

## ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕМПА ЖИЗНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОМЕРНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*д-р экон. наук, проф. Е.М. КАРПЕНКО, Ю.Ю. РАССЕКО  
(Белорусский государственный университет, Минск)*

*Региональный темп жизни – многопараметрический социально-экономический индикатор, поэтому обоснование его значимости и его свойств, а также получение количественных значений оцененных параметров требует использования комплексной многокритериальной оценки. Наилучшим вариантом решения данной задачи является разработка агрегированного показателя, который объединит информацию всех рассматриваемых переменных. С этой целью авторами рассмотрены базовые методы унификации данных и методы их агрегирования в интегральный показатель. Разработана модель обоснования частных критериев и весовых коэффициентов в интегральном показателе на основе многомерных статистических методов.*

*В представленном исследовании авторами с помощью факторного анализа (метод главных компонент) выделено два фактора: «интенсивность информационного потока» и «интенсивность физического потока». Первый (генеральный) фактор, с весом 32,89%, включает в себя шесть переменных, описывающих информационную составляющую региона. Второй фактор весом 29,13%, включает в себя шесть переменных, описывающих физическую составляющую региона, в которых отражены преимущественно перемещения населения регионов.*

*Таким образом, с помощью многомерных статистических методов, в частности факторного анализа, авторами решена проблема общности и статистически обоснована структура переменных в составе интегрального показателя.*

***Ключевые слова:** региональный темп жизни, интегральный показатель, статистические методы, факторный анализ, метод главных компонент.*

**Введение.** Поиск модели развития региональной экономики, позволяющей максимально использовать имеющийся потенциал, – новая задача для территорий в стремлении к повышению эффективности региональных экономических систем. Моделирование региональной экономики направлено на определение ключевых количественных показателей элементов экономики регионов с выявлением факторов, которые определяют её дальнейшее развитие. В свою очередь современные тенденции формируются с учетом возможностей создания специализированных сельскохозяйственных зон, доли экономически активного населения региона, уровня промышленного потенциала, наличия сети транспортных магистралей, использования систем информационного обеспечения и других факторов [1]. Востребованность комплексной оценки перечисленных элементов и факторов приводит к характерному для исследователей региональной экономики оперированию новыми терминами и категориями, часто заимствованными из понятийного аппарата смежных отраслей научного знания.

Авторы при решении выделенных задач вводят в экономический оборот понятие «региональный темп жизни». Региональный темп жизни – относительно новая социально-экономическая категория, которая, по мнению авторов, может использоваться в качестве инструмента управления социально-экономическими процессами территорий. Сущность регионального темпа жизни сводится к интенсивности процессов жизнедеятельности на территории региона. Темп жизни отдельного человека представляет собой частоту или скорость смены событий в его жизни, в свою очередь, средний темп жизни жителей территории определяет темп жизни региона в целом.

Если все события, в данном случае, рассматривать синонимично понятию «действия (движения, перемещения, обработка, трансформация)», то их совокупность формирует потоки. В зависимости от объекта в жизни человека можно выделить три потока: физический, информационный и финансовый. Физический поток, объектом которого выступает сам человек, представляет собой перемещения человека. Передвижения могут быть пешими и транспортными (личный или общественный транспорт). Информационный поток, объектом которого является информация, представляет собой сведения, которые человек способен воспринимать самостоятельно или с помощью специальных устройств, как факты, вне зависимости от их формы. Финансовый поток, объектом которого выступают денежные средства, является экономическим результатом темпа жизни человека.

Отслеживание начала и конца действия, т.е. выделение события, в рамках потока проблематично, что приводит к необходимости оценивать темп жизни посредством учета затрачиваемых физических, умственных и психоэмоциональных сил. В этом случае скорость смены событий напрямую зависит от объема сил, затрачиваемых на конкретное событие (чем выше нагрузка, тем меньше скорость), а однотипность событий в жизни людей позволяет перейти к понятию интенсивность потоков (количество перемещений в единицу времени, объем информации в единицу времени). Таким образом, интенсивность физического и информационного потока определяют темп жизни человека.

Эффективность использования категории «региональный темп жизни» как показателя региональной экономики напрямую зависит от возможности достоверной и комплексной его оценки и требует соответствующей детальной разработки методического обеспечения.

**Теоретическая база исследования.** Региональный темп жизни – многопараметрический социально-экономический индикатор, поэтому обоснование его значимости и свойств, а также получение количественных значений оцененных параметров требует использования комплексной многокритериальной оценки. Решение этой задачи дает показатель, способный объединить информацию, содержащуюся во всех рассматриваемых исходных переменных, т.е. агрегированный показатель. Агрегированный показатель регионального темпа жизни позволит оптимизировать процесс принятия управленческих решений, а также упростит межрегиональные сопоставления.

В рамках разработки методики оценки регионального темпа жизни, были выделены следующие задачи:

- сформировать показатели, отражающие интенсивность движения (перемещения, трансформации) объектов информационного и физического потоков;
- выбрать единый принцип унификации показателей и единый способ их агрегации в пределах потока;
- отразить функциональную зависимость интегрального показателя регионального темпа жизни от частных характеристик.

При решении первой задачи особое внимание следует уделить точности и объективности выбора исходных частных показателей. При этом количество и набор переменных зависит от целей расчета интегрального показателя, при учете доступности и достоверности данных, их соизмеримости. Отбору показателей для оценки регионального темпа жизни, удовлетворяющих всем требованиям к ним, посвящены предыдущие работы авторов, что позволяет не останавливаться на этом подробно в рамках данного исследования [5].

Для решения двух оставшихся задач проведен обзор базовых методических подходов в области унификации данных и построения интегральных показателей.

В интегральных показателях часто объединены показатели, измеряемые в разных единицах. С целью обеспечения математических действий над ними, а также возможности их сравнения проводят унификацию данных. При обзоре базовых методов унификации показателей (рейтинговый метод, стандартизация и нормирование показателей, метод «максимум-минимум» и др.) авторы склоняются к методу стандартизации, который позволяет объективно учесть различия по разбросу минимальных и максимальных значений между показателями.

Следующий этап предусматривает агрегацию показателей, т.е. объединение их в группы по определенным признакам. Для агрегирования используются метод сумм, сумма средневзвешенных арифметических показателей, метод расстояний и др. Обзор преимуществ и недостатков методов [2] позволил авторам определить наиболее подходящие, с учетом целей результирующего интегрального показателя и нивелировать их недостатки путем использования статистических методов [3].

**Методология построения интегрального показателя.** Разработанный показатель регионального темпа жизни представляет собой интеграцию шестнадцати частных критериев, выделенных из исходного множества показателей интенсивности физического и информационного потоков. Для определения частных критериев и соответствующих весовых коэффициентов в агрегированном показателе используется факторный анализ. Его целью является решение следующих задач:

- определение неявных закономерностей исследуемых переменных, которые возникают под воздействием некоторых факторов;
- анализ корреляции между выделенными факторами и признаками;
- характеристика объекта посредством факторов, количество которых намного меньше числа исходных переменных [4].

В основе анализа лежит предположение, что исследуемый объект, определяемый некоторыми признаками, может описываться меньшим числом других латентных переменных, называемых факторами (компонентами). Методически он включает следующие шаги<sup>1</sup>.

Первый шаг реализует переход от исходной матрицы данных  $X = (x_{ij})(i = 1, \dots, n, j = 1 \dots N)$  объема  $n$  к матрице  $Z = (z_{ij})(i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, N)$  стандартизованных значений признаков по формуле

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} (i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, N), \quad (1)$$

где  $\bar{x}_j = \sum_{i=1}^n x_{ij}, s_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$ .

Второй шаг состоит в вычислении матрицы парных корреляций для компонент вектора признаков

$$R = \frac{1}{n} Z'Z = (\rho_{ij}) (i, j = 1, \dots, N).$$

<sup>1</sup>URL: <http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/51216>.



социальных сетей ( $x_{19}$ ); доля физических лиц, пользующихся интернетом ( $x_{16}$ ); количество абонентов фиксированного широкополосного доступа к интернету в расчете на душу населения ( $x_{14}$ ).

На третьем этапе формируется база данных (рисунок 1). Следуя разработанному плану исследования, определен объем выборочной совокупности, отобраны панельные данные представленные группой малых европейских стран с открытой экономикой [6; 7] за период 1998 – 2019 гг.

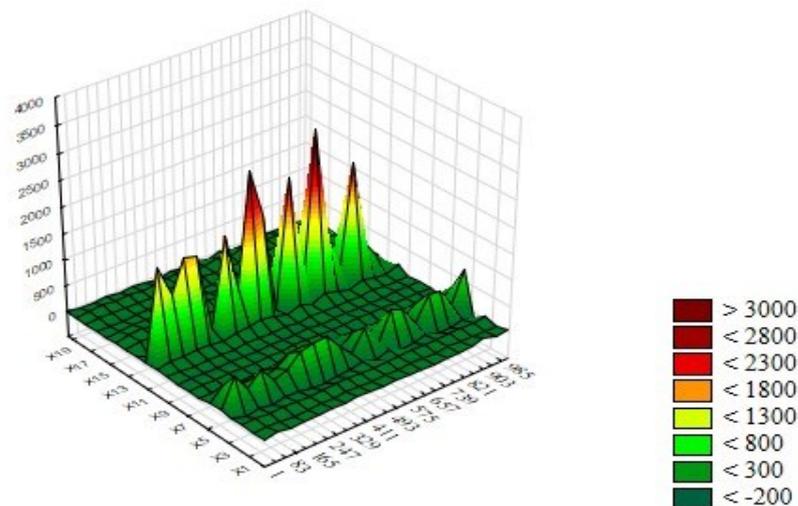
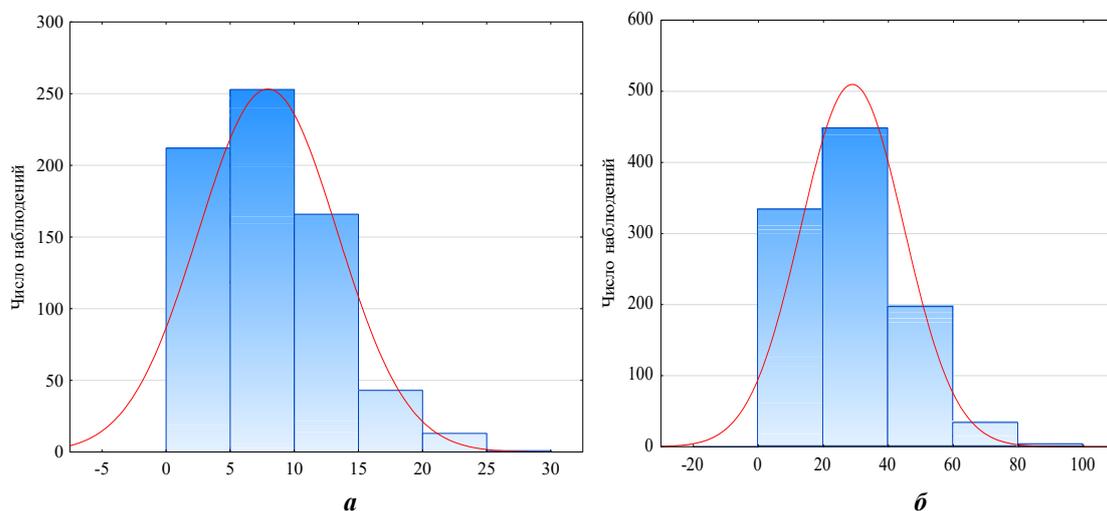


Рисунок 1. – 3D-диаграмма исходных данных<sup>2</sup>

На следующих этапах применялась автоматизированная обработка собранных данных.

Четвертый этап определяет скорректированную выборку пригодную для исследования выбранными инструментами. Предварительный статистический анализ данных, заключающийся в исследовании описательных статистик и построении гистограмм, позволяет сделать заключение о возможности и целесообразности применения в дальнейшем к рассматриваемым данным различных статистических методов и алгоритмов анализа.

На рисунке 2 отражен графический анализ переменных трафик дорожного движения ( $x_3$ ) и доля лиц, использующих интернет для социальных сетей ( $x_{19}$ ). Визуализация воспроизводилась для каждой переменной с целью анализа их распределения.



$a$  –трафик дорожного движения ( $x_3$ );  $b$  – доля лиц, использующих интернет для социальных сетей ( $x_{19}$ )

Рисунок 2. – Гистограммы распределения для переменных

<sup>2</sup> Национальный статистический комитет Республики Беларусь, URL: <https://www.belstat.gov.by>; мировые статистические данные по демографии, URL: <https://knoema.com/atlas/topics/Demographics>; статистические данные Всемирной организации здравоохранения, URL: <https://www.who.int/ru>; статистические ресурсы ОЭСР, URL: <https://data.oecd.org>; статистика ООН, URL: <http://data.un.org>; данные статистического управления Европейского Союза, URL: <https://ec.europa.eu/eurostat>; экономическая статистика, URL: <https://knoema.com/atlas/topics/Economy>.

С целью выявления аномальных наблюдений проводился визуальный анализ данных (ящичные диаграммы). Обработка аномальных наблюдений заключалась в цензурировании выборки.

Проведенный на данном этапе предварительный статистический анализ данных позволил выявить искаженное отражение данных по переменным «трафик телефонных разговоров в расчете на душу населения» ( $x_{20}$ ) и «количество аэропортов в расчете на душу населения» ( $x_7$ ), что стало основанием исключения их из выборки. Переменные «конечное потребление электроэнергии транспортным сектором в расчете на душу населения» ( $x_9$ ) и «количество телефонных линий в расчете на душу населения» ( $x_{13}$ ) по результатам анализа и с учетом логической интерпретации их влияния тоже были исключены.

На пятом этапе реализуется применение факторного анализа (метод главных компонент) к сформированной выборке данных, который позволит решить проблему общности переменных, выделить наиболее значимые из них, содержащие наибольший процент дисперсии исходных переменных. Степень целесообразности и возможности применения данного метода для сформированной выборки оценивалась критерием сферичности Бартлетта и статистикой Кайзера – Мейера – Олкина. По результатам проведенных расчетов значение статистики равно 11699,692, она является значимой на уровне 0,05. Расчетное значение статистики Кайзера – Мейера – Олкина составляет 0,788, пороговое значение 0,6, что свидетельствует о приемлемом качестве выборки. Следовательно, использование метода главных компонент применительно к данной выборке является целесообразным.

При решении вопроса об оптимальном количестве факторов использовался критерий Кайзера, график каменистой осыпи и смысловая интерпретация. В итоге выделено два фактора, оказывающие влияние на результирующий показатель (таблица 1). Выделенные факторы объясняют в совокупности 62,014% дисперсии исходных переменных. При этом первый фактор до вращения объясняет 44,28% дисперсии, второй – 17,73%.

Таблица 1. – Собственные значения главных компонент

Значения (Факторы?)	Собственные значения			
	Выделение: Главные компоненты			
	Собств. значения	% общей дисперсии	Кумулятивные собств. значения	Кумулятивный, %
1	7,085064	44,28165	7,085064	44,28165
2	2,837110	17,73194	9,922175	62,01359

Вращение факторов (варимакс) приводит к более равномерному распределению объясненной дисперсии между факторами и увеличению удельного веса каждого из них. По результатам вращения доля первого фактора охватывает 32,89% объясненной дисперсии, второго – 29,13%.

В таблице 2 продемонстрированы факторные нагрузки после вращения. Корреляция между переменной и фактором признается сильной, если модуль факторной нагрузки имеет значение больше 0,70.

Таблица 2. – Факторные нагрузки главных компонент после вращения

Переменные	Факторные нагрузки (варимакс)	
	Выделение: Главные компоненты (отмечены нагрузки >,700000)	
	Фактор 1	Фактор 2
$x_1$	-0,125832	0,430380
$x_2$	0,268792	0,805619
$x_3$	-0,126399	0,320646
$x_4$	0,234744	0,852468
$x_5$	0,425513	0,738977
$x_6$	0,291903	0,713088
$x_8$	0,133573	0,596721
$x_{10}$	0,061045	0,516109
$x_{11}$	0,931875	0,118686
$x_{12}$	0,708439	0,304472
$x_{14}$	0,896735	0,172193
$x_{15}$	0,911556	0,041705
$x_{16}$	0,962726	0,173930
$x_{17}$	0,235581	0,706995
$x_{18}$	0,280947	0,803136
$x_{19}$	0,864989	0,079111
Общ. дис.	5,261823	4,660351
Доля общ	0,328864	0,291272

Данные таблицы 2 свидетельствуют о включении в первый (генеральный) фактор шести переменных с положительными значениями коэффициента корреляции: доля населения с ежедневным выходом в интернет ( $x_{11}$ ); количество интернет-пользователей в расчете на душу населения ( $x_{12}$ ); количество абонентов фиксированного широкополосного доступа к интернету в расчете на душу населения ( $x_{14}$ ); количество мобильных абонентов

в расчете на душу населения ( $x_{15}$ ); доля физических лиц, пользующихся интернетом ( $x_{16}$ ); доля лиц, использующих интернет для социальных сетей ( $x_{19}$ ). Переменные, входящие в состав фактора, описывают информационную составляющую региона, что позволяет обозначить его как «интенсивность информационного потока». Факторный вес нового показателя составил 32,89%. Второй сформированный фактор связан с переменными поставки моторного топлива в расчете на душу населения ( $x_2$ ); пассажирооборот внутреннего транспорта в расчете на душу населения ( $x_4$ ); количество автотранспорта в расчете на душу населения ( $x_5$ ); плотность дорог на км<sup>2</sup> ( $x_6$ ); конечное потребление электроэнергии в жилых домах в расчете на душу населения ( $x_{17}$ ); конечное потребление электроэнергии в расчете на душу населения ( $x_{18}$ ), в которых отражены преимущественно перемещения населения регионов. Условно фактор можно обозначить как «интенсивность физического потока». Его факторный вес составил 29,13%.

*Заключительный этап приводит к формированию результирующего показателя «региональный темп жизни», который* рассчитывается как взвешенная сумма полученных главных компонент. В качестве весов использовались соответствующие величины процентов объясненной дисперсии.

Таким образом, построенная модель является вполне интерпретируемой. Выделенные факторы устойчивы, что подтверждается допустимой вариацией процента объясненной дисперсии – от 62,7 до 62,1.

**Заключение.** Поиск эффективных инструментов регионального развития наталкивает на исследование новых аспектов жизни регионов, которые не всегда возможно описать сформированной системой экономических показателей. Предлагаемые в связи с этим методы, преимущественно, комплексные интегральные показатели требуют детальной проработки методики их расчета, так как точность оценки влияет на формирование достоверной системы связей с устоявшимися региональными показателями, позволяет определить его место в этой системе. Именно таким показателем является региональный темп жизни, что обусловило особое внимание авторов к разработке его методического обеспечения.

Инструментарий исследования разработан согласно следующим методическим принципам:

- сформировать целесообразную выборку статистических показателей, которые описывают ключевые аспекты регионального темпа жизни;
- унифицировать показатели, отличающиеся единицами измерения, что позволит их агрегировать;
- интегрировать унифицированные показатели в единый свод [8].

Проведенный обзор базовых методических подходов в области унификации данных и построения интегральных показателей позволил выделить статистические методы, наиболее удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к результирующему показателю. По мнению авторов, решению задач оценки регионального темпа жизни способствует факторный анализ (метод главных компонент). Использование выбранного метода построения интегрального показателя позволило сократить состав выборки переменных без потери информативности; сформулировать новые показатели (главные компоненты) и рассчитать их значения, которые будут использованы в дальнейших исследованиях, посвященных управлению региональным темпом жизни; вывести устойчивую формулу регионального темпа жизни с числовой оценкой вклада каждой компоненты. Кроме того, формирование интегрального показателя регионального темпа жизни позволяет проводить межрегиональные сравнения по темпу жизни населения региона, определять рейтинговые места регионов в оценке по темпу жизни населения, уровень дифференциации регионов по этому показателю, исследовать тенденции в изменении темпа жизни населения, сравнивать регионы по направленности этих процессов.

Предложенное авторами в рамках исследования методическое обеспечение интегрального показателя регионального темпа жизни с использованием метода главных компонент позволяет решить несколько аналитических задач: определить значения весовых коэффициентов частных критериев в свертке, не используя субъективные оценки; подтвердить математически логическое разделение интенсивности жизнедеятельности на два потока, путем выделения рекомендуемыми критериями двух главных компонент; определить коэффициенты вхождения главных компонент в результирующий показатель. Расчет интегрального показателя с использованием многомерных статистических методов, в частности, факторного анализа (метод главных компонент) позволяет наиболее точно оценить региональный темп жизни, что является залогом достоверности дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусарова, О.М. Моделирование и анализ тенденций развития региональной экономики / О.М. Гусарова, В.Д. Кузьменкова // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 3-2. – С. 354–359.
2. Васильева, Л.В. Анализ методических подходов к построению интегральных экономических показателей / Л.В. Васильева // *Экономические исследования и разработки*. – 2017. – № 12. – С. 8–18.
3. Оценивание качества образования на основе применения статистических инструментов [Электронный ресурс] / Т.П. Можаява [и др.] // *Актуальные проблемы качества образования в высшей школе*. – 2019. – С. 125–129. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41347743>.
4. Фомина, Е.Е. Факторный анализ и категориальный метод главных компонент: сравнительный анализ и практическое применение для обработки результатов анкетирования [Электронный ресурс] / Е.Е. Фомина // *Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана*. – 2017. – № 10(60). DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2017-10-473>.
5. Карпенко, Е.М. Экономическая оценка темпа жизни населения / Е.М. Карпенко, Ю.Ю. Рассеко // *Труды БГТУ*. Сер. 5. – 2021. – № 1(244). – С. 48–54. DOI: <https://doi.org/10.52065/2520-6877-2021-244-1-48-54>.

6. Давыденко, Е.Л. Европейские страны с малой экономикой. Особенности внешней торговли и инновационного развития / Е.Л. Давыденко, Е.С. Ботеновская. – Минск : БГУ, 2015. – 275 с.
7. Страны с малой экономикой в условиях интеллектуализации, дигитализации и экологизации / Е.Л. Давыденко [и др.] ; под ред. Е.Л. Давыденко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 346 с.
8. Лукоянова, С.А. Анализ методов оценки качества и уровня жизни населения муниципального образования / С.А. Лукоянова, Н.Г. Соколова // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2009. – № 1(15). – С. 158–162.

## REFERENCES

1. Gusarova, O.M. & Kuz'menkova, V.D. (2016). Modelirovanie i analiz tendencij razvitiya regional'noj ekonomiki. *Fundamental'nye issledovaniya*, (3-2), 354–359. (In Russ.).
2. Vasil'eva, L.V. (2017). Analiz metodicheskikh podhodov k postroeniyu in-tegral'nykh ekonomicheskikh pokazatelej. *Ekonomicheskie issledovaniya i razrabotki*, (12), 8–18. (In Russ.).
3. Mozhaeva, T.P., Simkin, A.Z., Proskurin, A.S. (2019). Ocenivanie ka-chestva obrazovaniya na osnove primeneniya statisticheskikh instrumentov. *Aktual'nye problemy kachestva obrazovaniya v vysshej shkole*, 125–129. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41347743>. (In Russ.).
4. Fomina, E.E. (2017). Faktornyj analiz i kategorial'nyj metod glavnykh komponent: sravnitel'nyj analiz i prakticheskoe primenenie dlya obrabotki rezul'tatov anketirovaniya. *Gumanitarnyj vestnik MGTU im. N.E. Baumana*, 10(60). DOI: <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2017-10-473>. (In Russ.).
5. Karpenko, E.M. & Rasseko, Yu.Yu. (2021). Ekonomicheskaya ocenka tempa zhizni naseleniya. *Trudy BGTU. Ser. 5*, 244(1), 48–54. DOI: <https://doi.org/10.52065/2520-6877-2021-244-1-48-54>. (In Russ.).
6. Davydenko, E.L. i Botenovskaya E.S. (2015). *Evropejskie strany s maloj ekonomikoj. Osobennosti vneshnej torgovli i innovacionnogo razvitiya*. Minsk: BGU. (In Russ.).
7. Davydenko, E.L., Botenovskaya, E.S., Matyushevskij, Ya.V., Rudenkov, V.M., Zhukovskaya, O.Yu., Stolyarova, E.V. (2019). *Strany s maloj ekonomikoj v usloviyah intellektualizacii, digitalizacii i ekologizacii*. Minsk: IVC Minfina. (In Russ.).
8. Lukoyanova, S.A. & Sokolova, N.G. (2009). Analiz metodov ocenki kachestva i urovnya zhizni naseleniya municipal'nogo obrazovaniya. *Social'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*, 1(15), 158–162. (In Russ.).

Поступила 25.02.2022

## FORMATION OF AN INTEGRAL INDICATOR FOR ASSESSING THE REGIONAL PACE OF LIFE USING MULTIDIMENSIONAL STATISTICAL METHODS

*E. KARPENKO, Yu. RASSEKO*

*The regional pace of life is dedicated as a multiparametric socio-economic indicator. For obtaining its quantitative estimation a complex multi-criteria assessment is required and is to be presented as aggregated indicator that combines all the initial components of it. The basic methods of data unification and methods of their aggregation into an integral indicator have been considered. A model of substantiation of particular criteria and weighting coefficients in an integral indicator based on multidimensional statistical methods has been developed. In the presented study, the authors identified two main factors of evaluation pace of life based on factor analysis (the method of principal components): "the intensity of the information flow" and "the intensity of the physical flow". The first (general) factor "the intensity of the information flow" with a weight of 32.89%, includes six variables describing the information component of the region. The second factor "the intensity of the physical flow" with a weight of 29.13%, includes six variables describing the physical component of the region, which mainly reflect the movement of the population of the regions. Therefore, through the application of multidimensional statistical methods, in particular factor analysis, the authors solved the problem of generalization and statistically justified the structure of variables in the integral indicator.*

**Keywords:** regional life rate, integral indicator, statistical methods, factor analysis, principal component method.