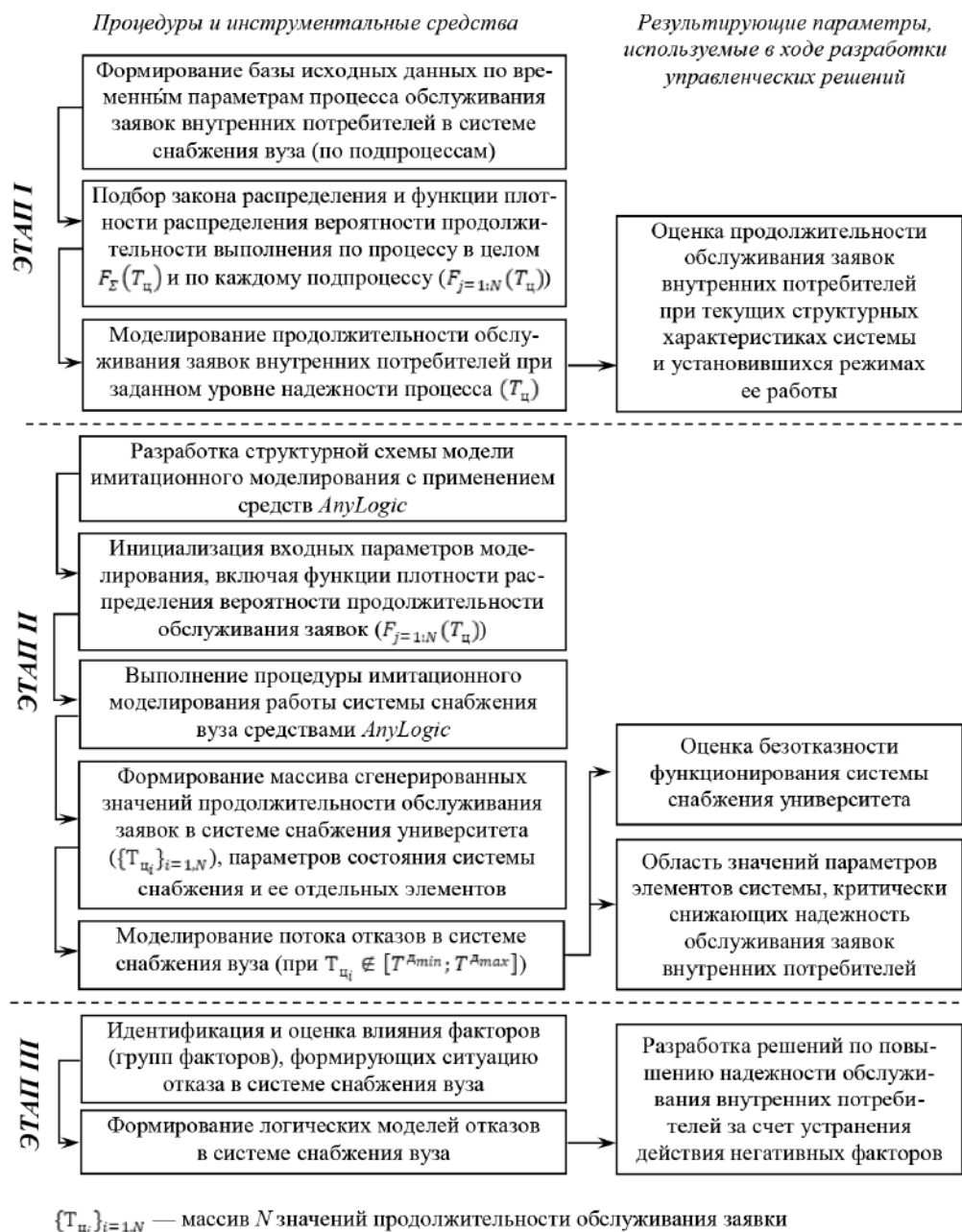


Рис. 5. Укрупненная блок-схема обоснования решений по управлению надежностью логистических процессов в системе снабжения университета на основе статистических методов (по типовым позициям ТМЦ)

Заключение

В результате проведенного исследования выполнена систематизация методов оценки надежности функционирования системы снабжения университета, позволяющая поз-

тапно выстраивать комплекс решений по совершенствованию ее структурных и функциональных характеристик, что, в свою очередь, обеспечит эффективное выполнение ключевых задач университета в сфере научной, образовательной,

инновационной и воспитательной деятельности. Вместе с тем представленные в статье материалы следует рассматривать с позиций постановки задач перспективных исследований, основными направлениями которых обозначены:

- обоснование целевых параметров логистических процессов в системе снабжения вуза;
- дифференциация используемых подходов и целевых значений для различных типов заявок и обеспечиваемых процессов, следовательно, формирования классификации возможных состояний системы снабжения и обслуживаемых потоков;
- исследование управляемых и неуправляемых факторов, влияющих на показатели надежности логистических процессов в системе снабжения университета;

– обоснование роли информационных потоков в системе управления снабжением университета;

– обоснование направлений повышения надежности функционирования системы снабжения университета (логистических процессов обеспечения деятельности университета) необходимыми ТМЦ;

– исследование методов и инструментов структурной и функциональной надежности логистических процессов.

Комплексное решение вопросов, связанных с управлением процессами во вспомогательных подсистемах современного университета, следует рассматривать в качестве важнейшей задачи обеспечения конкурентоспособности, высокого научно-го и инновационного потенциала современного университета.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вохмянина А. В. Методологические аспекты обеспечения надежности логистических цепей поставок // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 5(48). С. 55—59.
2. Бочкарев П. А. Управление надежностью цепей поставок в логистике снабжения : дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2015. 155 с.
3. Зайцев Е. И., Бочкарев А. А. Модель функционально-структурной надежности цепи поставок // Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia : VI Германо-рос. конф. по логистике и управлению цепями поставок : тез. докл. Геттинген : Cuviller Verlag, 2009. С. 187—195.
4. Шульженко Т. Г. Оценка надежности складских систем с использованием логических моделей отказов // Логистика и управление цепями поставок. 2010. № 6(41). С. 22—27.
5. Курбатова Е. С., Шикина Н. И. Формирование логистической системы и информационного запаса результатов научной и научно-технической деятельности образовательного учреждения // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2006. Т. 3. № 1. С. 171—176.
6. Филонов Н. Г., Деремешко В. А., Имонов О. Д. Образовательное учреждение как логистическая система // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2015. № 5(158). С. 17—22.
7. Шульженко Т. Г. Инновационный потенциал логистики. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2021. 132 с.
8. Егорова Л. Е., Сандлер Д. Г. Готовность университетов к цифровой трансформации: управленческий аспект // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 29. № 3. С. 17—31. DOI: 10.15826/umpra.2024.03.022.
9. Емельянова И. Н., Волосникова Л. М. Функции современных университетов: сравнительный анализ миссий отечественных и зарубежных вузов // Университетское управление: практика и анализ. 2018. Т. 22. № 1. С. 83—92. DOI: 10.15826/umpra.2018.01.008.
10. Прокофьев С. В. Экосистема вузов: трансформация российской системы образования : моногр. М. : ИНФРА-М, 2023. 485 с.
11. Шульженко Т. Г., Сушова Н. В., Царева Е. С. Креатосфера университета в экономике знаний: потенциал развития, концепция, решения : моногр. / под ред. Т. Г. Шульженко. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2023. 240 с.
12. Бугай Ю. А. Экономическая эффективность закупочной логистики в бюджетных образовательных учреждениях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 7(81). С. 103—104.
13. Тюрина К. А. Логистические бизнес-процессы в системе государственных закупок // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2017. № 1—2(103). С. 168—172.
14. Тюрина К. А. Прикладные аспекты информационной логистики в системе государственных закупок // Модернизация российской экономики: прогнозы и реальность : сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : С.-Петерб. ун-т технологий управления и экономики, 2017. С. 628—634.
15. Шульженко Т. Г., Гагарина А. А. Анализ параметров логистических процессов в задачах цифровизации управления системой снабжения учреждений высшего образования // Логистика и управление цепями поставок : сб. науч. тр. СПб., 2024. С. 218—223.
16. Щербаков В. В., Шульженко Т. Г. Формирование направлений и перспективной тематики научных исследований по логистике // Логистика и управление цепями поставок : сб. науч. тр. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2023. Вып. 7(20). С. 6—14.
17. Шульженко Т. Г. Перспективы интеллектуализации управления логистическими процессами // Логистика и управление цепями поставок : сб. науч. тр. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2022. Вып. 6(19). С. 185—191.
18. Остапенко С. Н., Якунина О. А., Палихов Г. В. Статистические методы при оценке показателей надежности технологических систем предприятий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып. 10. С. 96—105.
19. Захаров М. Н., Николаев П. А. Статистические методы оценки надежности систем управления материально-техническим снабжением предприятий // Гуманитарный вестник. 2016. № 2(40). Ст. 6. DOI: 10.18698/2306-8477-2016-2-343.
20. Ермаков А. А., Воронков Д. О. Анализ методов оценки надежности в цепях поставок // Наука, техника и образование. 2018. № 4(45). С. 9—15.
21. Осинцев Н. А., Рахмангулов А. Н. Оценка устойчивости цепей поставок на основе серого реляционного анализа // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2023. Т. 21. № 3. С. 180—196.
22. Гагарина А. А. Аналитическое обоснование стратегии цифровой трансформации логистических процессов в системе снабжения университета // Прогрессивная экономика. 2024. № 8. С. 90—110. DOI: 10.54861/27131211_2024_8_90.
23. Гагарина А. А. Методы повышения надежности логистических процессов в системе снабжения вуза // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика : материалы V Нац. науч.-образоват. конф. : в 2 ч. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2024. Ч. 1. С. 357—363.
24. Булгакова И. Н. Интегральный показатель качества как инструмент управления структурой издержек закупочной логистики // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. 2023. № 3. С. 14—20.

REFERENCES

1. Vokhmyanina A. V. Methodological aspects of ensuring the reliability of logistics supply chains. *Transport Rossiiskoi Federatsii = Transport of the Russian Federation*. 2013;5(48):55—59. (In Russ.)
2. Bochkarev P. A. Supply chain reliability management in logistics. Diss. of the Cand. of Economics. Saint Petersburg, 2015. 155 p. (In Russ.)
3. Zaitsev E. I., Bochkarev A. A. A model of functional and structural reliability of the supply chain. *Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: VI German-Russian Conference on Logistics and Supply Chain Management. Thesis of reports*. Göttingen, Cuviller publ., 2009:187—195. (In Russ.)
4. Shul'zhenko T. G. Evaluation of the reliability of warehouse systems using logical failure models. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok = Logistics and supply chain management*. 2010;6(41):22—27. (In Russ.)
5. Kurbatova E. S., Shikina N. I. Formation of the logistics system and information stock of the results of scientific and scientific-technical activities of an educational institution. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Vestnik Saratov State Technical University*. 2006;3(1):171—176. (In Russ.)
6. Filonov N. G., Deremeshko V. A., Imonov O. D. Educational institution as a logistic system. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk state pedagogical university bulletin*. 2015;5(158):17—22. (In Russ.)
7. Shul'zhenko T. G. Innovative potential of logistics. Saint Petersburg, St. Petersburg State University of Economics publ., 2021. 132 p. (In Russ.)
8. Egorova L. E., Sandler D. G. Universities' readiness for digital transformation: a managerial aspect. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University management: practice and analysis*. 2024;29(3):17—31. (In Russ.) DOI: 10.15826/umpa.2024.03.022.
9. Yemelyanova I. N., Volosnikova L. M. Functions of modern universities: a comparative analysis of the missions of domestic and foreign universities. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University management: practice and analysis*. 2018;22(1):83—92. (In Russ.) DOI: 10.15826/umpa.2018.01.008.
10. Prokof'ev S. V. Ecosystem of universities: transformation of the Russian education system. Monograph. Moscow, INFRA-M, 2023. 485 p. (In Russ.)
11. Shul'zhenko T. G., Sushcheva N. V., Tsareva E. S. The University's creatosphere in the knowledge economy: development potential, concept, solutions. Monograph. T. G. Shul'zhenko (ed.). Saint Petersburg, St. Petersburg State University of Economics publ., 2023. 240 p. (In Russ.)
12. Bugai Yu. A. Economic efficiency of procurement logistics in budgetary educational institutions. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2011;7(81):103—104. (In Russ.)
13. Tyurina K. A. Logistic business processes in the public procurement system. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2017;1—2(103):168—172. (In Russ.)
14. Tyurina K. A. Applied aspects of information logistics in the system of public procurement. *Modernizatsiya rossiiskoi ekonomiki: prognozy i real'nost' = Modernization of the Russian economy: forecasts and reality. Collection of scientific papers of the III International scientific and practical conference*. Saint Petersburg, Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics publ., 2017:628—634. (In Russ.)
15. Shul'zhenko T. G., Gagarina A. A. Analysis of logistics process parameters in the challenges of digitalization of supply chain management in higher education institutions. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok = Logistics and supply chain management. Collection of scientific papers*. Saint Petersburg, 2024:218—223. (In Russ.)
16. Shcherbakov V. V., Shul'zhenko T. G. Formation of directions and prospective topics of scientific research in logistics. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok = Logistics and supply chain management. Collection of scientific papers*. Saint Petersburg, St. Petersburg State University of Economics publ., 2023;7(20):6—14. (In Russ.)
17. Shul'zhenko T. G. Prospects for the intellectualization of management of logical processes. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok = Logistics and supply chain management. Collection of scientific papers*. Saint Petersburg, St. Petersburg State University of Economics publ., 2022;6(19):185—191. (In Russ.)
18. Ostapenko S. N., Yakunina O. A., Palikhov G. V. Statistical methods for assessing the reliability of technological systems of enterprises. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki = News of the Tula state university. Technical sciences*. 2020;10:96—105. (In Russ.)
19. Zakharov M. N., Nikolaev P. A. Statistical methods for assessing the reliability of the enterprise logistic support control systems. *Gumanitarnyi vestnik = Humanities Bulletin*. 2016;2(40):6. (In Russ.) DOI: 10.18698/2306-8477-2016-2-343.
20. Ermakov A. A., Voronkov D. O. Analysis of reliability assessment methods in supply chains. *Nauka, tekhnika i obrazovanie = Science, technology and education*. 2018;4(45):9—15. (In Russ.)
21. Osintsev N. A., Rakhmangulov A. N. Supply chain sustainability assessment based on gray relational analysis. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G. I. Nosova = Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2023;21(3):180—196. (In Russ.)
22. Gagarina A. A. Analytical substantiation of the strategy of digital transformation of logistics processes in the university supply system. *Progressivnaya ekonomika = Progressive Economy*. 2024;8:90—110. (In Russ.) DOI: 10.54861/27131211_2024_8_90.
23. Gagarina A. A. Methods of increasing the reliability of logistics processes in the university supply system. *Logistika: forsaissledovaniya, professiya, praktika = Logistics: foresight research, profession, practice: materials of the V National Scientific and Educational Conference*. Saint Petersburg, St. Petersburg State University of Economics publ., 2024;1:357—363. (In Russ.)
24. Bulgakova I. N. Integral quality indicator as a tool for managing the cost structure of procurement logistics. *RISK: Resursy. Informatsiya. Snabzhenie. Konkurentsia = RISK: Resources. Information. Supply. Competition*. 2023;3:14—20. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 07.03.2025; одобрена после рецензирования 23.03.2025; принята к публикации 24.03.2025.
The article was submitted 07.03.2025; approved after reviewing 23.03.2025; accepted for publication 24.03.2025.