

## ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ МЕДИЦИНСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА МАЛМКВИСТА

**А.В. Кутышкин**, *avk\_200761@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0003-3226-0360>

*Нижневартровский государственный университет, Нижневартовск, Россия*

**Аннотация.** В работе приведены оценки динамики медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений Ханты-Мансийского автономного округа в период с 2013 по 2021 г. с использованием индекса Малмквиста. **Цель исследования.** Целью исследования является анализ динамики значений медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, объединенных по административно-территориальному признаку, с использованием индекса Малмквиста совместно с оболочечным анализом данных. **Материалы и методы.** Оценки непосредственно медицинской эффективности указанных учреждений осуществлялись с использованием оболочечного анализа данных. Набор входных и выходных данных анализируемых учреждений характеризовал эффективность предоставления медицинских услуг в стационарных и амбулаторных условиях учреждений. Мультипликативная декомпозиция индекса Малмквиста позволила проанализировать характер и уровень влияния на его значения таких факторов, как технологические изменения в предметной области, эффективность работы менеджмента лечебно-профилактических учреждений и изменения их масштабов, т. е. объемов предоставляемых медицинских услуг. **Результаты.** По результатам исследования установлено, что наибольшее влияние на изменения медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений оказывают изменения значений технологической компоненты разложения индекса Малмквиста. Компонента разложения, характеризующая эффективность работы менеджмента этих учреждений, практически нейтральна. Это указывает на то, что менеджментом региональных медицинских учреждений накоплен достаточно большой и успешный опыт управления. Влияние же компоненты масштаба зависит от колебаний как объемов предоставляемых медицинских услуг, так и численности медицинского персонала учреждений. Особенно это проявилось в период пандемии, характеризовавшейся жесткими карантинными ограничениями. **Заключение.** Использование индекса Малмквиста и компонент его мультипликативного разложения позволяет внешним и внутренним заинтересованным лицам осуществлять не только оценку медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений, что актуально с точки зрения использования ими выделяемого финансирования, но и выявлять носителей «лучших практик» в части освоения и реализации технологий предоставления медицинских услуг, управления медицинским учреждением и адаптации к изменяющимся внутренним и внешним условиям его функционирования.

**Ключевые слова:** эффективность, медицинские учреждения, оболочечный анализ данных, индекс Малмквиста, декомпозиция индекса Малмквиста

**Для цитирования:** Кутышкин А.В. Исследования динамики медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений региона с использованием индекса Малмквиста // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2024. Т. 24, № 3. С. 99–110. DOI: 10.14529/ctcr240309

Original article  
DOI: 10.14529/ctcr240309

## RESEARCH ON THE DYNAMICS OF MEDICAL EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF MEDICAL INSTITUTIONS IN THE REGION USING THE MALMQUIST INDEX

*A.V. Kutyshkin, avk\_200761@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3226-0360>  
Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia*

**Abstract.** The paper provides assessments of the dynamics of the medical efficiency of the functioning of medical institutions in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug in the period from 2013 to 2021 using the Malmquist index. **Purpose of the study.** The purpose of the study is to analyze the dynamics of the values of medical efficiency of the functioning of medical institutions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra, united on an administrative-territorial basis, using the Malmquist index together with shell data analysis. **Materials and methods.** Direct assessments of the medical effectiveness of these institutions were carried out using shell data analysis. The set of input and output data of the analyzed institutions characterized the effectiveness of the provision of medical services in inpatient and outpatient settings of the institutions. The multiplicative decomposition of the Malmquist index made it possible to analyze the nature and level of influence on its values of such factors as technological changes in the subject area, the efficiency of the management of medical institutions and changes in their scale, i.e. volumes of medical services provided. **Results.** Based on the results of the study, it was established that changes in the values of the technological component of the decomposition of the Malmquist index have the greatest influence on changes in the medical efficiency of the functioning of medical institutions. The decomposition component, which characterizes the efficiency of the management of these institutions, is practically neutral. This indicates that the management of regional medical institutions has accumulated quite a large and successful management experience. The influence of the scale component depends on fluctuations in both the volume of medical services provided and the number of medical personnel in institutions. This was especially evident during the pandemic, characterized by strict quarantine restrictions. **Conclusion.** The use of the Malmquist index and the component of its multiplicative decomposition allows external and internal stakeholders to not only assess the medical effectiveness of the functioning of medical institutions, which is important from the point of view of their use of allocated funding, but also to identify the bearers of “best practices” in terms of the development and implementation of technologies provision of medical services, management of a medical institution and adaptation to changing internal and external conditions of its functioning.

**Keywords:** efficiency, medical institutions, Data Envelopment Analysis, Malmquist index, Malmquist index decomposition

**For citation:** Kutyshkin A.V. Research on the dynamics of medical efficiency of the functioning of medical institutions in the region using the Malmquist index. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2024;24(3):99–110. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr240309

### Введение

Для оценки эффективности использования основных видов ресурсов функционирующими организационно-техническими системами (ОТС) различной сложности в настоящее время используются параметрический и непараметрический подходы. В рамках первого, как правило, используются балансовые модели [1], аппарат производственных функций [2] и реже методология функционально-стоимостного анализа [3]. Основными недостатками указанных методов является необходимость идентификации функциональных зависимостей между величиной конечного продукта и объемами ресурсов, используемых для его производства. Непараметрические же методы не требуют установления подобного вида зависимостей и позволяют при оценке эффективности использования ресурсов ОТС оперировать различными наборами входных и выходных показателей – ресурсов, что достаточно актуально при анализе эффективности функционирования тех же лечебно-профилактических или медицинских учреждений (МУ), для которых различают экономическую, медицинскую и социальную эффективности [4, 5]. Актуальность подобного рода оце-

нок обусловлена устойчивым спросом со стороны внутренних и внешних потребителей. К первым относится как непосредственно менеджмент медицинских учреждений, так и менеджмент системы здравоохранения регионального уровня. В качестве внешних потребителей выступают страховые компании, участвующие в финансировании системы здравоохранения. В последнее время достаточно часто для оценки медицинской эффективности МУ используется оболочечный анализ данных (Data Envelopment Analysis, DEA-метод) [6–11]. В результате использования DEA-метода, многократно использующего линейное программирование, формируется непараметрическая граница – граница производственных возможностей (ГПВ) для группы анализируемых ОТС, которые принято называть Decision Making Unit (DMU) или производственные объекты (ПО). Для построения ГПВ используются переменные, соответствующие входным и выходным показателям функционирующих DMU. Построенная граница включает в себя все эффективные DMU, а вне границы располагаются все неэффективные DMU-группы. Эффективность функционирования DMU зависит от соотношения затрат ресурсов и объемов выпуска конечного продукта (услуги). Базовые модели DEA-метода (DEA-модели) характеризуются постоянным (Constant Resources Scale, CRS) и переменным (Various Resources Scale, VRS) масштабом отдачи преобразования входных показателей в выходные и могут быть входо- и выходоориентированные [7, 12]. Эти DEA-модели не могут использоваться для оценки влияния времени на изменение эффективности функционирования рассматриваемых DMU. Чтобы преодолеть это ограничение, вместе с DEA можно использовать индекс производительности Стена Малмквиста (Malmquist index, MI), который представляется [13–15] в виде произведения трех составляющих, характеризующих влияние изменения технического прогресса в предметной области DMU, чистую техническую эффективность функционирования DMU и изменение эффективности масштаба DMU.

Научная новизна данной работы состоит в оценках динамики медицинской эффективности функционирования медицинских учреждений региона с использованием индекса Малмквиста, мультипликативная декомпозиция которого позволяет определить характер и интенсивность влияния медицинскую эффективность таких факторов, как технологические изменения в предметной области, эффективность работы менеджмента МУ и изменения их масштабов, т. е. объемов предоставляемых медицинских услуг.

### Цель исследования

Целью исследования является анализ динамики значений медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, объединенных по административно-территориальному признаку, с использованием индекса Малмквиста.

### Материалы и методы

Производственными объектами – DMU (ПО), функционирование которых было объектом анализа, являлись медицинские учреждения ХМАО-Югра, объединенные по административно-территориальному признаку. Данные DMU можно считать однородными производственными объектами, так как они функционируют в одинаковых социально-экономических условиях, предоставляя населению практически одинаковый перечень медицинских услуг, которые реализуются по утвержденным Минздравом РФ регламентам и протоколам. Примем, что в любой момент времени  $t$  наблюдаемого интервала/периода времени  $[t_0, t_L]$  состояние каждого  $j$ -го DMU ( $j = 1, \dots, N$ ) описывается множествами входных показателей  $x_{j,t} = \{x_{1,j,t}, \dots, x_{k,j,t}, \dots, x_{K,j,t}\} (k = 1, \dots, K)$  и выходных показателей  $y_{j,t} = \{y_{1,j,t}, \dots, y_{i,j,t}, \dots, y_{M,j,t}\} (i = 1, \dots, M)$ , которые формируют соответствующие матрицы  $X_t [K \times N]$  и  $Y_t [M \times N]$ . Индекс Малмквиста  $MI_j^{\tau,t}$ , характеризующий изменение эффективности функционирования  $j$ -го DMU (ПО) в году « $t$ » по отношению к некоторому базисному году « $\tau$ » ( $t, \tau \in [t_0, t_L]$ ), определяется выражением [13–15]

$$MI_j^{\tau,t}(x_{j,\tau}, y_{j,\tau}, x_{j,t}, y_{j,t}) = \left[ \frac{E_j^{\tau}(x_{j,t}, y_{j,t})}{E_j^{\tau}(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})} \times \frac{E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})}{E_j^t(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})} \right]^{0,5} \quad (1)$$

Здесь

$$\begin{cases} [E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ -\theta y_{j,t} + Y_t \lambda_j \geq 0; \\ x_{j,t} - X_t \lambda_j \geq 0; \\ \lambda_j \geq 0. \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} [E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ -\theta y_{j,\tau} + Y_\tau \lambda_j \geq 0; \\ x_{j,\tau} - X_\tau \lambda_j \geq 0; \\ \lambda_j \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} [E_j^t(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ -\theta y_{j,\tau} + Y_t \lambda_j \geq 0; \\ x_{j,\tau} - X_t \lambda_j \geq 0; \\ \lambda_j \geq 0. \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} [E_j^\tau(x_{j,t}, y_{j,t})]^{-1} = \max_{\theta, \lambda} \theta \\ -\theta y_{j,t} + Y_\tau \lambda_j \geq 0; \\ x_{j,t} - X_\tau \lambda_j \geq 0; \\ \lambda_j \geq 0. \end{cases} \quad (5)$$

Если расчетное значение  $MI_j^{\tau,t}$  (1) больше «1», то принято считать, что эффективность использования принятых факторов производства – входных показателей  $x_{j,t}$  рассматриваемых DMU<sub>j</sub> в году «t» по отношению к году «τ» – увеличилась. Верно и обратно, т. е. если  $MI_j^{\tau,t}$  меньше «1», то эффективность использования этих факторов производства в году «t» по отношению к году «τ» снизилась. При  $MI_j^{\tau,t} = 1$  эффективность использования факторов производства в году «t» по отношению к году «τ» не изменилась. Временной интервал [t, τ] интервала/периода времени [t<sub>0</sub>, t<sub>L</sub>] будем называть подпериодом.

Мультипликативная декомпозиция [14, 15]  $MI_j^{\tau,t}$  функционирования j-го DMU включает составляющие, характеризующие «технические/технологические изменения» (TECHnical Change, *TECCH*), «изменение чистой эффективности» (Pure Efficiency CHange, *PECH*), «изменение эффективности масштаба» (Scale Efficiency CHange, *SECH*):

$$MI_j^{\tau,t} = TECCH_j^{\tau,t} \times EFFCH_j^{\tau,t} = TECCH_j^{\tau,t} \times PECH_j^{\tau,t} \times SECH_j^{\tau,t} \quad (6)$$

$$TECCH_j^{\tau,t} = \left[ \frac{E_j^\tau(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}}{E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}} \frac{E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}}{E_j^t(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}} \right]^{-0,5}, \quad (7)$$

$$PECH_j^{\tau,t} = \frac{E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}}{E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}}, \quad (8)$$

$$SECH_j^{\tau,t} = \frac{SE_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}}{SE_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}}, \quad (9)$$

где

$$SE_j^t(x_{j,t}, y_{j,t}) = \frac{E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}}{E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{CRS}}; SE_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau}) = \frac{E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}}{E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{CRS}}.$$

Здесь  $E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{VRS}$ ,  $E_j^t(x_{j,t}, y_{j,t})_{CRS}$  – показатели эффективности (2) функционирования  $j$ -го

DMU при переменном ( $\lambda_j \geq 0$ ,  $VRS$ ) и постоянном ( $\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ ,  $CRS$ ) масштабе отдачи используемых ресурсов для года « $t$ », Для базисного года « $\tau$ »  $E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{VRS}$ ,  $E_j^\tau(x_{j,\tau}, y_{j,\tau})_{CRS}$  определяют

аналогично (3). Компонента  $TECCH_j^{\tau,t}$ , характеризующая технические/технологические изменения в используемых DMU $_j$  способах преобразования «входов» в «выходы», отражает влияние и развитие научно-технического прогресса в предметной области.  $EFFCH_j^{\tau,t}$  характеризует операционную эффективность функционирования DMU $_j$ , т. е. эффективность организации процессов его менеджмента и влияние непосредственно масштабов DMU $_j$  на его деятельность. Вследствие этого  $EFFCH_j^{\tau,t}$  представляется произведением двух компонент –  $PECH_j^{\tau,t}$  и  $SECH_j^{\tau,t}$ . Компоненту  $PECH_j^{\tau,t}$  достаточно часто используют для характеристики влияния на значения  $MI_j^{\tau,t}$  результативности управленческой деятельности менеджмента DMU $_j$  в году « $t$ » по отношению к году « $\tau$ ». Компонента  $SECH_j^{\tau,t}$  отражает потенциальный прирост значения  $MI_j^{\tau,t}$  от достижения DMU $_j$  в году « $t$ » по отношению к году « $\tau$ » размера/масштаба, близкого к «оптимальному масштабу», который соответствует построенному DEA-методом для его группы на ГПВ. «Оптимальный размер/масштаб» для DMU $_j$  характеризуется целевыми расчетными значениями «входов» и «выходов», определяемыми при идентификации ГПВ.

Интерпретация значений величин  $TECCH_j^{\tau,t}$ ,  $PECH_j^{\tau,t}$ ,  $SECH_j^{\tau,t}$  аналогична интерпретации значений  $MI_j^{\tau,t}$ . Оценка значений  $MI_j^{\tau,t}$ ,  $TECCH_j^{\tau,t}$ ,  $EFFCH_j^{\tau,t}$ ,  $PECH_j^{\tau,t}$ ,  $SECH_j^{\tau,t}$  осуществлялась с помощью свободно распространяемого программного обеспечения DEAP 2.1 (<https://economics.uq.edu.au/cera/software>) [15]. Для упрощения записей в дальнейшем предлагается использовать следующие обозначения:  $MI_j^{\tau,t} = MI_j$ ,  $EFFCH_j^{\tau,t} = EFFCH_j$ ,  $TECCH_j^{\tau,t} = TECCH_j$ ,  $PECH_j^{\tau,t} = PECH_j$ ,  $SECH_j^{\tau,t} = SECH_j$ . Для средних значений по группе рассматриваемых DMU указанных величин нижний индекс « $j$ » будет отсутствовать.

Статистические данные, характеризующие деятельность этих DMU, регулярно публикуются на сайте Департамента здравоохранения ХМАО-Югра (<https://dzhmao.admhmao.ru/statisticheskaya-informatsiya/>). Всего публикуются данные о деятельности 22 DMU ( $N = 22$ ). В качестве входных  $x_{k,j,t}$  были приняты следующие показатели в пересчете на 10 000 чел. населения административно-территориального образования округа:

- суммарная численность медицинского персонала (врачи и медицинские специалисты со средним образованием) ( $k = 1$ );
- общее количество коек в медицинских учреждениях ( $k = 2$ );
- обеспеченность амбулаторно-поликлиническими учреждениями (посещений в смену на конец года) ( $k = 3$ );
- общая площадь медицинских учреждений ( $k = 4$ ).

Выходными же для рассматриваемых DMU были приняты следующие показатели:

- число врачебных посещений без учета работы врачей СМП (в тысячах) ( $i = 1$ );
- объем стационарной помощи по числу проведенных больными койко-дней ( $i = 2$ ).

Рассматривался временной период с 2013 по 2021 г.

Результаты и обсуждение

В табл. 1 представлены расчетные значения индекса Малмквиста для медицинских учреждений ХМАО-Югра за период с 2013 по 2021 г.

Расчетные значения индекса Малмквиста ( $M_j$ ) (6) для МУ ХМАО-Югра за период с 2013 по 2021 г.

Таблица 1

Calculated values of the Malmquist index ( $M_j$ ) (6) for the KhMAO-Yugra municipal district for the period from 2013 to 2021

Table 1

$j$	Муниципальные районы и городские округа	Временные подпериоды							
		2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021
1	Белоярский район	0,959	0,955	0,897	0,962	1,011	0,904	0,84	0,954
2	Березовский район	1,011	1,041	0,883	1,052	1,02	0,865	0,831	0,882
3	Кондинский район	1,224	0,950	0,948	1,021	1,004	0,908	0,729	0,962
4	Нефтеюганский район	1,154	0,957	0,974	1,026	0,996	0,95	1,029	0,825
5	Нижневартовский район	1,072	1,042	0,904	1,025	0,972	0,936	0,785	0,912
6	Октябрьский район	1,066	1,279	0,833	1,112	0,939	0,84	0,866	0,631
7	Советский район	0,964	0,983	0,982	0,948	1,03	0,85	0,999	0,908
6	Сургутский район	1,151	0,967	0,865	1,109	0,939	1,105	0,971	0,978
9	Ханты-Мансийский район	1,007	0,698	0,98	1,078	0,993	0,926	0,683	0,985
10	г. Когалым	1,231	0,981	0,726	1,139	1,112	0,982	0,758	1,078
11	г. Лангепас	1,155	0,918	0,975	1,003	1,05	0,972	0,89	1,193
12	г. Мегион	0,979	0,979	0,914	1,012	0,912	0,952	0,813	0,914
13	г. Нягань	1,018	0,974	0,995	0,965	1,028	0,99	0,964	0,328
14	г. Покачи	1,312	0,911	0,922	1,05	0,928	0,987	0,716	1,149
15	г. Пыть-Ях	1,019	0,950	0,982	1,012	0,976	1,064	0,882	1,028
16	г. Радужный	1,086	0,965	0,988	0,943	0,972	0,949	0,715	0,942
17	г. Урай	1,195	0,985	0,893	1,006	0,989	0,974	0,713	1,183
18	г. Югорск	1,12	0,919	1,032	0,982	1,03	0,991	0,847	1,056
19	г. Нефтеюганск	1,173	0,952	0,773	0,963	0,841	1,075	0,823	1,01
20	г. Нижневартовск	0,969	0,942	0,922	1,036	0,999	0,976	0,858	1,026
21	г. Сургут	1,033	0,942	1,083	0,875	1,003	0,996	0,891	1,036
22	г. Ханты-Мансийск	1,049	1,003	1,087	0,936	1,005	0,972	0,926	0,997

Расчетные значения  $M_j$  из табл. 1 достаточно разнородны. Среди МУ ХМАО-Югра отсутствуют такие, у которых на протяжении наблюдаемого временного интервала все расчетные значения  $M_j$  были либо только больше «1», либо только меньше «1». В табл. 2 для каждого временного подпериода приведено количество МУ ХМАО-Югра, характеризующееся расчетными значениями  $M_j$  (6),  $TECCH_j$  (7),  $EFFCH_j$  (6),  $PECH_j$  (8),  $SECH_j$  (9), которые «> 1» (прогрессирующие значения), «= 1» (постоянные значения) и «< 1» (регрессирующие значения).

В течение рассматриваемого временного периода с 2013 по 2021 г. отсутствуют МУ ХМАО-Югра, для которых  $M_j = 1$ . В свою очередь, количество МУ, для которых  $M_j > 1$ , в рассматриваемом временном периоде варьируется в достаточно широком диапазоне – от 82 до 4,5 %. Последнее значение относится к подпериоду 2019–2020 гг. и обусловлено активной фазой пандемии. Среди всех рассматриваемых временных подпериодов преобладают МУ со значением  $M_j < 1$ . Исключение составляют подпериоды 2013–2014 гг. и 2014–2015 гг., где количество МУ с  $M_j < 1$  менее 20 %, в остальные же подпериоды количество этих МУ колеблется от 36 до 95 %. Количество МУ ХМАО-Югра с  $TECCH_j = 1$  только в трех временных подпериодах не равно нулю, но количество таких МУ не превышает 10 %. Число МУ ХМАО-Югра с  $TECCH_j > 1$  характеризуется

значительной изменчивостью, колеблясь от 0 до почти 60 %. В течение же всего временного периода для МУ преобладает величина  $TECCH_j < 1$ , при этом их количество колеблется в диапазоне от 36 до 100 %. Компоненту  $PECH_j$ , как правило, используют для оценки эффективности работы менеджмента – административно-управленческого персонала (АУП) МУ ХМАО-Югра и соответственно ее влияния на значение индекса Малмквиста. Так, не менее 60 % МУ в течение всего периода имеют нейтральное значение  $PECH_j = 1$ , т. е. АУП МУ функционирует устойчиво, используя наработанные практики управления вверенным медицинским учреждениям. Только в четырех временных подпериодах эффективность работы менеджмента АУП МУ снижается, наиболее заметно это происходит в 2019–2020 гг., что обусловлено влиянием пандемии COVID. Но уже в следующем подпериоде 2020–2021 гг. АУП МУ адаптировался к условиям пандемии и доля МУ с  $PECH_j < 1$  существенно снизилась. Следует отметить, что количество МУ с  $PECH_j > 1$  присутствует в половине рассматриваемых временных подпериодов, несмотря на их незначительное количество – от 5 до 13 % от общего числа МУ. Это говорит о перманентной работе АУП МУ над совершенствованием методов управления и повышению эффективности своей деятельности.

Таблица 2  
Количество МУ ХМАО-Югра с прогрессирующими, постоянными и регрессирующими значениями показателей  $MI_j$ ,  $TECCH_j$ ,  $EFFCH_j$ ,  $PECH_j$ ,  $SECH_j$  для каждого двухгодичного временного подпериода

Table 2  
The number of medical institutions in KhMAO-Yugra with progressive, constant and regressive values of indicators  $MI_j$ ,  $TECCH_j$ ,  $EFFCH_j$ ,  $PECH_j$ ,  $SECH_j$  for each two-year time subperiod

Количество МУ и вид изменений	Временные подпериоды							
	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021
<b>MI</b>								
МУ	22	22	22	22	22	22	22	22
$MI_j > 1$	82	82	13,6	63,6	45,5	13,6	4,5	40,9
$MI_j < 1$	18	18	86,4	36,4	55,5	86,4	95,5	59,1
$MI_j = 1$	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TECCH</b>								
МУ	22	20	22	22	21	22	22	21
$TECCH_j > 1$	59 %	36,4 %	0 %	50 %	59,1 %	9,1 %	0 %	36,4 %
$TECCH_j < 1$	41 %	54,5 %	100 %	50 %	36,4 %	90,9 %	100 %	59,1 %
$TECCH_j = 1$	0 %	9,1 %	0 %	0 %	4,5 %	0 %	0 %	4,5 %
<b>EFFCH</b>								
МУ	16	13	14	13	16	16	16	15
$EFFCH_j > 1$	50 %	4,5 %	45,5 %	31,8 %	18,2 %	27,3 %	22,7 %	36,4 %
$EFFCH_j < 1$	22,7 %	54,5 %	18,2 %	27,3 %	54,5 %	45,5 %	50 %	31,8 %
$EFFCH_j = 1$	27,3 %	41 %	36,4 %	40,9 %	27,3 %	27,3 %	27,3 %	31,8 %
<b>PECH</b>								
МУ	9	8	9	5	7	8	9	10
$PECH_j > 1$	27,3 %	9,1 %	31,8 %	13,6 %	4,5 %	13,6 %	9,1 %	31,8 %
$PECH_j < 1$	13,6 %	27,3 %	9,1 %	9,1 %	27,3 %	22,7 %	31,8 %	13,6 %
$PECH_j = 1$	59,1 %	63,6 %	59,1 %	77,4 %	68,2 %	63,7 %	59,1 %	54,6 %
<b>SECH</b>								
МУ	16	13	14	13	16	16	16	14
$SECH_j > 1$	54,5 %	9,1 %	36,4 %	31,8 %	27,3 %	31,8 %	31,8 %	27,3 %
$SECH_j < 1$	18,2 %	50 %	27,3 %	27,3 %	45,5 %	40,9 %	40,9 %	36,4 %
$SECH_j = 1$	27,3 %	40,9 %	36,4 %	40,9 %	27,2 %	27,3 %	27,3 %	36,3 %

Компонента  $SECH$  разложения  $MI$  и ее значения характеризуют влияние изменений «масштаба/размеров» МУ на значения индекса Малмквиста. Так, количество МУ с  $SECH_j = 1$  составляет минимум 27 % в половине временных подпериодов, т. е. масштаб МУ «оптимален» и не ока-

зывает влияния на MI. «Рост влияния изменений масштаба» ( $SECH_j > 1$ ), т. е. приближение масштаба МУ к оптимальному снизу, наблюдается в среднем не более чем у 32 % МУ в течение всего временного периода. Количество МУ с  $SECH_j < 1$  – «уменьшение масштаба», т. е. приближение масштаба МУ к оптимальному – присутствует в течение всего временного интервала и колеблется в диапазоне от 9 до 54 %. Компонента  $EFFCH_j$  представляет собой коммутативность компонент  $PECH_j$  и  $SECH_j$ . Количество МУ с  $EFFCH_j = 1$  отражает динамику их количества с компонентой  $SECH_j = 1$ . Во всех временных подпериодах число медицинских учреждений с  $EFFCH_j > 1$  характеризуется большой волатильностью, которая по своему виду близка к динамике количества МУ с  $SECH > 1$ . Динамика количества МУ с  $EFFCH_j < 1$  также находится под влиянием динамики количество МУ со значением  $SECH_j < 1$ . В трех временных подинтервалах количество МУ с  $EFFCH_j < 1$  не превышает 32 %, а в остальных подинтервалах их численность колеблется от 45 до 55 %. Средние значения индекса Малмквиста для каждого временного подинтервала характеризуют изменения медицинской эффективности деятельности всей системы здравоохранения округа, а средние значения компонент разложения MI, в свою очередь, характеризуют соответствующие им аспекты функционирования данной системы. В табл. 3 представлены средние расчетные значения MI, TESSH, EFFCH, PECH и SECH по всем МУ ХМАО-Югра для рассматриваемых временных подпериодов.

Таблица 3  
Средние значения индекса Малмквиста (MI) для всех МУ ХМАО-Югра и расчетные средние значения компонент его разложения для двухгодичных подпериодов с 2013 по 2021 г.

Table 3  
Average values of the Malmquist index (MI) for all municipalities of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra and calculated average values of the components of its decomposition for two-year subperiods from 2013 to 2021

№	Компоненты разложения индекса Малмквиста	Временные подпериоды							
		2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021
1	MI	1,084	0,963	0,930	1,010	0,987	0,960	0,837	0,928
2	TESSH	1,048	1,007	0,901	1,002	0,998	0,971	0,879	0,933
3	EFFCH	1,034	0,957	1,032	1,008	0,989	0,988	0,952	0,994
4	PECH	1,018	0,988	1,011	1,005	0,987	0,992	0,961	1,014
5	SECH	1,016	0,969	1,021	1,003	1,002	0,996	0,990	0,981

На рис. 1 совместно представлены графики изменения средних расчетных значений (см. табл. 3) компонент TESSH и EFFCH, а также индекса Малмквиста в период с 2013 по 2021 г. Динамика средних значений индекса Малмквиста (MI) (далее «значения») носит неустойчивый характер, демонстрируя снижение на 10 % в подпериоде 2015–2016 гг. и более чем на 12 % в подпериоде 2019–2020 гг. После каждого снижения значения MI возрастают, восстанавливая уровни значений, близкие к предыдущим. Наибольшее влияние на изменения MI оказывают значения компоненты индекса TESSH, характеризующей влияние технологического прогресса в предметной области. Изменения TESSH и MI практически синхронны. Интенсивное снижение TESSH и MI наблюдается в подпериод с 2019 по 2020 г., т. е. во время активной фазы пандемии COVID, когда еще не были сформированы соответствующие протоколы лечения и компания вакцинации не приобрела массовый характер. Но уже в подпериод 2020–2021 гг. ситуация существенно улучшилась, что нашло отражение в росте значения TESSH и MI.

Значения компоненты EFFCH индекса Малмквиста в подпериод 2015–2016 гг., где снижаются значения самого индекса и компоненты TESSH, находятся в противофазе, т. е. показывают рост. В дальнейшем же до подпериода 2019–2020 гг. значения EFFCH демонстрируют понижающийся тренд, прерываемый ростом значений в следующем интервале. Компонента EFFCH представляет собой мультипликатор двух компонент PECH и SECH (рис. 2), характеризую организационно-управленческий аспект эффективности функционирования МУ. Значения PECH, характеризующие эффективность работы менеджмента рассматриваемых МУ, незначительно колеблются вблизи «1», что «говорит» о принятии и реализации достаточно рациональных управленческих решений при функционировании МУ. Данная ситуация вполне объяснима накопленным опытом административно-управленческого аппарата медицинских учреждений и обязатель-



ным использованием достаточно жестких регламентов и протоколов по организации оказания медицинских услуг населению. Исключением является период 2019–2020 гг., соответствующий пандемии COVID, когда требовалось принятие неординарных организационно-управленческих решений как по противодействию непосредственно пандемии, так и по обеспечению предоставления стандартных медицинских услуг населению. Значения PECH подпериода 2020–2021 гг. отражают не только достаточно оперативную адаптацию АУП МУ к условиям пандемии, но и результаты применения новых практик в управлении МУ в этих сложных условиях.

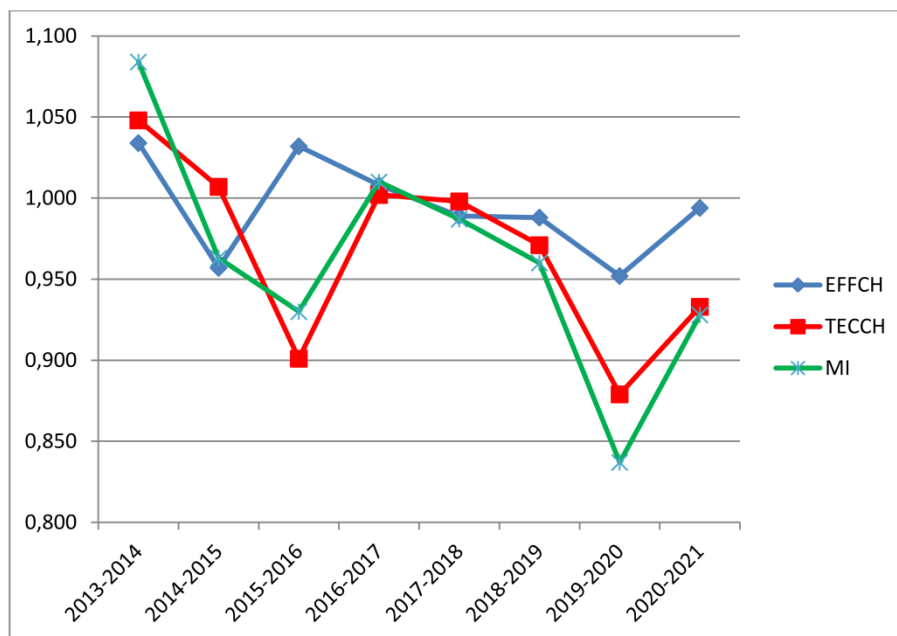


Рис. 1. Диаграмма изменений расчетных значений индекса Малмквиста и средних значений его компонент TECCH и EFFCH для МУ ХМАО-Югра в период с 2013 по 2023 г.  
 Fig. 1. Diagram of changes in the calculated values of the Malmquist index and the average values of its components TECCH and EFFCH for the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra municipality in the period from 2013 to 2023

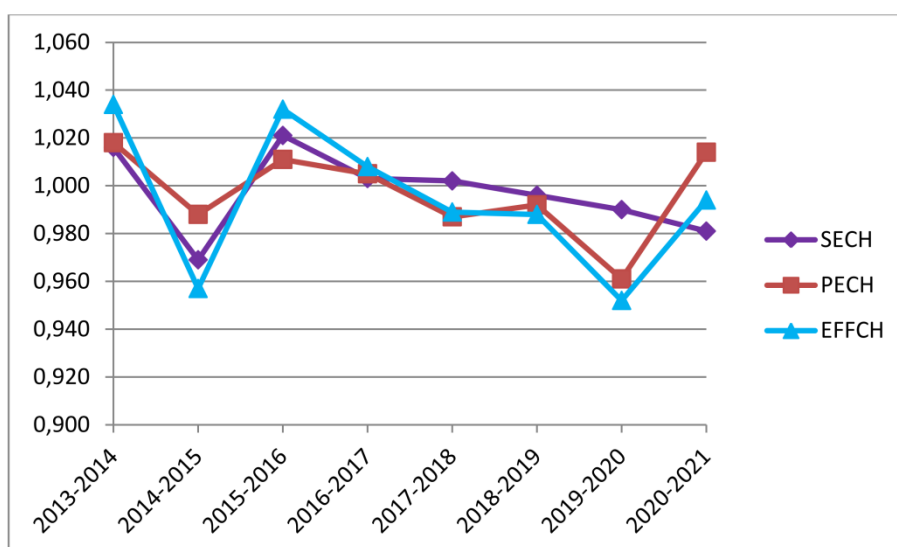


Рис. 2. Диаграмма изменений расчетных средних значений компонент EFFCH, PECH и SECH для МУ ХМАО-Югра в период с 2013 по 2023 г.  
 Fig. 2. Diagram of changes in the calculated average values of the EFFCH, PECH and SECH components for the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra municipal district in the period from 2013 to 2023

Изменение SECH, характеризующей влияние эффективности масштаба DMU, в подпериод с 2013 по 2016 г. носит достаточно волатильный характер, а с 2016 г. наблюдается устойчивое снижение расчетных значений SECH. Это говорит о том, что размеры/масштабы DMU из рассматриваемой группы уменьшаются по отношению к изменениям оптимальных масштабов виртуального объекта, соответствующего построенной ГПВ, в течение наблюдаемого временного интервала. Снижение значений SECH с 2019 г. обусловлено, в первую очередь, изменением условий предоставления медицинских услуг в условиях пандемии, что привело к снижению их объемов, которые являются «масштабными» показателями DMU.

### **Заключение и выводы**

Использование индекса Малмквиста при исследовании динамики медицинской эффективности функционирования медицинских учреждений региона позволяет оценить изменения данного показателя в целом при принятом наборе их входных и выходных показателей. Декомпозиция индекса Мальмквиста на компоненты характеризует влияние на его значения изменений в технологии (ТЕСЧ), используемой DMU для преобразования входных показателей в выходные, эффективности принимаемых менеджментом DMU организационно-управленческих решений (РЕСЧ) и изменений масштабов DMU (SECH) на протяжении наблюдаемого временного периода. Компонента ТЕСЧ характеризует влияние на значение MI изменений в технологии или способах преобразования «входов» в «выходы». Поскольку оказание медицинских услуг населению осуществляется с использованием достаточно жестких правил, регламентов и протоколов лечения, то причиной существенных колебаний значений ТЕСЧ в подпериодах являются изменения таких входных показателей, как численность медицинского персонала и обеспеченность населения амбулаторно-поликлиническими отделениями/учреждениями. Остальные входные показатели характеризуются либо постоянством, либо крайне незначительной волатильностью значений. Медицинский персонал непосредственно реализует технологии лечения, а амбулаторно-поликлинические отделения/учреждения осуществляют диагностику потенциальных пациентов, определяя возможности применения тех или иных технологий лечения. Снижение указанных входных показателей негативно сказывается на значениях компоненты ТЕСЧ. Количественные оценки значений компоненты РЕСЧ дают возможность анализировать эффективность работы администрации МУ по организации предоставления медицинских услуг, выявлять «носителей лучших управленческих практик» и определять те МУ, на которые целесообразно эти практики распространить для улучшения их функционирования. Динамика значений компоненты SECH в течение наблюдаемого временного интервала характеризует близость масштабов (входные и выходные показатели) каждого МУ группы к «оптимальному DMU». Вместе с тем входные показатели директивно регламентируются нормативами Минздрава РФ и являются объектами мониторинга со стороны местных департаментов здравоохранения. Это «не позволяет» рассматривать ни положительные, ни отрицательные значения SECH как рекомендации к изменению этих показателей. Изменения же выходных показателей, которые характеризуют объемы предоставленных медицинских услуг, также не всегда могут быть изменены, так как напрямую определяются болезненностью прикрепленного к МУ населения административного образования. Вместе с тем значения компонент разложения индекса Малмквиста отражают влияние на медицинскую эффективность рассматриваемых медицинских учреждений серьезных изменений их внешней среды функционирования, вызванных пандемией COVID. Все значения компонент и самого индекса в подпериод 2019–2020 гг. претерпели существенное снижение. Однако в подпериод 2020–2021 гг. значения компонент ТЕСЧ и РЕСЧ выросли, что объясняется и использованием новых протоколов лечения, и достаточно быстрой адаптацией АУП МУ к условиям пандемии. Стагнация значений компоненты SECH в интервале 2019–2021 гг. обусловлена действовавшими ограничениями на предоставление типовых медицинских услуг населению.

## Список литературы

1. Бессонова Е.В. Анализ динамики совокупной производительности факторов на российских предприятиях (2009–2015 гг.) // Вопросы экономики. 2018. № 7. С. 96–118. DOI: 10.32609/0042-8736-2018-7-96-118
2. Широ́в А.А. Использование таблиц «затраты-выпуск» для обоснования решений в области экономической политики // Проблемы прогнозирования. 2018. № 6 (171). С. 12–25.
3. Подхалузина В.А. Функционально-стоимостной анализ и его отличия от традиционных методов анализа // Балтийский экономический журнал. 2017. № 3 (19). С. 56–62.
4. Курнакина Н.В. Методика комплексной оценки эффективности деятельности медицинской организации за год // Инновации и инвестиции. 2017. № 2. С. 137–140.
5. Яшина Н.И., Хансуварова Е.А., Яшин К.С. Разработка методических аспектов оценки эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений // Управленец. 2016. № 4 (62). С. 26–33.
6. Федотов Ю. В., Яблонский К. П., Виталюева М. А. Анализ границ производственных возможностей и оценка организационной эффективности в системе здравоохранения Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Менеджмент. 2017. Т. 16, вып. 4. С. 471–506.
7. Evaluation of Hospital Medical Service Efficiency in Sichuan Province Based on DEA / D.R. Zhao, H.M. Tang, X.P. Zhao et al. // Health Soft Science. 2018. Vol. 32. P. 49–53.
8. Данилов А.В. Реструктуризация региональной системы оказания стационарной медицинской помощи на основе средств инструментального бенчмаркинга // Менеджер здравоохранения. 2019. № 9. С. 23–29.
9. Селамзаде Ф. Д. Оценка эффективности системы здравоохранения Российской Федерации с помощью оболочечного анализа данных: на примере республик // Научный журнал «GLOBUS»: Экономика и юриспруденция. 2021. Т. 7, № 1 (41). С. 7–20.
10. Кутышкин А.В., Шульгин О.В. Использование непараметрического анализа данных для оценки эффективности муниципальных медицинских учреждений региона // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2023. Т. 23, № 1. С. 57–66. DOI: 10.14529/ctcr230105
11. Моргунов Е.П., Моргунова О.Н. Краткое описание метода Data Envelopment Analysis [Электронный ресурс]. URL: [http://morgunov.org/docs/DEA\\_intro.pdf](http://morgunov.org/docs/DEA_intro.pdf) (дата обращения: 11.04.2024).
12. Färe R., Grosskopf S., Norris M. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries // American Economic Review. 1997. Vol. 84, iss. 5. P. 1040–1044.
13. Chen Y., Guan C.L. Study on the Allocation Efficiency of Health Resources in Chinese Traditional Medicine Hospitals Based on DEA-Malmquist Index // Modern Hospital Management. 2021. Vol. 19. P. 17–20.
14. Total productivity change of Health Centers in Greece in 2016–2018: a Malmquist index data envelopment analysis application for the primary health system of Greece / A. Trakakis, M. Nektarios, S. Tziaferi, P. Prezerakos // Cost Effectiveness and Resource Allocation. 2021. Vol. 19, iss. 1. P. 1–11. DOI: 10.1186/s12962-021-00326-z
15. Coelli T. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program // CEPA Working papers. 1996. Vol. 96, iss. 8. P. 1–50.

## References

1. Bessonova E.V. Analysis of Russian firms' TFP growth in 2009–2015. *Voprosy Ekonomiki*. 2018;(7):96–118. (In Russ.) DOI: 10.32609/0042-8736-2018-7-96-118
2. Shirov A.A. [Using input-output tables to justify decisions in the field of economic policy]. *Problemy prognozirovaniya*. 2018;6(171):12–25. (In Russ.)
3. Podhalyuzina V.A. Cost-benefit analysis and its difference from traditional methods of analysis. *Baltic Economic Journal*. 2017;3(19):56–62. (In Russ.)
4. Kurnakina N.V. [Methodology for a comprehensive assessment of the effectiveness of a medical organization for a year]. *Innovacii i investicii*. 2017;2:137–140. (In Russ.)
5. Yashina N.I., Khansuvarova E.A., Yashin K.S. Development of Methodological Aspects of Assessing the Efficiency of Healthcare Institutions. *Upravlenets = The manager*. 2016;4(62):26–33. (In Russ.)

6. Fedotov Yu.V., Iablonskii K.P., Vitaliueva M.A. Production frontier analysis and organizational performance assessment in St. Petersburg healthcare system. *Vestnik of Saint-Petersburg university. Management*. 2017;16(4):471–506. (In Russ.)

7. Zhao D.R., Tang H.M., Zhao X.P. et al. Evaluation of Hospital Medical Service Efficiency in Sichuan Province Based on DEA. *Health Soft Science*. 2018;32:49–53.

8. Danilov A.V. Restructuring of a regional system of rendering stationary medical care on the basis of means of tool benchmarking. *Manager Zdravoochranenia*. 2019;(9):23–29. (In Russ.)

9. Selamzade F.D. Evaluation of the efficiency of the healthcare systems of the Russian Federation with data envelopment analysis: an example of republics. *Scientific journal "GLOBUS": Economics and Jurisprudence*. 2021;7(1(41)):7–20. (In Russ.)

10. Kutyshkin A.V., Shulgin O.V. Use of nonparametric data analysis for assessing the efficiency of municipal medical institutions of the region. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2023;23(1):57–66. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr230105

11. Morgunov E.P., Morgunova O.N. *Kratkoye opisaniye metoda Data Envelopment Analysis* [Brief description of the Data Envelopment Analysis method] [Electronic resource]. Available at: [http://morgunov.org/docs/DEA\\_intro.pdf](http://morgunov.org/docs/DEA_intro.pdf) (accessed 11 April 2024).

12. Färe R., Grosskopf S., Norris M. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *American Economic Review*. 1997;84(5):1040–1044.

13. Chen Y., Guan C.L. Study on the Allocation Efficiency of Health Resources in Chinese Traditional Medicine Hospitals Based on DEA-Malmquist Index. *Modern Hospital Management*. 2021;19:17–20.

14. Trakakis A., Nektarios M., Tziaferi S., Prezerakos P. Total productivity change of Health Centers in Greece in 2016–2018: a Malmquist index data envelopment analysis application for the primary health system of Greece. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*. 2021;19(1):1–11. DOI: 10.1186/s12962-021-00326-z

15. Coelli T. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program. CEPA Working papers. 1996;96(8):1–50.

#### ***Информация об авторе***

**Кутышкин Андрей Валентинович**, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории имитационного моделирования, Нижневартковский государственный университет, Нижневартовск, Россия; [avk\\_200761@mail.ru](mailto:avk_200761@mail.ru).

#### ***Information about the author***

**Andrey V. Kutyshkin**, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Researcher of the Research Laboratory of Simulation Modeling, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia; [avk\\_200761@mail.ru](mailto:avk_200761@mail.ru).

***Статья поступила в редакцию 31.05.2024***

***The article was submitted 31.05.2024***