

## Управление качеством жизни населения Китая на основе метода DEA-SBM и индекса Мальмквиста-Люенбергера

**В. М. Карпенко,  
Пан Цзыхань**

*Белорусский государственный университет,  
Республика Беларусь*

**Аннотация.** По мере перехода экономики Китая к этапу высококачественного развития повышение эффективности управления качеством жизни населения становится ключевым условием улучшения благосостояния и обеспечения устойчивого развития. Однако в условиях ресурсно-экологических ограничений вопрос о том, как научно оценивать и оптимизировать эффективность управления, по-прежнему остается практической проблемой. Большинство существующих исследований игнорируют влияние нежелательных выбросов на качество жизни и недостаточно глубоко анализируют причины изменений эффективности, что приводит к недостаточной адресности политических рекомендаций. Целью данной статьи является обоснование выбора инструментов управления качеством жизни в регионах Китая с помощью метода DEA-SBM и индекса Мальмквиста-Люенбергера. В связи с этим в статье используются модель SBM с учетом нежелательных выбросов и индекс Мальмквиста-Люенбергера для оценки эффективности управления качеством жизни населения в 31 провинции Китая за 2015–2023 гг. Результаты показывают, что совокупный уровень эффективности управления качеством жизни населения является относительно низким. Анализ по модели SBM свидетельствует, что основные «узкие места» обусловлены технической эффективностью на уровне управленческих практик и внедрения (использования) технологий, тогда как эффективность масштаба в целом близка к оптимальной. Анализ индекса Мальмквиста-Люенбергера показывает, что ключевой причиной снижения производительности является недостаточность технологического прогресса, а не деградация управленческой эффективности. Региональная неоднородность выражена существенно: Северо-Восток характеризуется технологически обусловленным ростом, Восток демонстрирует убывающую предельную отдачу при высоких ресурсных затратах, а на Западе более отчетливо проявляются технологические «узкие места». Исходя из этого, предлагается сместить фокус оптимизации управленческих инструментов с «наращивания ресурсных затрат» на «повышение эффективности конверсии (трансформации) ресурсов». Посредством декомпозиции эффективности и межрегионального сопоставления статья предоставляет эмпирические основания для дифференцированного проектирования политики, тем самым содействуя оптимизации распределения ресурсов и инновациям управленческих инструментов.

**Ключевые слова:** качество жизни населения; SBM; индекс Мальмквиста-Люенбергера; технологический прогресс; оптимизация управленческих инструментов.

**Информация о статье:** поступила 4 марта 2026 года.

## Quality of life management in China based on the DEA-SBM method and the Malmquist-Luenberger index

**Valeri M. Karpenka,  
Pan Zihan**

*Belarusian State University,  
Republic of Belarus*

**Abstract.** As the Chinese economy transitions to the stage of high-quality development, improving the efficiency of managing the quality of life of the population is becoming a key condition for improving well-being and ensuring sustainable development. However, in the context of resource and environmental constraints, the question of how to scientifically evaluate and optimize management effectiveness remains a practical problem. Most existing studies ignore the impact of unwanted releases on quality of life and do not analyze the causes of changes in effectiveness in sufficient depth, which leads to insufficient targeting of policy recommendations. The purpose of this article is to justify the selection of quality of life management tools in the regions of China using the DEA-SBM method and the Malmquist-Luenberger index. In this

regard, the article uses the SBM model, taking into account unwanted releases, and the Malmquist–Luenberger index to assess the effectiveness of quality of life management in 31 provinces of China in 2015–2023. The results show that the overall level of effectiveness of quality-of-life management is relatively low. An analysis using the SBM model shows that the main “bottlenecks” are caused by technical efficiency at the level of management practices and the introduction (use) of technologies, while the efficiency of scale as a whole is close to optimal. The analysis of the Malmquist–Luenberger index shows that the key reason for the decline in productivity is the lack of technological progress, rather than the degradation of managerial efficiency. Regional heterogeneity is expressed significantly: the Northeast is characterized by technologically driven growth, the East demonstrates decreasing marginal returns at high resource costs, and technological “bottlenecks” are more pronounced in the West. Based on this, it is proposed to shift the focus of optimizing management tools from “increasing resource costs” to “improving the efficiency of conversion (transformation) of resources.” Through efficiency decomposition and inter-regional comparison, the article provides empirical grounds for differentiated policy design, thereby contributing to the optimization of resource allocation and innovation of management tools.

**Keywords:** quality of life of the population; SBM; Malmquist–Luenberger index; technological progress; optimization of management tools.

**Article info:** received March 4, 2026.

### Введение

На фоне того, что высококачественное развитие и общее благосостояние становятся основной целью управления, ориентированная исключительно на экономический рост оценка результативности уже не в состоянии всесторонне отразить реальное улучшение качества жизни населения. Хотя существующие исследования добились прогресса в построении индикаторов и измерении субъективного благополучия, сохраняются недостатки: процесс предоставления общественных услуг с множественными входами и выходами лишён эффективности как аналитической перспективы, что ведёт к игнорированию избыточности в распределении ресурсов и структурных узких мест; «нежелательные выпуски» часто обрабатываются имплицитно, вследствие чего управленческая результативность систематически завышается; отсутствуют динамические инструменты, способные во временном измерении отслеживать «перемещение фронта» и «эффект догоняния», что затрудняет предоставление чётких рычагов для непрерывного улучшения. В этой связи настоящая статья использует нерадиальную, неориентированную и способную к явной обработке нежелательных выпусков модель DEA-SBM для поперечной оценки эффективности.

Обзор предыдущих исследований. Zhaoding использовал модель DEA-SBM для анализа влияния формального и неформального экологического регулирования на энергоэффективность строительной отрасли [Zhiding & Xiaoyu, 2023]; Zhaoyang предложил новую трёхэтап-

ную модель виртуальной границы SBM-DEA для оценки устойчивой эффективности строительной отрасли [Zhao, Hong & Xiaoshan, 2022]; WeiWei на основе метода анализа оболочки данных (DEA) и внутренних механизмов производства и поставок электроэнергии построил систему индикаторов оценки экологической эффективности электроэнергетической отрасли, и применил двухэтапную модель сетевой релаксационной меры (NSBM), учитывающую нежелательные выпуски, для расчёта экологической эффективности электроэнергетической отрасли Китая [Wei et al., 2021]; Huang Haifeng построил трёхэтапную модель SBM и с двойной перспективой управления и окружающей среды провёл оценку и анализ совокупной факторной энергоэффективности (TFEE) городов Китая [Haifeng & Tao, 2017]; Yang Xueying использовал эту модель для исследования эффективности управления отходами сноса зданий [Xueying & Shiping, 2025]; Liu Yinying с применением модели нежелательных выпусков провёл анализ пространственно-временной дифференциации эффективности зеленых технологических инноваций и факторов влияния [Liu et al., 2025].

Существующие исследования заложили прочную методологическую основу для применения модели SBM в оценке энергетической, экологической и экономической эффективности различных отраслей, и эта практика уже распространилась на строительную отрасль, электроэнергетические системы и даже городской уровень. Эти успешные примеры предоставляют прямое методологическое руководство для данного исследования. Применение подобных моделей к новой сфере

управления качеством жизни населения, которая также характеризуется множественными вложениями, множественными желаемыми выпусками и нежелательными выпусками, обладает внутренней обоснованностью и значительным потенциалом. Исходя именно из этой предпосылки, данное исследование путём введения индекса Мальмквиста-Люенбергердля динамического анализа, декомпозирует динамическую эволюцию в период 2015–2023 гг., комплексно выявляя относительный вклад «изменений эффективности управления (ЕС)» и «технологического прогресса (ТС)»; на этой основе осуществляется оптимизация инструментов управления.

### Методы исследования

Метод DEA-SBM. Data Envelopment Analysis (DEA) является много-входовым и много-выходовым методом, то есть системным подходом к оценке относительной эффективности между факторными входами и выходами (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978). Композитные индексы (например, расчёт качества жизни методом взвешенного среднего) требуют назначения весов вручную, что легко подвергается критике за субъективность. DEA посредством метода оптимальных весов автоматически подбирает для каждого региона наиболее благоприятные веса, максимизируя эффективность данного региона и тем самым обеспечивая объективность оценки. Традиционные применения DEA в основном сосредоточены на моделях CCR, BBC и др.; эти модели преимущественно исходят из желаемых выпусков и не учитывают проблему нежелательных выпусков. В современной оценке эффективности основные способы обработки нежелательных выпусков включают метод транспозиции «вход-выход» (Hailu & Veeman, 2001), метод преобразования атрибутов в положительные (Seiford & Zhu, 2002), метод функции направленного расстояния (Färe, Grosskopf & Pasurkajr, 2007) и др., однако эти подходы не решают проблему слеков по входам и выходам, вследствие чего результаты оценки нередко смещены. Предложенная Tone модель SBM (Slack-Based Measure), учитывающая нежелательные выпуски, напрямую вводит слековые переменные в целевую функцию. Под слеками в данном случае понимаются отклонения единицы принятия решений от эффективной границы, проявляющиеся в избытке входов, недостаточном объеме желательных выпусков или чрезмерном объеме нежелательных выпусков. Слековые переменные служат для количественного отражения этих отклонений и включают переменные по входам, желательным и нежелатель-

ным выпускам. Тем самым модель одновременно учитывает слеки по входам и выходам и позволяет оценивать эффективность при наличии нежелательных выпусков (Tone, 2001). Кроме того, она дает возможность количественно определить, какие входы подлежат сокращению, какие желательные выходы следует увеличить, а какие нежелательные выходы – уменьшить, по каждому конкретному показателю. В рамках SBM с учётом нежелательных выпусков эффективность оценивается при двух допущениях о масштабе: при **CRS** (фиксированная отдача от масштаба) получается совокупная техническая эффективность **TE**, при **VRS** (переменная отдача от масштаба) – чистая техническая эффективность **PTE**. Эти две величины удовлетворяют тождеству разложения  $TE_{CRS} = PTE_{VRS} \cdot SE$ , где **SE** – масштабная эффективность, характеризующая рациональность конфигурации масштаба. **PTE** отражает эффективность управления и использования технологий (насколько эффективна трансформация «вход–выход» при заданном масштабе), **SE** показывает, является ли масштаб завышенным или заниженным. Следовательно, недостаточность **TE** может быть далее атрибутирована «недостаточной управленческой эффективности (**PTE**)» или «недостаточной масштабной эффективности (**SE**)». Модель следующая:

$$\rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_g} \sum_{r=1}^{s_g} \frac{s_r^{g+}}{y_{r0}^g} + \frac{1}{q} \sum_{l=1}^q \frac{s_l^b}{b_{l0}}}$$

$$\begin{cases} X\lambda + s^- = x_0 \\ Y^g\lambda - s^{g+} = y_0^g \\ Y^b\lambda + s^{b-} = y_0^b \end{cases}$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^{g+} \geq 0, s^{b-} \geq 0$$

где  $\rho$  – показатель эффективности модели SBM. Диапазон обычно  $0 < \rho \leq 1$ ,  $\rho = 1$  – эффективность оптимальна;  $\rho < 1$  – имеются избыточности или недостаточности, требуется улучшение;  $n$  – число оцениваемых единиц;  $m$  – число показателей входов;  $s$  – число желаемых выпусков;  $q$  – число нежелательных выпусков;  $X$  – значения входов;  $Y$  – значения желаемых выпусков;  $b$  – значения нежелательных выпусков;  $\lambda$  – весовые коэффициенты;  $s^-$  – избыточность по входам;  $s^{g+}$  – недостаточность желаемых выпусков;  $s^{b-}$  – избыточность нежелательных выпусков.

Целевая функция  $\rho$  строго монотонно убывает по  $s^-$ ,  $s^g$ ,  $s^b$ , и  $0 < \rho \leq 1$ . Для конкретной оцениваемой единицы

производственная единица полностью эффективна тогда и только тогда, когда  $\rho = 1$ , если  $\rho < 1$ , это указывает на потери эффективности, которые можно сократить путем оптимизации объемов входов, желаемых и нежелательных выпусков (Deng Mengjie, Li Yihua, Wu Luqing, Huang Wenjing and Zeng Wuxue, 2024).

Модель индекса производительности Мальмквиста-Люенбергера. Применяется для измерения совокупной факторной производительности между двумя периодами. В настоящей работе, опираясь на определение индекса производительности Malmquist для двух смежных периодов, предложенное Färe (Färe, Grosskopf & Linderdgrén, 1992) и др., и учитывая концепцию направленной функции расстояния, предложенную Shephard (Shephard, 1970), вводится индекс совокупной факторной производительности с учетом нежелательных выпусков, то есть индекс производительности Мальмквиста-Люенбергера. При динамической оценке эффективности качества жизни населения разложение индекса **ML** позволяет выявить источники изменения производительности.

Индекс может быть разложен на две части: изменение эффективности (**EFFCH**) и технологическое изменение (**TECH**). **EFFCH** отражает эффект догоняния относительно текущего производственного фронта и степень улучшения на управленческом или институциональном уровне.

Когда **EFFCH** больше 1, это означает, что соответствующий регион демонстрирует более высокие результаты в распределении ресурсов, эффективности предоставления общественных услуг и способности реализации политики, постепенно приближаясь к оптимальному фронту эффективности; если **EFFCH** меньше 1, это указывает на определенный регресс эффективности или расточительное использование ресурсов.

**TECH** измеряет направление и величину перемещения производственного фронта между двумя периодами. Когда **TECH** больше 1, это означает внешнее смещение совокупного производственного фронта и то, что технологический прогресс способствовал повышению качества жизни населения, что может быть тесно связано с инновациями в медицинских технологиях, развитием информатизации образования, внедрением зеленой энергии и технологий экологического управления; если **TECH** меньше 1, это указывает на технологический регресс, сжатие совокупного фронта и

свидетельствует о том, что повышение качества жизни ограничено технологическими узкими местами.

В целом значение индекса **ML** больше 1 означает рост совокупной факторной производительности качества жизни населения в исследуемый период, который может быть обусловлен как улучшением управленческой эффективности, так и технологическим прогрессом. Напротив, когда индекс меньше 1, это свидетельствует о снижении производительности качества жизни населения, и необходимо искать пути улучшения как в управленческой оптимизации, так и в технологических инновациях.

Модель имеет следующий вид:

$$ML = \left[ \frac{\overline{D^t}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)}{D^t(x_t, y_t, b_t; g)} \cdot \frac{\overline{D^{t+1}}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)}{D^{t+1}(x_t, y_t, b_t; g)} \right]^{1/2}$$

$$EFFCH = \frac{\overline{D^{t+1}}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)}{\overline{D^t}(x_t, y_t, b_t; g)}$$

$$TECH = \left[ \frac{\overline{D^t}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)}{\overline{D^{t+1}}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)} \cdot \frac{\overline{D^t}(x_t, y_t, b_t; g)}{\overline{D^{t+1}}(x_t, y_t, b_t; g)} \right]^{1/2}$$

где **ML** – Malmquist-Luenberger индекс;

$\overline{D^t}(x_{t+1}, y_{t+1}, b_{t+1}; g)$  – направленная функция расстояния от периода  $t$  к периоду  $t+1$ ;

$g = (g^x, g^y, g^b)$  – вектор направления.

Модель SBM фокусируется на описании статической относительной эффективности, тогда как индекс ML измеряет динамику эффективности; тем самым оба подхода методологически взаимодополняют друг друга. С помощью модели SBM можно выявить структурные узкие места во взаимосвязи «вход-выход», тогда как индекс **ML** раскрывает тенденции эволюции эффективности и её движущие силы. Их сочетание позволяет всесторонне охватить проблемы эффективности качества жизни населения в поперечном (горизонтальном) и продольном (вертикальном) измерениях, предоставляя более адресные ориентиры для оптимизации управления (Zhao et al., 2016).

#### Отбор показателей и источники данных

Отбор показателей. С целью охарактеризовать механизм формирования качества жизни населения в измерениях «вход-выход-нежелательный выпуск» и обеспечить оценку эффективности SBM, в статье на провинциальном уровне (2015–2023 гг.) формируется следующая система показателей. С учётом непараметрического, нерадиального и неориентированного зада-

ния DEA все показатели приведены в расчёте «на душу населения/на единицу населения», чтобы обеспечить сопоставимость между различными годами (таблица 1).

По входным показателям: GDP на душу населения и расходы общего публичного бюджета на душу населения. GDP на душу населения отражает общую экономическую базу и ресурсную ёмкость региона и служит «фундаментом» для предоставления публичных услуг. Расходы общего публичного бюджета на душу населения отражают прямые государственные вложения в социальную сферу и публичные услуги и являются ключевым фискальным индикатором.

По желаемым выпускам: объём библиотечных фондов публичных библиотек в расчёте на единицу населения – доступность и потенциал культурных услуг; число коек в учреждениях здравоохранения на 1000 человек – ёмкость материальной базы медицины; число практикующих (ассистент-)врачей на 1000 человек (чел./1000 чел.) – уровень обеспеченности медицинскими кадрами; число студентов высших учебных заведений на 100 000 человек (чел./100 тыс.) – предложение высшего образования и накопление человеческого капитала; располагаемый доход на душу населения (юаней/чел.) – результирующий показатель благосостояния населения. Указанные желаемые выпуски охватывают четыре аспекта – культуру, здравоохранение, образование и доходы, – отражая совокупный результат «количества и качества» публичных услуг.

По нежелательному выпуску: коэффициент смертности постоянного населения (‰) – негативный результат, причём более высокие значения менее благоприятны. В качестве нежелательного выпуска в модели данный показатель при прочих равных должен быть по возможности снижен.

Источники данных. Векторные данные административных границ исследуемой территории получены из карты административного деления Атласа Китая масштаба 1:1 600 000; после сканирования они были векторизованы. Социально-экономические статистические данные Китая за 2015–2023 гг. заимствованы из изданий Государственного статистического управления КНР «Статистический ежегодник Китая 2014» – «Статистический ежегодник Китая 2024».

#### Результаты и их анализ

Модель эффективности SBM. Опираясь на программное обеспечение MaxDea8, проведён анализ 279 наблюдений по 31 провинции за 2015–2023 гг.

В выборочном периоде среднее значение национальной эффективности управления качеством жизни (*TE*) составило 0,767; в целом совокупная эффективность по провинциям в исследуемый период была заниженной, большинство регионов не достигли эффективного фронта.

Среднее значение технической эффективности (*PTE*) равно 0,821, что относительно высоко и указывает на наличие определённых преимуществ уровня

Таблица 1 – Показатели оценки эффективности SBM и индекса ML

Table 1 – SBM performance evaluation indicators and ML index

Параметры	Показатели оценки эффективности SBM и индекса ML	Единица измерения
Входы	GDP на душу населения	Юаней/чел.
	Расходы общего публичного бюджета на душу населения	Юаней/чел.
Желаемые выпуски	Объём библиотечных фондов публичных библиотек в расчёте на единицу населения	Экземпляров/10 тыс. чел.
	Число коек в учреждениях здравоохранения на 1000 человек	Коек/1000 чел.
	Число практикующих (ассистент-)врачей на 1000 человек	чел./1000 чел.
	Число студентов высших учебных заведений на 100 000 человек	чел./100 тыс. чел.
	Располагаемый доход на душу населения	Юаней/чел.
Нежелательные выпуски	Коэффициент смертности постоянного населения	‰

управления и использования технологий при заданных масштабах, однако сохраняется возможность для улучшений.

Среднее значение масштабной эффективности (*SE*) равно 0,935, то есть близко к 1, что свидетельствует о сравнительно рациональной конфигурации масштаба в большинстве регионов и о том, что размер вложений не является основным ограничителем. Это означает, что большинство регионов пока не находятся на границе эффективности: недостаток эффективности в основном обусловлен неэффективностью на уровне управления и использования технологий, тогда как конфигурация масштаба в целом близка к оптимальной и масштаб не является ключевой проблемой.

В рамках выборки 2015–2023 гг. выбраны четыре года – 2015, 2018, 2020, 2023 – и построены карты пространственной конфигурации значений эффектив-

ности повышения качества жизни для 31 провинции (рисунок 1).

В целом в 2015–2023 гг. эффективность SBM демонстрирует отчётливую нисходящую тенденцию, обусловленную снижением чистой технической эффективности и убывающей отдачей от масштаба. Старение населения, региональная неоднородность и шок пандемии дополнительно усилили спад эффективности, тогда как масштабная эффективность в целом стабильна, что указывает: ключевая проблема заключается не в недостатке масштаба вложений, а в относительном отставании распределения ресурсов и технологического прогресса. Следовательно, в будущем повышение эффективности качества жизни населения должно опираться прежде всего на улучшение эффективности конфигурации публичных услуг и уровня технологических инноваций, а не на простое наращивание бюджетных расходов.

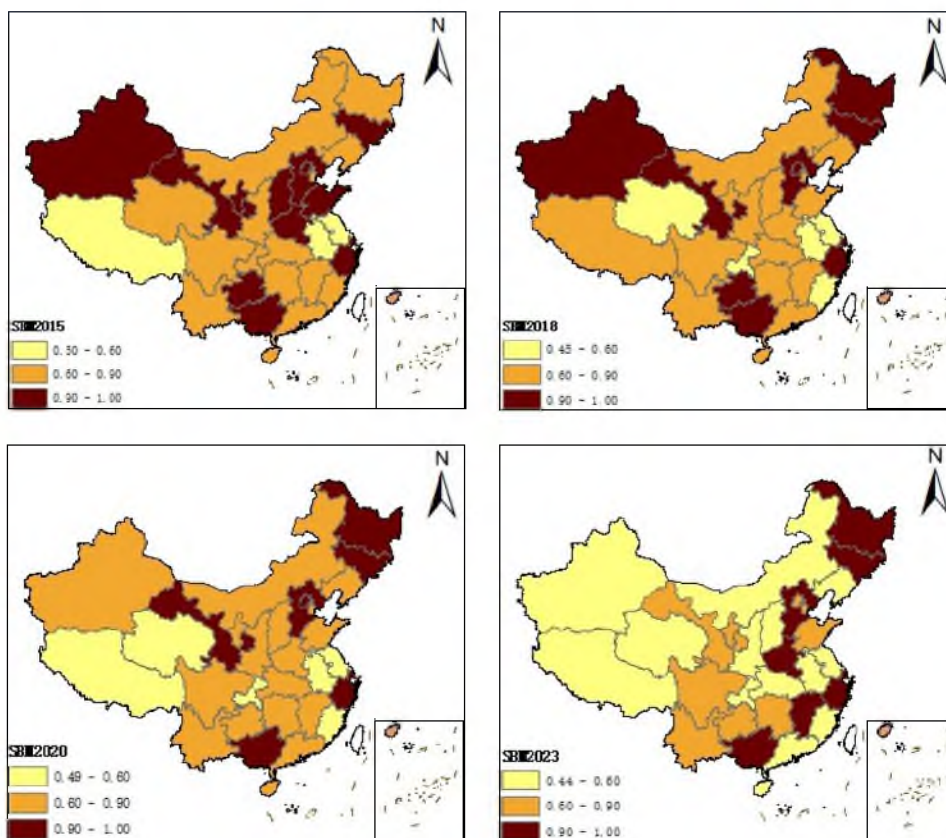


Рисунок 1 – Пространственная структура эффективности управления качеством жизни в регионах Китая  
 Figure 1 – Spatial structure of quality of life management effectiveness in China

С точки зрения регионов, на Востоке совокупная техническая эффективность в целом наивысшая, однако сохраняются колебания, связанные с недостаточностью чистой технической эффективности. В Центральном регионе показатели ниже общенационального среднего, дефицит совокупной эффективности выражен отчетливо. На Западе наблюдается значительная волатильность, в отдельные годы отмечается снижение чистой технической эффективности. Северо-Восток в целом удерживается на высоком уровне, значение **SE** близко к 1, масштабная конфигурация рациональна, что делает его «эталоном» в межрегиональном сопоставлении. Однако столь высокая эффективность в определенной мере является «относительной эффективностью» и не означает абсолютного лидерства по уровню качества жизни, а отражает преимущество коэффициента трансформации «вход–выход» по сравнению с другими регионами.

С точки зрения провинций, в первую пятёрку по значениям эффективности вошли Чжэцзян (0,988), Ганьсу (0,972), Гуанси (0,971), Цзилинь (0,962), Хэйлунцзян (0,956). В Чжэцзяне достаточны экономические и фискальные вложения: GDP на душу населения и расходы общего публичного бюджета находятся среди самых высоких по стране. Система публичных услуг развита, образовательные и медицинские ресурсы распределены сбалансированно, цифровое управление является передовым; уровень применения технологий высок: широкое распространение информатизации в медицине и образовании подтолкнуло **PTE** к значению, близкому к 1. В Ганьсу масштаб умеренный: несмотря на небольшой экономический объём, входы и выходы сравнительно согласованы, ресурсных перекосов немного; эффективность публичных услуг относительно высока, при ограниченных бюджетах образовательные и медицинские результаты относительно рациональны, что позволяет избегать потерь. В Гуанси средний масштаб населения и умеренная конфигурация ресурсов, расширяется охват медицинских и образовательных ресурсов; как ключевой регион западной зоны, получающий приоритетную поддержку, он, благодаря фискальным трансфертам, эффективно повысил качество жизни населения. В Цзилине и Хэйлунцзяне (Северо-Восток) имеются традиционные преимущества по образовательным и медицинским ресурсам; база систем образования и здравоохранения в Северо-Востоке относительно сильнее, а сокращение численности населения, напротив, улучшило показатели «на душу», что обусловило высокие значения **PTE**; **SE**

высока: масштаб относительно согласован, избыточной экспансии не наблюдается.

Пекин (0,928), Шанхай (0,953) и другие развитые регионы, хотя и демонстрируют высокие баллы эффективности, на этот раз не вошли в первую пятёрку. Причина в том, что при высоком уровне вложений значения эффективности SBM не поднялись в верхние позиции из-за масштабов населения, несбалансированного распределения ресурсов и убывающей предельной отдачи. Это отражает, что в условиях высоких вложений повышение коэффициента преобразования результатов публичных услуг остаётся ключевой задачей.

Последние пять мест занимают Фуцзянь (0,569), Тибет (0,562), Чунцин (0,56), Цзянсу (0,505), Аньхой (0,476). В Аньхое наблюдаются недостаточность бюджетных вложений и высокое демографическое давление; низкий уровень публичных расходов на душу населения и дефицит ресурсного обеспечения; выраженная городско-сельская дифференциация, межрегиональные различия в обеспечении публичными услугами снижают общий **PTE**. В Цзянсу высокие вложения не трансформировались в высокую эффективность: при развитой экономике и высоких расходах на душу населения прирост выпусков (образование, здравоохранение, улучшение доходов) относительно запаздывает, что указывает на неэффективное использование ресурсов и убывающую предельную отдачу. В Чунцине высокая плотность населения и сложный рельеф ограничивают пространственное распределение медицинских и образовательных ресурсов, повышая издержки доступа; масштабная эффективность недостаточна: **SE** относительно низка, расширение масштаба не привело к соразмерному выпуску. В Тибете крайняя дисперсность географии и расселения затрудняет покрытие публичных услуг, что приводит к низким значениям выпусков на душу; высокая зависимость от бюджета: несмотря на центральные трансферты, эффективность трансформации невысока. Во Фуцзяне при относительно сильной экономике социальные услуги отстают; обеспечение образованием и медициной на душу населения не является высоким; региональная неоднородность, значительный разрыв между прибрежными и горными районами обуславливают низкое суммарное значение **PTE**.

Значения slacks демонстрируют направления оптимизации по измерениям «входы–выходы–нежелательные выпуски» в модели SBM.

## Показатели входов

GDP на душу населения (показатель экономических вложений). В таких регионах с высокими вложениями, но невысокой эффективностью, как Пекин, Шанхай, Гуандун, Цзянсу, Фуцзянь, экономическое развитие уже находится на высоком уровне; дальнейшее чисто количественное наращивание вложений даёт ограниченный предельный эффект. Необходимо ослабить опору исключительно на стимулирование через GDP, перейти к качественно ориентированному развитию и оптимизировать экономическую структуру, а не расширять объём.

Расходы общего публичного бюджета на душу населения (фискальные вложения). В ряде восточных провинций (например, Цзянсу, Фуцзянь) наблюдается феномен «высокие вложения – низкая эффективность», что указывает на то, что бюджетные расходы не конвертируются в выпуск должным образом. Следует сокращать неэффективные и дублирующие траты, оптимизировать направления бюджетного финансирования и повышать результативность использования средств, а не просто увеличивать масштаб расходов.

## Показатели желаемых выпусков

Объём библиотечных фондов публичных библиотек в расчете на единицу населения (культурные услуги). В центральных и западных регионах и в некоторых густонаселенных провинциях (например, Хэнань, Аньхой) сохраняется недостаточность. Необходимо увеличить предложение базовой культурной инфраструктуры и цифровых библиотечных ресурсов, сократить городской-сельский культурный разрыв.

Число коек в учреждениях здравоохранения на 1000 человек и число практикующих врачей на 1000 человек (медицинские услуги). В западных регионах (например, Тибет, Гуйчжоу, Юньнань) явно наблюдается дефицит медицинских ресурсов. Следует усилить распределение медицинских ресурсов, особенно на уровне первичного звена и телемедицины, повысить сбалансированность.

Число студентов высших учебных заведений на 100 000 человек (уровень образования). В центральных и части западных регионов ресурсы высшего образования недостаточны. Необходимо расширять набор и масштабы учреждений, одновременно повышая качество образования, продвигать сбалансированное развитие высшего образования по регионам.

Располагаемый доход на душу населения (уровень доходов населения). В центральных, западных и северо-восточных регионах уровень доходов относительно

низок. Следует повышать доходы населения за счет индустриального обновления и поддержки занятости, сокращая региональные различия.

## Показатель нежелательных выпусков

Коэффициент смертности постоянного населения. В западных и части северо-восточных регионов (например, Тибет, Цинхай, Хэйлунцзян) уровень смертности повышен. Следует в приоритетном порядке улучшать доступность медицинской помощи и уровень общественного здравоохранения, снижая смертность от заболеваний. Согласно ранее приведённым значениям совокупной эффективности, в Северо-Востоке существует достаточно развитая база систем образования и здравоохранения. Однако Северо-Восток является одним из регионов Китая с наиболее выраженным старением населения; под воздействием структурных факторов – старение, отток населения, высокая распространённость хронических заболеваний и особенности поведенческого здоровья – коэффициент смертности постоянного населения остаётся повышенным. Это указывает на то, что преимущества в медицинских ресурсах не могут полностью компенсировать неблагоприятные демографические и медико-социальные структуры; в дальнейшем следует уделить больше внимания общественному здравоохранению, профилактике хронических заболеваний и управлению здоровьем.

## Индекс Мальмквиста-Люенбергера

Среднее по стране:  $ML = 0,983 (< 1)$ ,  $EFFCH = 1,006 (> 1)$ ,  $TC = 0,984 (< 1)$ . Основная причина снижения производительности заключается в недостаточности технологического прогресса ( $TECH < 1$ ), а не в деградации эффективности ( $EFFCH > 1$ ).

Согласно рисунку 2, в 2019 г. 71 % провинций имели  $MI > 1$ ; в 2017 г., самом слабом, лишь 6,5 % провинций имели  $MI > 1$ ; в 2020–2022 гг. показатели вновь ослабли (период пандемии), однако в 2023 г. доля случаев с  $TC > 1$  достигла 54,8 %, что указывает на признаки технологического восстановления.

В 2016–2018 гг. доля  $EFFCH > 1$  была относительно высокой, тогда как  $TC > 1$  – низкой; в 2019 г.  $EC$  и  $TC$  росли одновременно; в 2021 г. наблюдалось несоответствие вида « $TC > 1$ ,  $EC$  слабее», что указывает на технологическую диффузию при отставании управленческой эффективности. Необходимо усилить технологическую диффузию и институциональные инновации в сфере публичных услуг (цифровое государственное управление, иерархическая система медицинской помощи

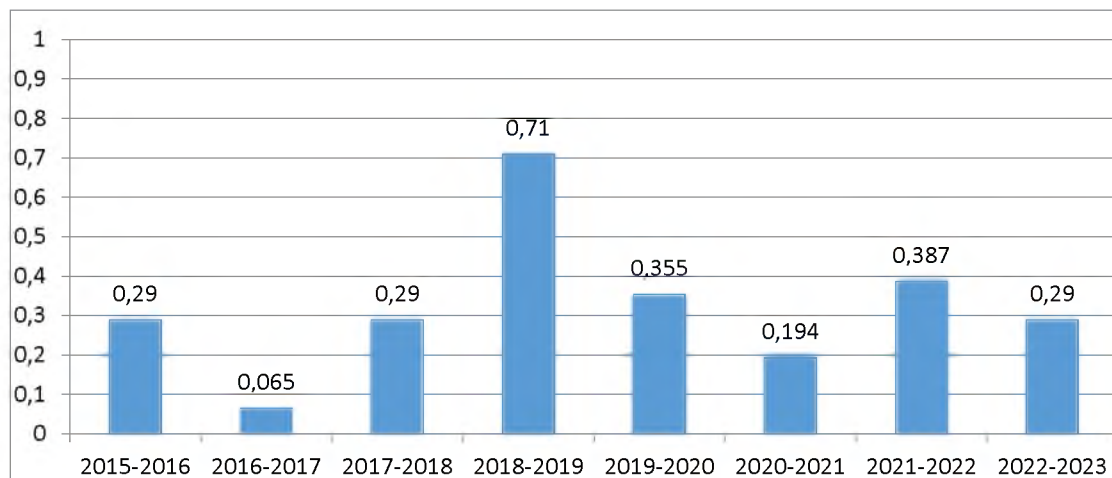


Рисунок 2 – Доля провинций с  $ML \geq 1$  по годам  
Figure 2 – Percentage of provinces with  $ML \geq 1$  by year

и телемедицина, информатизация образования, «зелёные» низкоуглеродные технологии), превращая «повышение управленческой эффективности» в «устойчивость технологического прогресса».

Рассматривая межпровинциальную структуру (при пороге  $EC \geq 1 / TC \geq 1$ ) тридцать одну провинцию можно разделить на четыре категории.

Категория 1 (прогресс по обоим показателям) включает 6 провинций: Цзилинь, Гуанси, Цзянси, Хэнань, Чжэцзян, Хэйлунцзян; управление и технологии выступают двойным драйвером; могут служить эталоном; необходимо сохранять темп реформ на стороне предложения и технологических вложений, обеспечивая демонстрационный эффект для прочих провинций.

Категория 2 (преимущественно управленческие улучшения) включает 17 провинций: Пекин, Шанхай, Юньнань, Тяньцзинь, Нинся, Аньхой, Гуандун, Синьцзян, Цзянсу, Хайнань, Хунань, Ганьсу, Фуцзянь, Тибет, Чунцин, Гуйчжоу, Цинхай.  $EC \geq 1$ ,  $TC < 1$ ; повышение управленческой эффективности «удержало» технологическую стагнацию; это наиболее многочисленный тип; требуется продвинуть замкнутый контур «наука – применение – сценарии».

Категория 3 (технологический прогресс при регрессе эффективности) включает 3 провинции: Хэбэй, Ляонин, Шэньси; технологический фронт смещается наружу, но управленческая конфигурация отстаёт; необ-

ходимо нарастить вложения в публичные услуги.

Категория 4 (двойной регресс) включает 5 провинций: Внутренняя Монголия, Сычуань, Шаньдун, Шаньси, Хубэй.  $EC$  и  $TC$  одновременно  $< 1$ ; приоритетные объекты управления; в первую очередь провести списочное упорядочение и оперативно скорректировать политику.

Межпровинциальная картина в основном характеризуется «преобладанием управленческих улучшений» в 15 провинциях из 31, что вновь подтверждает общенациональную недостаточность технологического прогресса.

#### Выводы и рекомендации

Исходя из измерения качества жизни населения Китая за 2015–2023 гг. с использованием SBM с учётом нежелательных выпусков и индекса Malmquist, исследование показывает: общий уровень эффективности занижен; совокупная эффективность управления качеством жизни характеризуется  $TE = 0,767$ ; узкие места главным образом связаны с технической эффективностью на уровне управления и применения технологий ( $PTE = 0,821$ ), тогда как масштабная эффективность ( $SE = 0,935$ ) в целом близка к оптимальной; в динамике совокупная факторная производительность демонстрирует умеренное снижение ( $MI = 0,983$ ), разложение указывает на небольшое улучшение эффективности ( $EC = 1,006$ ), однако недостаточность технологических изменений ( $TC = 0,984$ ) становится доминирующим ограничением. Региональная структура демонстрирует

дифференцированную картину: «Северо-Восток – технологический драйвер; Восток – убывающая предельная отдача на фоне высоких вложений; Запад – более выраженные технологические узкие места»; на межпровинциальном уровне одновременно присутствуют провинции «с умеренными вложениями – высокой конверсией» и «с высокими вложениями – низкой конверсией». В целом повышение качества жизни населения в большей степени зависит от управленческих компетенций и применения технологий, а не от простого расширения масштабов предложения.

Соответственно, акцент оптимизации управленческих инструментов следует сместить от «наращивания вложений» к «повышению конверсии». В бюджетном управлении рекомендуется напрямую увязывать ключевые результаты публичных услуг (например, число врачей и коек на 1000 человек, число студентов вузов на 100 000 человек, рост располагаемых доходов на душу населения и снижение смертности) с распределением ресурсов, формируя замкнутый цикл результативности, ориентированный на результаты; в цепочке предоставления услуг продвигать иерархическую систему медицинской помощи, согласование образовательных и культурных сервисов и межведомственный обмен данными, сокращая ожидание и дублирование, и достигая большей доступности и качества при тех же вложениях; на технологическом уровне ускорять диффузию в сценариях с высокой предельной отдачей – телемедицина, сотрудничество в рамках медицинских объединений, информатизация образования и цифровые культурные платформы – чтобы внешнее смещение передовой практики стало нормой; одновременно реализовывать дифференцированные траектории в зависимости от комбинации  $EC \times TC$ : для регионов «двойного прогресса» – акцент на стандартизацию и тиражирование опыта; для регионов «с преобладанием управленческих улучшений» – усиление замкнутого контура «исследования и разработки – применение – сценарии»; для регионов «технологический прогресс при регрессе эффективности» – калибровка процессов и платёжных механизмов для реализации технологической ренты; для регионов «двойного регресса» – приоритетная списочная реструктуризация для оперативного восстановления базовых возможностей. В сочетании с диагностикой отдачи от масштаба следует умеренно корректировать объём предложения, избегая как избыточной экспансии, так и недостаточности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования государственными органами при управлении качеством жизни населения, распределении общественных ресурсов и оценке эффективности. Центральные и провинциальные органы управления могут использовать результаты модели SBM и индекса  $ML$  для динамического мониторинга эффективности управления качеством жизни населения в различных регионах, выявления основных узких мест по управленческой эффективности, масштабной конфигурации и технологическому прогрессу в отдельных провинциях, а также для обоснования оптимизации структуры бюджетных расходов, механизмов межбюджетных трансфертов и политики региональной координации. Местные органы власти, в свою очередь, могут на основе разложения  $PTE, SE, EC$  и  $TC$  определить, обусловлена ли недостаточная эффективность в регионе главным образом нерациональным распределением ресурсов, несоответствием масштаба или недостаточным технологическим прогрессом, и соответственно выбирать такие управленческие инструменты, как управление бюджетной эффективностью, оптимизация процессов, цифровое управление или корректировка масштаба. Поскольку система показателей, используемая в статье, охватывает такие измерения, как здравоохранение, образование, культура, доходы и здоровье, полученные результаты также могут служить ориентиром для соответствующих органов общественных услуг при совершенствовании распределения ресурсов, например в сферах здравоохранения, образовательных ресурсов, общественных культурных услуг и социального обеспечения, с акцентом на согласованность между затратами и результатами и повышение качества предоставляемых услуг. В целом, результаты исследования ориентированы на предоставление оценочной основы и направлений совершенствования управления качеством жизни населения на региональном уровне, содействуя более точному выявлению узких мест эффективности, оптимизации распределения ресурсов и непрерывному мониторингу результатов реализации политики.

Благодаря согласованному продвижению управленческих и технологических мер возможно без существенного увеличения вложений обеспечить устойчивое улучшение качества жизни населения и последовательную конвергенцию межрегиональных различий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Zhiding Chen, Xiaoyu Zheng (2023). Research on the influence of environmental regulation on the total factor energy efficiency of China's construction industry. *Environmental Research Communications*, Vol. 5, № 5, pp. 1–17, DOI 10.1088/2515-7620/acdb9.

Zhao Yang, Hong Fang and Xiaoshan Xue (2022). Sustainable efficiency and CO2 reduction potential of China's construction industry: application of a three-stage virtual frontier SBM-DEA model. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, Vol. 21, № 2, pp. 605–618, DOI: 10.1080/13467581.2020.1869019.

Wei Wei, Shuangying Ding, Silin Zheng, Jingjing Ma, Tong Niu and Jinkai Li (2021). Environmental Efficiency Evaluation of China's Power Industry Based on the Two-Stage Network Slack-Based Measure Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 18, № 23, pp. 1–22.

Haifeng Huang, Tao Wang (2017). The Total-Factor Energy Efficiency of Regions in China: Based on Three-Stage SBM Model. *Sustainability*, Vol. 9, № 9, pp. 1–20.

Xueying Yang, Shiping Wen (2025). Spatial Correlation Network of Construction and Demolition Waste Management Efficiency: A Study Based on an Improved Three-Stage SBM-DEA Model in China. *Buildings*, Vol. 15, № 51, pp. 1–22.

Liu Yinying, Jiang Mingyue, Li Meng and Guo Mengying (2025). Research on the spatiotemporal differentiation and influencing factors of green technology innovation efficiency considering unexpected outputs. *Journal of Gansu Sciences*, Vol. 37, № 4, pp. 143–152.

Charnes A., Cooper W.W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, № 2, pp. 429–444.

Hailu A., Veeman, T.S. (2001). Non-parametric productivity analysis with undesirable outputs: An application to the Canadian pulp and paper industry. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 83, № 3, pp. 605–616.

Seiford, L.M., Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, Vol. 142, № 1, pp. 16–20.

Färe, R., Grosskopf, S. and Pasurkajr, C.A. (2007). Environmental production functions and environmental directional distance functions. *Energy*, Vol. 32, № 7, pp. 1055–1066.

Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, Vol. 130, № 3, pp. 498–509.

Deng Mengjie, Li Yihua, Wu Luqing, Huang Wenjing and Zeng Wuxue (2024). Green development efficiency of cold chain logistics based on the super-SBM-GML index model. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, Vol. 44, № 4, pp. 189–199 (In Chinese).

Färe, R., Grosskopf, S. and Linderdgrén, B. (1992). Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: A nonparametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, № 1, pp. 85–101.

Shephard, R.W. (1970). Theory of cost and production functions. *Economic Journal*. Vol. 35, № 3, pp. 177–188.

Zhao Lin, Zhang Yushuo, Jiao Xinying, Wu Di and Wu Dianting (2016). An evaluation of Chinese marine economy efficiency based on SBM and Malmquist productivity indexes. *China Academic Journal Electronic Publishing House Resources Science*. № 3. pp. 461–475 (In Chinese).

### Информация об авторах

### Information about the authors

#### Карпенко Валерий Михайлович

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Инноватика и предпринимательская деятельность», Белорусский государственный университет, Республика Беларусь.

E-mail: vmkarpenka@gmail.com

#### Пан Цзыхань

Аспирант кафедры «Международный менеджмент», Белорусский государственный университет, Республика Беларусь.

E-mail: 755549849@163.com

#### Valeri M. Karpenka

Candidate of Sciences (in Engineering), Associate Professor, Associate Professor at the Department "Innovation and Entrepreneurship", Belarusian State University, Republic of Belarus.

E-mail: vmkarpenka@gmail.com

#### Pan Zihan

Postgraduate Student at the Department "International Management", Belarusian State University, Republic of Belarus.

E-mail: 755549849@163.com