

3. Kruglov, V. V., Dli, M. I., Golunov, R. Yu. Nechetkaya logika i lingvisticheskie peremennye [Fuzzy logic and linguistic variables]. *Nechetkaya logika i iskusstvennye neyronnye seti* [Fuzzy logic and artificial neural networks]. Moscow, 2001, pp. 18–23.

4. Kuznetsova, V. Yu., Azhmukhamedov, I. M. Metodika prinyatiya resheniy po vydache zaymov v mikrofinansovykh organizatsiyakh i ee programmaya realizatsiya [Methodology for making decisions on issuing loans in microfinance organizations and its program implementation]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2020, no. 3 (51), pp. 32–39.

5. Kuznetsova, V. Yu. Nechetkiy podkhod pri klasterizatsii zaemshchikov mikrofinansovykh organizatsiy [Fuzzy approach to clustering borrowers of microfinance organizations]. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii* [Modeling, optimization, and information technologies], 2020, vol. 8, no. 2 (29), pp. 24–25.

6. Kuznetsova, V. Yu., Azhmukhamedov, I. M. Klassifikatsiya zaemshchikov mikrofinansovykh organizatsiy na osnove postroeniya rasshirenogo tsifrovogo profilya i pretsedentnogo podkhoda [Classification of borrowers of microfinance organizations based on the construction of an extended digital profile and a precedent approach]. *Inzhenerno-stroitelnyy vestnik Prikaspiya* [Caspian Engineering Bulletin], 2020, no. 3 (33), pp. 98–103.

7. Kucheryavaya, A. A., Matveevsky, S. S. Mikrofinansovye organizatsii v Rossii: tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya [Microfinance organizations in Russia: current state and development prospects]. *Finansovaya ekonomika* [Financial Economics], 2021, no. 2, pp. 67–69.

8. Kucheroва, S. V., Averkova, G. V. Modelirovanie otsenki platezhesposobnosti klientov mikrofinansovoy organizatsii [Modeling the assessment of the solvency of clients of a microfinance organization]. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie* [Vector of Science of Togliatti State University. Series: Economics and Management], 2017, no. 4 (31), pp. 22–27.

9. Nikolaev, N.A. Metody identifikatsii kachestva klientov v sistemakh avtomatizirovannogo kreditovaniya s pomoshchyu vizualnogo skoringa [Methods for identifying customer quality in automated lending systems using visual scoring]. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsialnaya sfera, tekhnologii* [Service theory and practice: economics, social sphere, technologies], 2017, no. 3 (33). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-identifikatsii-kachestva-klientov-v-sistemah-avtomatizirovannogo-kreditovaniya-s-pomoschyu-vizualnogo-skoringa> (accessed 04.08.2021).

УДК 004.021

## АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНА

*Статья поступила в редакцию 20.05.2021, в окончательном варианте – 08.07.2021.*

**Попов Павел Владимирович**, Волжский филиал Волгоградского государственного университета, 404133, Российская Федерация, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. 40 лет Победы, 11, кандидат технических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3248-2599>, e-mail: [donpascha@yandex.ru](mailto:donpascha@yandex.ru)

**Кравец Алла Григорьевна**, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, доктор технических наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1675-8652>, e-mail: [agk@gde.ru](mailto:agk@gde.ru)

Существенное влияние на социально-экономическое развитие региона, его инвестиционную привлекательность, интегрированность в единое экономическое и транспортное пространство страны и мира оказывает уровень развития логистической инфраструктуры. Кроме этого, важность региональной инфраструктуры как одного из индикаторов инновационного пути развития страны, также подчеркнута и в основополагающих концепциях и стратегиях Российской Федерации. Значительная часть имеющихся методик оценки уровня развития логистической инфраструктуры основана на экспертном опросе, что предполагает некоторую субъективность, либо на учете только деятельности транспорта. В настоящей работе автором предлагается алгоритм расчета интегрального показателя, позволяющего оценить эффективность функционирования региональной логистической инфраструктуры с учетом ее основной и обеспечивающей составляющей. Алгоритм включает в себя следующие этапы. Первоначально определяются ключевые показатели, характеризующие деятельность основной и обеспечивающей составляющей макро-логистической инфраструктуры региона в рамках системы управления инфраструктурой субъекта страны. После этого проводится их оценка на выявление избыточных переменных и группировка в индексы. На втором этапе проводится оценка внутренней согласованности индексов с помощью коэффициента  $\alpha$ -Кронбаха. На последнем этапе рассчитывается интегральный показатель, характеризующий развитие макро-логистической инфраструктуры региона. Кроме этого, предложенный алгоритм позволяет выявить дисбаланс в развитии отдельных видов транспорта, регионально-подсортировочных складов, а также финансовой и информационной деятельности.

**Ключевые слова:** система управления, алгоритм, региональная логистическая инфраструктура, контроллинг, интегральный показатель

## ALGORITHM FOR ASSESSING THE LEVEL OF EFFICIENCY OF THE LOGISTIC INFRASTRUCTURE OF THE REGION

The article was received by the editorial board on 20.05.2021, in the final version – 08.07.2021.

**Popov Pavel V.**, Volgograd State University (Branch in Volzhsky), 11 40 let Pobedy St., Volzhsky, 404133, Russian Federation,

Cand. Sci. (Engineering), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3248-2599>, e-mail: donpascha@yandex.ru

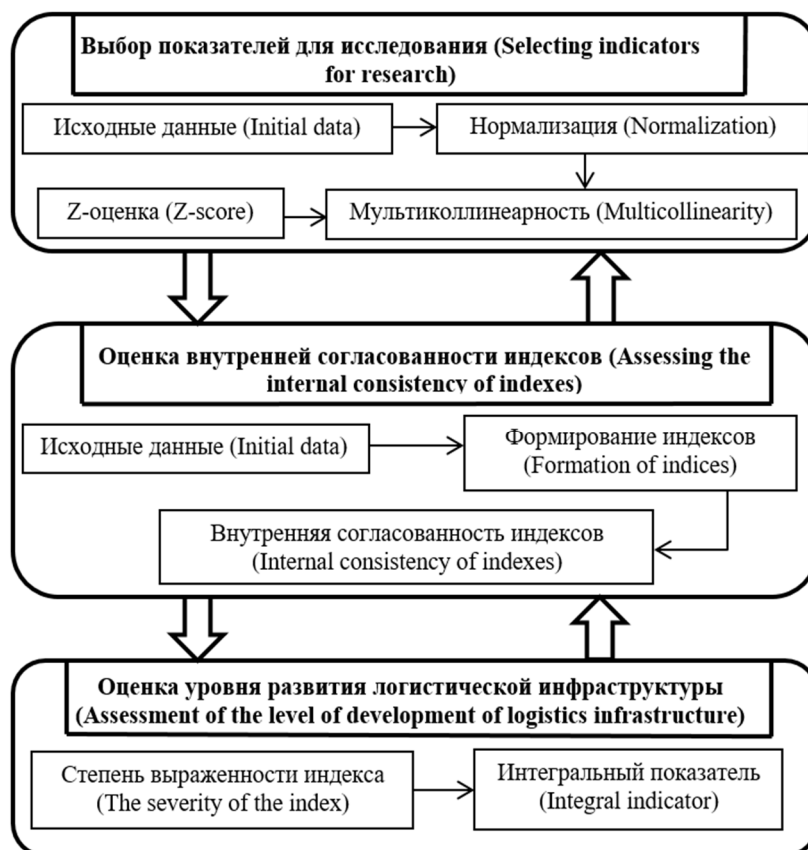
**Kravets Alla G.**, Volgograd State Technical University, 28 Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russian Federation,

Doct. Sci. (Engineering), Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1675-8652>, e-mail: agk@gde.ru

The level of development of the logistics infrastructure has a significant impact on the socio-economic development of the region, its investment attractiveness, integration into a single economic and transport space of the country and the world. In addition, the importance of regional infrastructure as one of the indicators of the country's innovative path of development is also emphasized in the fundamental concepts and strategies of the Russian Federation. A significant part of the available methods for assessing the level of development of the logistics infrastructure is based on an expert survey, which implies some subjectivity, or taking into account only the activities of transport. In this work, the author proposes an algorithm for calculating the integral indicator, which makes it possible to assess the efficiency of the functioning of the regional logistics infrastructure, taking into account its main and supporting component. The algorithm includes the following stages. Initially, key indicators are determined that characterize the activities of the main and supporting component of the macro-logistics infrastructure of the region within the framework of the infrastructure management system of the constituent entity of the country. After that, they are assessed to identify redundant variables and group them into indices. At the second stage, the internal consistency of the indices is assessed using the  $\alpha$ -Cronbach coefficient. At the last stage, an integral indicator is calculated that characterizes the development of the macro-logistics infrastructure of the region. In addition, the proposed algorithm makes it possible to identify an imbalance in the development of certain types of transport, regional sub-sorting warehouses, as well as financial and information activities.

**Keywords:** management system, algorithm, regional logistics infrastructure, controlling, integral indicator

Graphical annotation (Графическая аннотация)



**Введение.** Одним из инструментов влияния на эффективность функционирования региональной экономики является система управления макро-логистической инфраструктурой субъекта страны. Она позволяет не только снизить издержки, связанные с продвижением материального потока, поддерживать заданный уровень обслуживания потребителей, но и повышает транзитный потенциал, инвестиционную привлекательность, межрегиональную интеграцию, встраивание региона в глобальную цепочку поставок. Это подтверждается значительным количеством работ отечественных и зарубежных ученых, в которых показана взаимосвязь между социально-экономическими показателями регионов и логистической инфраструктурой субъектов стран.

Например, влияние транспортной составляющей логистической инфраструктуры на экономику региона рассмотрено в работах Ю. Н. Гольской [21], Д. И. Кокурина [11], Leonard K Cheng [13] и других авторов. В данных работах показано, что взаимосвязь между валовым региональным продуктом и показателями транспортно-логистической инфраструктуры может быть представлена в виде линейной модели множественной регрессии. Необходимо отметить, что в статьях Д. И. Кокурина и Leonard K Cheng была проведена проверка на мультиколлинеарность, гетероскедастичность, статистическую значимость коэффициентов. Это позволяет сделать вывод о содержательности построенной модели множественной регрессии.

Взаимосвязь между уровнем развития логистической инфраструктуры и социально-экономическими показателями региона была установлена в работах Ж. С. Раимбекова [14], Pinar Nayaloglu [12] и других авторов. На основании проведенных исследований авторы указывают о возможности построения линейной модели множественной регрессии. Например, В. В. Лукинским и Е. В. Павловой показана взаимосвязь между валовым региональным продуктом и логистической инфраструктурой Санкт-Петербурга. В качестве ключевых параметров логистической инфраструктуры авторами были приняты показатели как основной, так и обеспечивающей составляющей. На основании построенной линейной модели множественной регрессии авторами сделан вывод о существенном влиянии на ВРП Санкт-Петербурга объема грузоперевозок порта, пассажиропоток аэропорта и объема импорта товаров.

В научной литературе имеется значительное количество работ, посвященных влиянию крупных логистических платформ на социально-экономические показатели региона. Например, в работе [18] N. Jiang показал существенное влияние инвестиций в инфраструктуру морских портов на экономический рост в Китае, а Song L. и Mi, J. [18, с. 270] для отдаленных районов Китая установили долгосрочную причинно-следственную связь между уровнем развития портовой инфраструктуры и экономическим развитием провинций.

В исследовании Song, L. и Van Geenhuizen [19] оценивалось влияние инвестиций в портовую инфраструктуру в Китае на объем производства в соответствующих регионах. Полученные результаты показали рост объемов производства в провинциях, где наблюдался приток инвестиций в портовую инфраструктуру. К аналогичному выводу пришли и ученые из Испании X. Fageda и M. Gonzalez-Aregall [20, с. 77]. На основе регрессионной модели они пришли к выводу, что развитие портов оказало ключевое влияние на занятость в промышленности в Испании с 1995 по 2008 год. Таким образом, система управления макро-логистической инфраструктурой субъекта страны позволяет оказывать существенное влияние на экономику региона.

Система управления макро-логистической инфраструктурой субъекта федерации представляет собой синтез организационно-функциональной структуры макро-логистической системы региона и математических моделей оптимального формирования основной и обеспечивающей (поддерживающей) составляющей логистической инфраструктуры, с помощью которых принимаются оптимизационные решения в области построения каналов и цепей распределения материальных потоков. В научной литературе под логистической инфраструктурой принято понимать «комплекс взаимосвязанных элементов, обеспечивающих функционирование системы закупок, поставок, хранения и доставки продукции до потребителя» [1, 2]. Среди научных публикаций под комплексом часто понимают совокупность основной и обеспечивающей составляющей логистической инфраструктуры [3–5]. К основной составляющей относят ключевые объекты складской и транспортной инфраструктур, обеспечивающей – ИКТ и финансовой сферы региона [5]. К задачам, решаемым в рамках системы управления логистической инфраструктурой субъекта страны, следует отнести поиск оптимальных мест расположения ключевых объектов транспортной и складской инфраструктур, их мощностей, а также выбор товароносителя.

Важным элементом системы управления макро-логистической инфраструктурой региона является контроллинг принимаемых решений. Результат контроллинга – оценка эффективности функционирования региональной логистической инфраструктуры после оказания влияющего воздействия.

**Методы оценки уровня логистической инфраструктуры.** Наиболее известной методикой оценки уровня развития логистической инфраструктуры следует признать индекс LPI Всемирного банка, основанный на расчете интегрального показателя, включающего шесть комплексных составляющих. Количественное значение индекса эффективности логистики позволяет оценить уровень развития логистической системы страны, в том числе и транспортной инфраструктуры, сравнить с ее другими странами и проследить динамику изменения эффективности логистики в мире. Для расчета индекса LPI используются данные опроса руководителей крупных международных компаний в области оказания логистических услуг и специалистов в области логистики.

Для оценки качества транспортной инфраструктуры можно воспользоваться методикой [6], разработанной Министерством транспорта РФ в рамках программы «Развитие транспортной системы». Данная методика представляет собой алгоритм расчета интегрального показателя, характеризующего уровень развития транспортно-логистической инфраструктуры как Российской Федерации, так и ее субъектов. Он рассчитывается как сумма произведения индексов качества автомобильной, железнодорожной, авиационной и водной инфраструктуры на объем работы соответствующих транспортных средств.

Количественное значение индексов предполагается определять на основе экспертного опроса специалистов в области транспорта по вопросам, связанным с уровнем развития объектов транспортно-логистической инфраструктуры.

Необходимо отметить, что рассмотренные выше методики основаны на данных опросов, что не исключает субъективности получаемых данных.

Для оценки уровня развития логистической инфраструктуры региона А. Н. Рахангулов и О. А. Копылова [7] выделяли показатели, объединенные в пять групп факторов: социально-экономические, территориальные, инфраструктурные, политические и нормативно-правовые и характеристики, относящиеся к деятельности транспорта. В группу территориальных факторов были включены показатели, связанные с климатической зоной территории и количеством транспортных коридоров; инфраструктурных – плотности автомобильных и железных дорог, состояния транспортной коммуникации; транспортной работы – значения грузооборота всех видов транспорта. Далее на основании предложенной авторами методики рассчитывался интегральный показатель оценки уровня развития логистической инфраструктуры региона. К недостаткам данного подхода следует отнести субъективность данных в группе инфраструктурных факторов, а также необходимость проведения сравнительного анализа расчетных интегральных показателей нескольких регионов для оценки логистической инфраструктуры изучаемого субъекта Российской Федерации [7]. Кроме этого, вызывает сомнение необходимость учета климатической зоны, а также отсутствие показателей обеспечивающей составляющей в рамках системы управления макро-логистической инфраструктурой.

В работе F. Carlucci и других авторов [8] оценку уровня развития логистической инфраструктуры предлагается проводить на основе расчета индексов деятельности автомобильного, воздушного, железнодорожного и водного транспорта. Наряду с этим авторы учитывали стоимость объектов логистической инфраструктуры, количество специалистов в области логистики, а также инвестиции в человеческий капитал. Предложенный F. Carlucci с соавторами [8] подход также основан на анализе основной составляющей инфраструктуры и практически не учитывает влияние обеспечивающей составляющей.

В других работах [9–13] предлагается только косвенная оценка региональной инфраструктуры в рамках решения задач, связанных с развитием субъекта страны. В указанных статьях рассматриваются преимущественно показатели деятельности транспорта без учета влияния финансовой и информационной составляющей. Например, в работе О. Поповой [22] предложена методика оценки транспортной инфраструктуры субъекта страны на основе анализа транспортной составляющей муниципальных образований. Предложенная автором методика включает в себя следующие шаги: выбор показателей, характеризующих транспортную деятельность муниципальных образований по видам транспорта; нормализация исходных данных; сегментирование муниципальных образований в группы со схожими значениями изучаемых показателей с помощью кластерного анализа; анализ групп.

**Алгоритм оценки уровня логистической инфраструктуры.** Система управления макро-логистической инфраструктурой субъекта страны, состоящая из системы администрирования (региональный орган исполнительной власти) и региональной логистической инфраструктуры, рассматривается как ключевой драйвер повышения инвестиционной привлекательности субъекта страны, его межрегиональной интеграции и социально-экономического развития [5]. Важным элементом функционирования данной системы является оценка качества в рамках системы контроллинга принимаемых решений в области определения мест расположения ключевых объектов основной и обеспечивающей составляющей логистической инфраструктуры, их мощности

и количества, а также снижения барьеров при построении сетей распределения и цепей поставок на территории субъекта Российской Федерации частными инвесторами.

Для оценки эффективности принимаемых решений в рамках системы управления макро-логистической инфраструктурой субъекта страны необходимо измерение результатов решений, принимаемых исполнительным органом государственной власти, которое обеспечивает обратную связь, необходимую для функционирования эффективного управления. Необходимо отметить, что контроль принятия управленческих решений будет эффективен только при учете реальных результатов и возможностей региона. Использование статистических данных, а не результатов опроса, позволит избежать субъективности в оценке результата принятых управленческих решений.

В настоящей работе оценку эффективности принимаемых решений в системе управления макро-логистической инфраструктурой региона предлагается проводить на основе расчета интегрального показателя, включающего индексы, связанные с деятельностью ключевых объектов основной и обеспечивающей составляющей. Алгоритм оценки уровня логистической инфраструктуры региона представлен на рисунке 1.

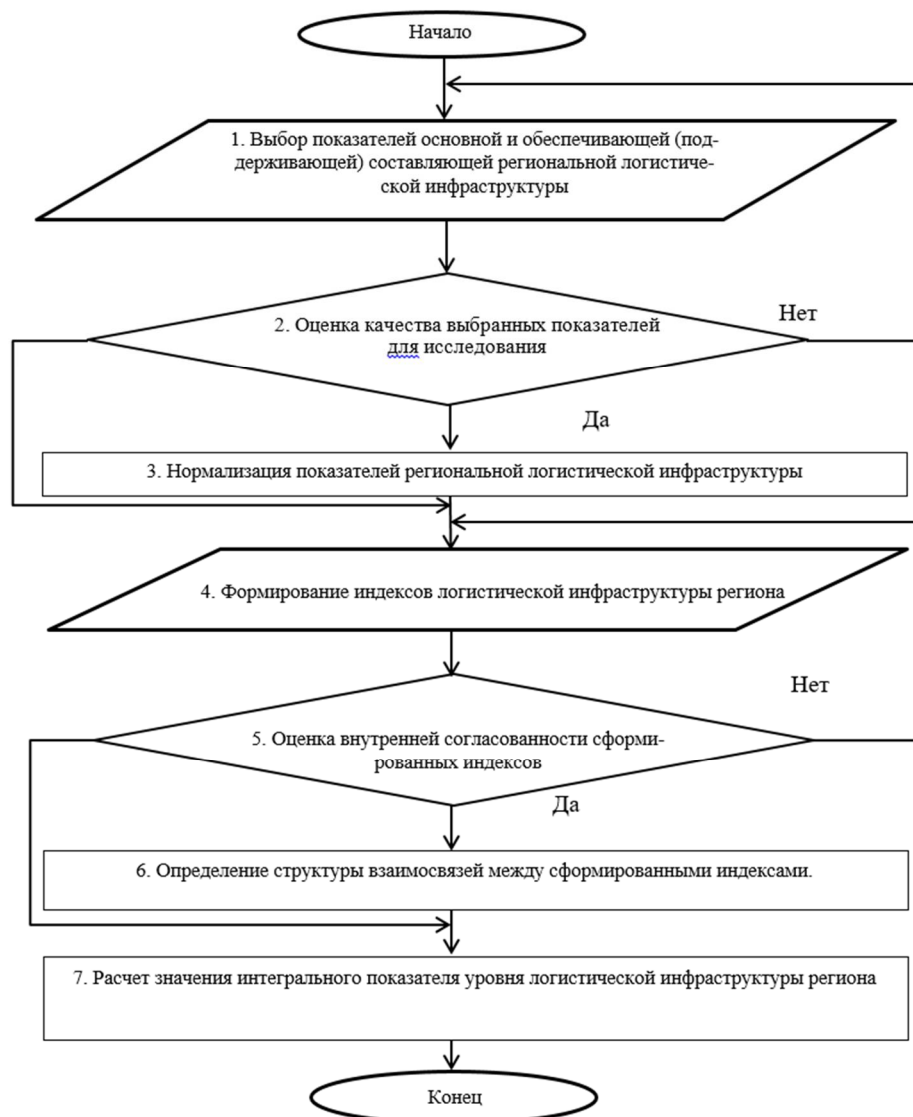


Рисунок 1 – Алгоритм оценки уровня логистической инфраструктуры региона

Вследствие того, что параметры региональной логистической инфраструктуры выражены в разных шкалах, необходимо провести их нормализацию. Для этого каждое значение в выборке необходимо преобразовать в z-оценки по формуле:

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

где  $z_i$  – расчетное значение в выборке;  $x_i$  – исходное значение в выборке;  $\bar{x}$  – среднее значение в исследуемой выборке;  $\sigma$  – стандартное отклонение в выборке.

В результате реализации данного шага будут определены показатели, выраженные в одной шкале измерения, позволяющие оценить эффективность принимаемых решений исполнительным органом государственной власти в рамках системы управления макро-логистической инфраструктурой региона.

После оценки качества выбранных показателей логистической инфраструктуры и приведения к одной шкале измерения проводится их группировка в индексы. Индексы формируются по видам транспорта, объектам финансовой и информационной деятельности, экспортно-импортным операциям, видам инвестиций, обороту розничной торговли и т.д. Количественные значения индекса по годам рассчитываются как сумма соответствующих годовых значений показателей, отнесенных в данный индекс. Количество индексов должен быть примерно в три раза меньше объектов для исследования.

После объединения характеристик логистической инфраструктуры в индексы необходимо провести оценку внутренней согласованности индексов с помощью коэффициента  $\alpha$ -Кронбаха. Внутренняя согласованность считается приемлемой, если значение коэффициента не превышает 0,7. В противном случае предполагается сильная зависимость индексов друг от друга, а, соответственно, наличие избыточных переменных в проводимом исследовании. Если значение коэффициента  $\alpha$ -Кронбаха превысит 0,7, то необходимо построить матрицу интеркорреляций индексов и исключить из дальнейшего рассмотрения индекс, имеющий наибольшее количество значений коэффициента корреляций Пирсона свыше 0,7. Кроме этого, возможно, изменение условий формирования индексов в зависимости от выбранных показателей с целью учета влияния принимаемых решений на все составляющие логистической инфраструктуры.

Если в рамках проводимого исследования нет необходимости в оценке степени выраженности сформированных индексов и выявления дисбаланса в развитии транспортной или складской инфраструктур, то следующий шаг необходимо пропустить и перейти к расчету значения интегрального показателя эффективности логистической инфраструктуры региона. В противном случае следует провести оценку взаимосвязи между индексами.

Для определения структуры взаимосвязи между индексами предлагается использовать факторный анализ. В качестве метода исследования – метод анализа главных компонент. Метод вращения – варимакс с нормализацией Кайзера. В результате будут получены факторные нагрузки сформированных индексов и объектная диаграмма распределения, позволяющая сравнить степень выраженности факторов для включенных в исследование субъектов.

Для оценки эффективности логистической инфраструктуры региона предлагается использовать интегральный показатель, рассчитываемый по формуле:

$$I = \sum_{i=1}^N k * X_i * F,$$

где  $k$  – значимость соответствующего индекса;  $X_i$  – степень выраженности фактора для субъекта;  $F$  – наибольшее значение факторной нагрузки соответствующего индекса.

Значимость индексов можно определить с помощью метода весовых характеристик по формуле

$$R_i = \frac{2(N-i+1)}{N(N+1)},$$

где  $R_i$  – весовой коэффициент сформированного индекса;  $N$  – количество сформированных индексов;  $i$  – ранг индекса.

Исходя из вышеизложенного, предложенный алгоритм позволяет не только оценить эффективность принимаемых решений в рамках системы управления макро-логистической инфраструктурой субъекта страны, но и способен выявить дисбаланс в уровне развития звеньев региональной логистической инфраструктуры.

**Заключение.** Таким образом, в работе предложен алгоритм расчета интегрального показателя уровня логистической инфраструктуры региона. Алгоритм включает в себя следующие шаги: выбор показателей основной и обеспечивающей составляющей региональной логистической инфраструктуры; их проверка на избыточность (соответствие распределению данных в выборках нормальному закону распределения, проверка на мультиколлинеарность); проведение нормализации полученных параметров; формирование индексов логистической инфраструктуры региона, проверка их на внутреннюю согласованность и определение структуры взаимосвязи; расчет интегрального показателя. Алгоритм основан на анализе статистических данных, что исключает субъективности получаемых данных. Кроме этого, при исследовании учитываются не только показатели основной составляющей, но и параметры обеспечивающей составляющей логистической инфраструктуры. Использование предложенного алгоритма также позволяет оценить сбалансированность развития основной и обеспечивающей составляющей региональной логистической инфраструктуры.

## Библиографический список

1. Сергеев, В. И. Прозрачность цепи поставок: терминологические аспекты и ценность для контрагентов цепи / В. И. Сергеев, И. В. Сергеев // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2020. – № 4. – С. 3–13.
2. Сверчков, П. А. Анализ применимости существующих подходов к проектированию сети распределения для компаний сетевой розничной торговли / П. А. Сверчков // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2017. – № 1 (78). – С. 98–106.
3. Попов, П. В. Оценка взаимосвязи показателей транспортно-логистической инфраструктуры и социально-экономического развития региона / П. В. Попов // *Транспорт: наука, техника, управление : научный информационный сборник*. – 2018. – № 8. – С. 3–6.
4. Манунин, А. Логистический подход к инфраструктуре как фактор экономического развития региона / А. Манунин // *Логистика*. – 2012. – № 11. – С. 22–24.
5. Попов, П. В. Оценка влияния логистической инфраструктуры на социально-экономические показатели Астраханской области / П. В. Попов // *Логистика*. – 2019. – № 1 (146). – С. 46–50.
6. Об утверждении Методики расчёта показателей (индикаторов) государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы», транспортной части комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года и федеральных проектов, входящих в его состав (ред. от 30.04.2019). – Режим доступа: <http://www.gks.ru/metod/naz-proekt/MET130000.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 14.05.2021).
7. Рахмангулов, А. Н. Оценка социально-экономического потенциала региона для размещения объектов логистической инфраструктуры / А. Н. Рахмангулов, О. А. Копылова // *Экономика региона*. – 2014. – № 2. – С. 254–263.
8. Carlucci, F. et al. Infrastructure and logistics divide: regional comparisons between North Eastern & Southern Italy / F. Carlucci et al. // *Technological and Economic Development of Economy*. – 2017. – № 23 (2). – P. 243–269.
9. Alireza, Ardalan. An Efficient Heuristic for Service Facility Location / Alireza Ardalan // *Proceedings, Northeast Decision Sciences Institute Conference*. – 1984. – P. 181–182.
10. Rutten, W. G. M. M. The Extension of GOMA Model for Determining the Optimal Number of Depots / W. G. M. M. Rutten, P. J. M. Van Laarhoven, B. Vos // *III Transactions*. – 2001. – Vol. 33, iss. 11. – P. 1031–1036.
11. Кокурин, Д. И. Влияние логистической инфраструктуры на состояние экономики: региональный аспект / Д. И. Кокурин, К. Н. Назин // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2011. – № 4 (45). – С. 57–97.
12. Pinar, Hayaloglu. The Impact of Developments in the Logistics Sector on Economic Growth: The Case of OECD Countries / Pinar Hayaloglu // *International Journal of Economics and Financial Issues*. – 2015. – № 5 (2). – P. 523–530.
13. Megiddo, N. On the complexity of some common geometric location problems / N. Megiddo, K. J. Supowit // *Siam J. Comput.* – 1984. – Vol. 13, № 1. – Feb.
14. Raimbekov, Zh. Evaluating the impact of logistics infrastructure on the functioning and development of regional economy / Zh. Raimbekov, B. Syzdykbayeva, A. Baimbetova & Zh. Rakhmetulina // *Economic Annals-XXI*. – 2016. – № 160 (7–8). – P. 100–104
15. Логинова, Е. В. Развитие логистической инфраструктуры как фактор формирования инновационной модели экономики в условиях нестабильности / Е. В. Логинова, П. В. Попов, И. Ю. Мирецкий // *Новости науки и технологий*. – 2016. – № 3 (38). – С. 16–23.
16. Попов, П. В. Методология построения логистической инфраструктуры на территории региона / П. В. Попов, И. Ю. Мирецкий // *Экономика региона*. – 2019. – Т. 15, вып. 2. – С. 483–492. – DOI: 10.17059/2019-2-13.
17. Попов, П. В. Эффективное размещение распределительно-подсортировочных складов на территории региона / П. В. Попов, И. Ю. Мирецкий, Е. В. Логинова // *Экономика региона*. – 2017. – Т. 13, вып. 3. – С. 871–882. – DOI: 10.17059/2017-3-19.
18. Song, L. Port infrastructure and regional economic growth in China: A granger causality analysis / L. Song, J. Mi // *Marit. Policy Manag.* – 2016. – № 43. – P. 456–468.
19. Song, L. Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces / L. Song, M. Van Geenhuizen // *Transp. Policy*. – 2014. – № 36. – P. 173–183.
20. Fageda, X. Do all transport modes impact on industrial employment? Empirical evidence from the Spanish regions / X. Fageda, M. Gonzalez-Aregall // *Transp. Policy*. – 2017. – № 55. – P. 70–78.
21. Гольская, Ю. Н. Оценка влияния транспорта на социально-экономическое развитие регионов / Ю. Н. Гольская, И. А. Кузнецова // *Известия ИГЭА*. – 2010. – № 5. – С. 61–64.
22. Popova, Olga. Algorithms of data clustering in assessing the transport infrastructure of the region / Olga Popova, Elena Kuznetsova, Tatiana Sazonova // *Business Technologies for Sustainable Urban Development : International Science Conference SPbWOSCE-2017*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817005006>.

## References

1. Sergeev, V. I., Sergeev, I. V. Prozhrachnost tsepi postavok: terminologicheskie aspekty i tsennost dlya kontragentov tsepi [Transparency of the supply chain: terminological aspects and value for counterparties in the chain]. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], 2020, no. 4, pp. 3–13.
2. Sverchkov, P. A. Analiz primenimosti sushchestvuyushchikh podkhodov k proektirovaniyu seti raspredeleniya dlya kompanii setevoy roznichnoy trgovli [Analysis of an Applicability of Existing Approaches to the Distribution Network Design for Retail]. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], 2017, no. 1 (78), pp. 98–106.

3. Popov, P. V. Otsenka vzaimosvyazi pokazately transportno-logisticheskoy infrastruktury i sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona [Assessment of the relationship between indicators of transport and logistics infrastructure and socio-economic development of the region]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie : nauchnyy informatsionnyy sbornik* [Transport: science, technology, management : scientific information collection], 2018, no. 8, pp. 3–6.
4. Manunin, A. Logisticheskyy podkhod k infrastrukture kak faktor ekonomicheskogo razvitiya regiona [Logistic approach to infrastructure as a factor in the economic development of the region]. *Logistika* [Logistics], 2012, no. 11, pp. 22–24.
5. Popov, P. Otsenka vliyaniya logisticheskoy infrastruktury na sotsialno-ekonomicheskie pokazateli Astrahanskoy oblasti [Assessment of the impact of the logistics infrastructure on the socio-economic indicators of the Astrakhan region]. *Logistika* [Logistics], 2019, no. 1 (146), pp. 46–50.
6. Ob utverzhdenii Metodiki rasshchyota pokazately (indikatorov) gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Razvitie transportnoy sistemy», transportnoy chasti kompleksnogo plana modernizatsii i rasshireniya magistralnoy infrastruktury na period do 2024 goda i federalnykh proektov, vkhodyashchikh v ego sostav, red. ot 30.04.2019 [On the approval of the Methodology for calculating indicators (indicators) of the state program of the Russian Federation "Development of the transport system", the transport part of the comprehensive plan for the modernization and expansion of the main infrastructure for the period until 2024 and federal projects that are part of it, as revised on April 30, 2019. Available at: <http://www.gks.ru/metod/naz-proekt/MET130000.pdf> (accessed 14.05.2021).
7. Rahmangulov, A. N., Kopylova, O. A. Otsenka socialno-ekonomicheskogo potentsiala regiona dlya razmeshcheniya obektov logisticheskoy infrastruktury [Assessment of the socio-economic potential of the region for the placement of logistics infrastructure facilities]. *Ekonomika regiona* [Economy of the Region], 2014, no. 2, pp. 254–263.
8. F. Carlucci et al. Infrastructure and logistics divide: regional comparisons between North Eastern & Southern Italy. *Technological and Economic Development of Economy*, 2017, no. 23 (2), pp. 243–269.
9. Alireza, Ardalan. An Efficient Heuristic for Service Facility Location. *Proceedings, Northeast Decision Sciences Institute Conference*, 1984, pp. 181–182.
10. Rutten, W. G. M. M., Van Laarhoven, P. J. M., Vos, B. The extension of GOMA model for determining the optimal number of depots. *IIE Transactions*, 2003, no. 33, pp. 1031–1036.
11. Kokurin, D. I., Nazin, K. N. Vliyanie logisticheskoy infrastruktury na sostoyanie ekonomiki: regionalnyy aspekt [Influence of logistics infrastructure on the state of the economy: regional aspect]. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], 2011, no. 4 (45), pp. 57–97.
12. Pinar, Hayaloglu. The Impact of Developments in the Logistics Sector on Economic Growth: The Case of OECD Countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2015, no. 5 (2), pp. 523–530.
13. Megiddo, N., Supowit, K. J. On the complexity of some common geometric location problems. *Siam J. Comput.*, 1984, vol. 13, no. 1, Feb.
14. Raimbekov, Zh., Syzdykbayeva, B., Baimbetova, A., & Rakhmetulina, Zh. Evaluating the impact of logistics infrastructure on the functioning and development of regional economy. *Economic Annals-XXI*, 2016, no. 160 (7–8), pp. 100–104.
15. Loginova, E. V., Popov, P. V., Miretskiy, I. Yu. Razvitie logisticheskoy infrastruktury kak faktor formirovaniya innovatsionnoy modeli ekonomiki v usloviyakh nestabilnosti [Development of logistics infrastructure as a factor in the formation of an innovative model of the economy in the context of instability]. *Novosti nauki i tekhnologii* [Science and Technology News], 2016, no. 3 (38), pp. 16–23.
16. Popov, P. V., Miretskiy, I. Yu. Methodology for Constructing the Region's Logistics Infrastructure [Methodology for building a logistics infrastructure in the region]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2019, no. 15 (2), pp. 483–492.
17. Popov, P. V., Miretskiy, I. Yu., Loginova, E. V. Effektivnoe razmeshchenie raspredelitelno-podsortirovochnykh skladov na territorii regiona [Efficient Location of Distribution Centres and Warehouses in the Territory of a Region]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 2017, no. 13 (3), pp. 871–882.
18. Song, L., Mi, J. Port infrastructure and regional economic growth in China: A granger causality analysis. *Marit. Policy Manag.*, 2016, no. 43, pp. 456–468.
19. Song, L., Van Geenhuizen, M. Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. *Transp. Policy*, 2014, no. 36, pp. 173–183.
20. Fageda, X., Gonzalez-Aregall, M. Do all transport modes impact on industrial employment? Empirical evidence from the Spanish regions. *Transp. Policy*, 2017, no. 55, pp. 70–78.
21. Golskaya, Yu. N., Kuznetsova I. A. Otsenka vliyaniya transporta na socialno-ekonomicheskoe razvitie regionov [Assessment of the impact of transport on the socio-economic development of regions]. *Izvestiya IGEA* [Izvestiya IGEA], 2010, no. 5, pp. 61–64.
22. Popova, Olga, Kuznetsova, Elena, Sazonova, Tatiana. Algorithms of data clustering in assessing the transport infrastructure of the region. *Business Technologies for Sustainable Urban Development : International Science Conference SPbWOSCE-2017*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817005006>.