519.8:332.05
DOI 10.18822/byusu20240455-67

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНДЕКСА МАЛМКВИСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАЙОННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ РЕГИОНА

Кутышкин Андрей Валентинович
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
научно-исследовательской
лаборатории имитационного моделирования
Нижневартовского государственного университета,
Нижневартовск, Россия
E-mail: avk_200761@mail.ru

Шульгин Олег Валерьевич
кандидат экономических наук, доцент,
руководитель научно-исследовательской
лаборатории имитационного моделирования
Нижневартовского государственного университета,
Нижневартовск, Россия
E-mail: shul.oleg.val@mail.ru

Данилова Светлана Витальевна
кандидат экономических наук, доцент,
старший научный сотрудник
научно-исследовательской
лаборатории имитационного моделирования
Нижневартовского государственного университета,
Нижневартовск, Россия
E-mail: svaprel@yandex.ru

Предмет исследования: деятельность лечебно-профилактических учреждений Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО-Югры) по оказанию медицинских услуг населению в период с 2013 по 2021 г.

Цель исследования: анализ динамики значений медицинской эффективности функционирования лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) ХМАО-Югры с использованием индекса Малмквиста совместно с оболочечным анализом данных (DEA-методом).

Методы и объекты исследования: оценки медицинской эффективности указанных учреждений осуществлялись с использованием DEA-метода. Мультипликативная декомпозиция индекса Малмквиста оценивает уровень влияния на медицинскую эффективность технологических изменений в предметной области, работу менеджмента ЛПУ и изменение их масштабов.

Основные результаты исследования: установлено, что наибольшее влияние на динамику медицинской эффективности ЛПУ оказывают изменения технологий лечения пациентов. Масштаб ЛПУ и эффективность работы их менеджмента не столь критичны, что обусловлено спецификой территориальной организации системы здравоохранения. Применение индекса Малмквиста позволяет оценивать как медицинскую эффективность лечебно-профилактических учреждений, так и выявлять носителей «лучших практик» в части реализации медицинских технологий и управления ЛПУ.

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

ON THE USE OF THE MALMQUIST INDEX TO ASSESS THE EFFECTIVENESS OF THE FUNCTIONING OF DISTRICT AND MUNICIPAL MEDICAL INSTITUTIONS IN THE REGION

Andrey V. Kutyshkin
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Researcher of the Scientific Research Laboratory
of Simulation Modeling
Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: avk_200761@mail.ru

Oleg V. Shulgin
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor, Head of the Research Laboratory
of Simulation Modeling
Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: shul.oleg.val@mail.ru

Svetlana V. Danilova
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor, Senior Researcher
at the Simulation Research Laboratory
Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia
E-mail: svaprel@yandex.ru

Subject of research: the activities of health care institutions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug (KhMAO – Yugra) in providing medical services to the population in the period from 2013 to 2021.

Purpose of research: analysis of the dynamics of the medical efficiency of the functioning of health care institutions (HCI) of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra using the Malmquist index together with the data envelopment analysis (DEA method).

Methods and objects of research: the medical efficiency of these institutions was assessed using the DEA method. Multiplicative decomposition of the Malmquist index assesses the level of influence on the medical efficiency of technological changes in the subject area, the work of HCI management and changes in their scale.

Main results of research: it has been established that changes in patient treatment technologies have the greatest impact on the dynamics of the medical efficiency of HCI. The scale of HCI and the efficiency of their management are not so critical, which is due to the specifics of the territorial organization of the healthcare system. The use of the Malmquist index allows us to evaluate both the medical effectiveness of health care institutions and to identify carriers of “best practices” in terms of the implementation of medical technologies and the management of health care institutions.

Keywords: efficiency, medical institutions, shell data analysis, Malmquist index, decomposition of the Malmquist index.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка эффективности работы медицинских учреждений (далее – МУ), как правило, осуществляется по следующим направлениям: финансово-экономическому, медицинскому и социальному [1]. Для оценки медицинской эффективности (далее – МЭ), которая является одним из показателей эффективности функционирования МУ, используются следующие подходы:

- расчеты коэффициентов, характеризующих использование МУ типовых ресурсов [1, 2, 3];
- формирование комплексов коэффициентов, отражающих динамику показателей предоставления медицинских услуг [4, 5, 6];
- непараметрические методы оценки эффективности использования МУ типовых ресурсов [7–10].

К типовым принято относить те ресурсы, которые непосредственно используются при предоставлении медицинским учреждением населению медицинских услуг. К недостаткам первого подхода относят большое количество коэффициентов, динамика значений которых носит достаточно противоречивый характер, что затрудняет формирование оценок эффективности функционирования МУ, т. к. они во многом будут зависеть от квалификации и опыта специалистов, проводящих подобного рода анализ. В рамках второго подхода основное внимание уделяется анализу финансовых затрат МУ при оказании ключевых видов медицинской помощи пациентам. Данные о финансовых затратах МУ в открытом доступе практически отсутствуют, поэтому использование этих результатов анализа затруднено внешними заинтересованными лицами. Учитывая то, что государство регулирует как стоимость медицинских услуг, предоставляемых ЛПУ, так и обеспечивает финансирование его деятельности в целом, результативность и/или эффективность ЛПУ во многом будет определяться расширением номенклатуры этих услуг. Среди непараметрических методов для оценки МЭ чаще всего используется оболочечный анализ данных (Data Envelopment Analysis, DEA-метод) о функционировании МУ [7–11]. В результате применения DEA-метода, многократно использующего линейное программирование, формируется непараметрическая граница – граница производственных возможностей (далее – ГПВ) для группы анализируемых МУ, которые принято называть Decision Making Unit (далее – DMU), или производственные объекты (далее – ПО). Для построения ГПВ в настоящее время разработано достаточно большое количество DEA-моделей, ориентированных как на входные показатели DMU, так и на выходные, с постоянным (Constant Resources Scale, CRS) и переменным (Various Resources Scale, VRS) масштабами отдачи преобразования входных показателей в выходные. Построенная ГПВ включает в себя все эффективные DMU, а вне границы располагаются все неэффективные DMU-группы. DEA-метод имеет свои достоинства и недостатки. В первую очередь к первым принято относить отсутствие необходимости установления количественных зависимостей между входными и выходными показателями, т. к. они могут быть по своей сути разнородными. К недостаткам же DEA-метода относят наличие сложностей при определении входных и выходных показателей и ограничений на количество исследуемых DMU в зависимости от количества их входных и выходных показателей. Наряду с этим разработанные на сегодняшний день DEA-модели также не дают возможности осуществлять оценку изменения эффективности функционирования рассматриваемых DMU в течение некоторого интервала времени. Преодоление этого ограничения стало возможным за счет интеграции DEA-метода и его моделей с индексом производительности Малмквиста (Malmquist productivity index, далее – MI). Индекс Малмквиста в работах [12–14] был представлен в виде мультипликативной функции – декомпозиции трех составляющих/компонент, характеризующих влияние на его значение изменений технического/технологического прогресса в предметной области DMU, чистой технической эффективности – эффективности работы менеджмента DMU и динамики масштаба DMU за рассматриваемый временной интервал.

Актуальность данного исследования, по мнению авторов, обусловлена востребованностью оценок изменения медицинской эффективности МУ со стороны менеджмента этих учреждений, менеджмента звена управления системой здравоохранения регионального уровня и менеджмента страховых компаний, участвующих в финансировании ее функционирования. Данные оценки позволят выявлять и анализировать, пусть и на ретроспективных данных, источники и факторы снижения эффективности функционирования медицинских учреждений, а также носителей «лучших практик» управления и организации их деятельности с целью последующего распространения.

Научная новизна данной работы состоит в оценках динамики медицинской эффективности функционирования медицинских учреждений административно-территориальных

образований региона с использованием индекса Малмквиста, мультипликативная декомпозиция которого позволяет определить характер и интенсивность влияния на медицинскую эффективность таких факторов, как технологические изменения в предметной области, эффективность работы менеджмента МУ и изменения их масштабов, т. е. объемов предоставляемых медицинских услуг.

Целью исследования является оценка изменений медицинской эффективности функционирования районных и муниципальных медицинских учреждений Ханты-Мансийского автономного округа за период с 2013 по 2021 г. с использованием индекса Малмквиста и его мультипликативного разложения на компоненты, характеризующие изменения в технологии предоставления медицинских услуг, эффективности работы менеджмента учреждений и их масштабов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Под производственными объектами понимались медицинские учреждения (МУ) Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО-Югры), объединенные по административно-территориальному признаку, статистические данные о функционировании которых ежегодно публикуются на сайте Департамента здравоохранения ХМАО-Югры (https://dzhmao.admhmao.ru/statisticheskaya-informatsiya/). Эти DMU/МУ можно считать однородными, т. к. они функционируют в одинаковых социально-экономических условиях, предоставляя населению практически одинаковый перечень медицинских услуг, которые реализуются согласно утвержденным Минздравом РФ регламентам и протоколам.

Будем считать, что в любой момент времени t наблюдаемого интервала/периода времени $[t_0, t_L]$ состояние каждого j-го DMU ($j = 1, \ldots, N$) характеризуется двумя множествами – множеством входных показателей $x_{j,t} = \{x_{1,j,t}, \ldots, x_{k,j,t}, \ldots, x_{K,j,t}\}(k = 1 \ldots, K)$ и множеством выходных показателей $y_{j,t} = \{y_{1,j,t}, \ldots, y_{i,j,t}, \ldots, y_{M,j,t}\}(i = 1 \ldots, M)$. Данные множества формируют матрицы $X_t\,[K \times N]$ и $Y_t\,[M \times N]$. Индекс Малмквиста $MI_j^{t,t+1}$, характеризующий изменение эффективности функционирования j-го DMU (ПО) в году «t+1» по отношению к некоторому базисному году «t» ($t,t+1 \in [t_0, t_L]$), определяется выражением [12–14]:

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

Здесь

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

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

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

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

Если расчетное значение $MI_j^{t,t+1}$ (1) больше «1», то принято считать, что эффективность использования факторов производства входных показателей $x_{j,t+1}$ рассматриваемым DMU_j в году «t+1» по отношению к году «t» увеличилась. Верно и обратное, т. е. если $MI_j^{t,t+1}$ меньше «1», то эффективность использования этих факторов производства в году «t+1» по отношению к году «t» снизилась. При $MI_j^{t,t+1} = 1$ эффективность использования факторов производства в году «t+1» по отношению к году «t» не изменилась. Временной интервал [t, t+1] интервала/периода времени [t_0, t_L] будем называть подпериодом.

Мультипликативная декомпозиция [13, 14] $MI_j^{t,t+1}$ 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, $SECH$):

$$MI_j^{t,t+1} = TECCH_j^{t,t+1} \times EFFCH_j^{t,t+1} = TECCH_j^{t,t+1} \times PECH_j^{t,t+1} \times SECH_j^{t,t+1} \quad (6)$$

$$TECCH_j^{t,t+1} = \left[\frac{E_j^t\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{VRS}}{E_j^{t-1}\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{VRS}} \frac{E_j^t\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{VRS}}{E_j^{t+1}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{VRS}}\right]^{0,5}, \quad (7)$$

$$PECH_j^{t,t+1} = \frac{E_j^{t+1}\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{VRS}}{E_j^{t}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{VRS}}, \quad (8)$$

$$SECH_j^{t,t+1} = \frac{SE_j^{t+1}\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{VRS}}{SE_j^{t}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{VRS}}, \quad (9)$$

где $SE_j^{t+1}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right) = \frac{E_j^{t+1}\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{VRS}}{E_j^{t+1}\left(x_{j.t+1}, y_{j.t+1}\right)_{CRS}}; SE_j^{t}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right) = \frac{E_j^{t}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{VRS}}{E_j^{t}\left(x_{j.t}, y_{j.t}\right)_{CRS}}.$

Здесь $E_j^{t+1}(x_{j.t+1}, y_{j.t+1})_{VRS}$, $E_j^{t+1}(x_{j.t+1}, y_{j.t+1})_{CRS}$ – 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 «$t+1$», Для базисного года «t» $E_j^t(x_{j.t}, y_{j.t})_{VRS}$, $E_j^t(x_{j.t}, y_{j.t})_{CRS}$ определяются аналогично (3), $TECCH_j^{t,t+1}$, характеризуя технические/технологические изменения в используемых DMU_j способах преобразования «входов» в «выходы», т. е. отражает влияние и развитие научно-технического прогресса в предметной области. $EFFCH_j^{t,t+1}$ характеризует операционную эффективность функционирования DMU_j, т. е. эффективность организации процессов его менеджмента и влияние непосредственно масштабов DMU_j на его деятельность. $PECH_j^{t,t+1}$ достаточно часто используют для характеристики влияния на значения $MI_j^{t,t+1}$ результативности управленческой деятельности менеджмента DMU_j в году «$t+1$» по отношению к году «t». Компонента $SECH_j^{t,t+1}$ отражает потенциальный прирост значения $MI_j^{t,t+1}$ от достижения DMU_j в году «$t+1$» по отношению к году «t» размера/масштаба, близкому к «оптимальному масштабу», который соответствует построенной 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 $TECCH_j^{t,t+1}$, $PECH_j^{t,t+1}$, $SECH_j^{t,t+1}$ аналогична интерпретации значений $MI_j^{t,t+1}$. Оценка значений $TECCH_j^{t,t+1}$, $PECH_j^{t,t+1}$, $SECH_j^{t,t+1}$ осуществлялась с помощью свободно распространяемого программного обеспечения ПО DEAP 2.1 (https://economics.uq.edu.au/cepa/software) [15]. Для упрощения записей в дальнейшем предлагается использовать следующие обозначения: $TECCH_j^{t,t+1} = TECCH_j$, $PECH_j^{t,t+1} = PECH_j$, $SECH_j^{t,t+1} = SECH_j$. Для средних значений данных компонент по группе DMU «j» будет отсутствовать.

Департамент здравоохранения ХМАО-Югры ежегодно публикует данные о функционировании 22 ($N = 22$) медицинских учреждений (DMU) районов и городов округа. 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 такие показатели, как число врачебных посещений без учета работы врачей СМП (в тысячах) ($i = 1$) и объем стационарной помощи по числу проведенных больными койко-дней ($i = 2$).

В таблицах 1–4 представлены расчетные значения индекса Малмквиста – $MI_j^{t,t+1}$ и компонент его разложения – $TECCH_j^{t,t+1}$, $PECH_j^{t,t+1}$, $SECH_j^{t,t+1}$ для двухгодичных подпериодов с 2013 по 2021 г.

Официальные данные о функционировании медицинских учреждений округа Департаментом здравоохранения ХМАО-Югры еще не опубликованы.

Таблица 1. Расчетные значения индекса Малмквиста ($MI_j^{t,t+1}$) (6) для МУ ХМАО-Югры за период с 2013 по 2021 г.

№	Административные районы и муниципалитеты	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	0,828
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 $MI_j^{t,t+1}$ таблицы 1 очень разнородны, среди МУ ХМАО-Югры нет ни одного, у которого в течение всех подпериодов индекс Малмквиста был либо больше «1», либо меньше «1», либо равен «1». Это указывает на достаточно динамичные изменения условий функционирования этих учреждений. Аналогичная ситуация наблюдается и со значениями компоненты $TECCH_j^{t,t+1}$ (таблица 2).

Таблица 2. Расчетные значения компоненты $TECCH_j^{t,t+1}$ для МУ ХМАО-Югры за период с 2013 по 2021 г.

№	Административные районы и муниципалитеты	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	1,026	0,899	0,836	0,985
2	Березовский район	1,011	1,041	0,883	1,052	1,020	0,865	0,831	0,882
3	Кондинский район	0,981	1,053	0,945	0,939	1,003	0,975	0,943	0,979
4	Нефтеюганский район	1,071	1,039	0,904	0,992	1,015	0,984	0,975	0,968
5	Нижневартовский район	0,981	1,059	0,946	0,969	1,010	0,968	0,877	1,026
6	Октябрьский район	1,084	1,106	0,870	1,065	0,971	0,965	0,788	1
7	Советский район	0,964	0,983	0,982	0,948	1,030	0,883	0,964	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	0,997	0,878	0,958	1,000	0,943	0,833	1,01
10	г. Когалым	1,177	0,981	0,772	1,121	1,063	0,982	0,891	0,979
11	г. Лангепас	1,162	1,000	0,895	1,011	0,983	0,975	0,974	1,013
12	г. Мегион	0,943	0,979	0,914	1,012	0,917	0,982	0,848	0,892
13	г. Нягань	0,984	0,987	0,943	0,989	1,017	0,977	0,858	0,828
14	г. Покачи	1,312	0,911	0,922	1,050	0,928	0,987	0,716	1,149
15	г. Пыть-Ях	1,024	1,022	0,908	1,012	0,985	1,053	0,882	1,028
16	г. Радужный	0,959	1,127	0,908	0,945	1,016	0,982	0,861	0,981
17	г. Урай	1,191	0,985	0,893	1,006	1,003	0,960	0,815	1,035
18	г. Югорск	1,164	0,987	0,921	0,982	1,030	0,991	0,847	1,056
19	г. Нефтеюганск	1,132	0,952	0,773	1,007	0,981	0,997	0,926	0,923
20	г. Нижневартовск	0,972	0,954	0,931	1,009	0,999	0,976	0,858	1,008
21	г. Сургут	1,009	1,002	0,974	0,962	1,017	0,963	0,915	0,951
22	г. Ханты-Мансийск	0,926	1,100	0,933	0,969	1,009	0,978	0,992	0,891

Для компоненты $PECH_j^{t,t+1}$ декомпозиции $MI_j^{t,t+1}$ ситуация отличается (таблица 3). Значения данной компоненты для МУ ХМАО-Югры в большинстве своем равны «1» либо незначительно колеблются вблизи этого значения, компенсируя снижение значений в текущем подпериоде ростом значений в следующем. Данная компонента, как уже отмечалось ранее, используется для характеристики эффективности функционирования менеджмента DMU – административно-управленческого персонала (АУП) МУ ХМАО-Югры. Доминирование $PECH_j^{t,t+1}$ = 1 (исключение составляют 4 МУ ХМАО-Югры, для которых $PECH_j^{t,t+1}$ = 1) характеризует АУП МУ округа безотносительно административно-территориальной принадлежности как весьма квалифицированных специалистов, наработавших достаточно богатый и успешный опыт в области управления медицинскими учреждениями.

Таблица 3. Расчетные значения компоненты $PECH_j^{t,t+1}$ для МУ ХМАО-Югры за период с 2013 по 2021 г.

№	Административные районы и муниципалитеты	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021
1	Белоярский район	1	1	1	1	1	0,990	1,002	0,997
2	Березовский район	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Кондинский район	1,243	0,904	1,031	1,073	0,988	0,929	0,813	0,969
4	Нефтеюганский район	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Нижневартовский район	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Октябрьский район	1,008	1,126	0,960	1,042	0,969	0,911	1,047	0,831
7	Советский район	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Сургутский район	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Ханты-Мансийский район	1	1	1	1	1	1	1	1
10	г. Когалым	1,041	1	0,942	1,061	1,001	1	0,875	1,143
11	г. Лангепас	0,985	1	1,018	1	1	1	0,917	1,17
12	г. Мегион	1,036	1	1	1	1	1	1	1,12
13	г. Нягань	0,992	1,008	1	1	1	1	1	1
14	г. Покачи	1	1	1	1	1	1	1	1
15	г. Пыть-Ях	0,997	0,948	1,058	1	1	1	1	1
16	г. Радужный	1,095	0,882	1,128	0,953	0,937	1,027	0,771	1,147
17	г. Урай	1	1	1	1	0,994	1,006	0,917	1,106
18	г. Югорск	1	0,924	1,082	1	1	1	1	1
19	г. Нефтеюганск	1	1	1	1	0,901	0,993	0,882	1,104
20	г. Нижневартовск	1	0,997	1,003	1	1	1	1	1
21	г. Сургут	1,017	0,962	1,040	0,986	0,931	1,012	0,986	1,051
22	г. Ханты-Мансийск	1	1	1	1	1	1	1	1

Компонента $SECH_j^{t,t+1}$ (таблица 4) характеризует влияние масштаба МУ ХМАО-Югры на изменения $MI_j^{t,t+1}$. При оценке $SECH_j^{t,t+1}$ используются значения эффективности МУ ХМАО-Югры при переменном и постоянном масштабе отдачи входных показателей, преобразуемых в выходные. Изменения $SECH_j^{t,t+1}$ определяются исходя из построенных соответствующих ГПВ для рассматриваемых медицинских учреждений. Значительное количество МУ ХМАО-Югры с $SECH_j^{t,t+1}$ = 1 говорит о том, что масштаб медучреждений нейтрален для $MI_j^{t,t+1}$. Для остальных же медучреждений присутствуют колебания значений $SECH_j^{t,t+1}$ по схеме, аналогичной для $PECH_j^{t,t+1}$.

Таблица 4. Расчетные значения компоненты $SECH_j^{t,t+1}$ для МУ ХМАО-Югры за период с 2013 по 2021 г.

№	Административные районы и муниципалитеты	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020	2020–2021
1	Белоярский район	1	1	1	1	0,985	1,015	1,003	0,971
2	Березовский район	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Кондинский район	1,004	0,998	0,972	1,014	1,014	1,003	0,951	1,014
4	Нефтеюганский район	1,078	0,921	1,078	1,033	0,981	0,965	1,056	0,853
5	Нижневартовский район	1,092	0,984	0,956	1,058	0,962	0,967	0,895	0,889
6	Октябрьский район	0,975	1,027	0,998	1,002	0,997	0,956	1,049	1
7	Советский район	1	1	1	1	1	0,995	1,037	1
6	Сургутский район	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Ханты-Мансийский район	1	0,701	1,117	1,125	0,993	0,982	0,820	0,975
10	г. Когалым	1,004	1	0,999	0,958	1,045	1	0,972	0,964
11	г. Лангепас	1,009	0,918	1,070	0,992	1,068	0,997	0,997	1,006
12	г. Мегион	1,002	1	1	1	0,995	0,970	0,959	0,915
13	г. Нягань	1,042	0,979	1,055	0,976	1,011	1,014	1,123	1
14	г. Покачи	1	1	1	1	1	1	1	1
15	г. Пыть-Ях	0,998	0,980	1,022	1	0,991	1,010	1	1
16	г. Радужный	1,034	0,971	0,964	1,047	1,022	0,941	1,076	0,837
17	г. Урай	1,004	1	1	1	0,992	1,008	0,954	1,034
18	г. Югорск	0,962	1,008	1,036	1	1	1	1	1
19	г. Нефтеюганск	1,037	1	1	0,956	0,951	1,085	1,008	0,991
20	г. Нижневартовск	0,997	0,990	0,986	1,027	1	1	1	1,018
21	г. Сургут	1,006	0,979	1,070	0,923	1,059	1,021	0,987	1,037
22	г. Ханты-Мансийск	1,133	0,912	1,165	0,966	0,995	0,994	0,933	1,12

В таблице 5 приведены средние значения (средние геометрические) индекса Малмквиста (MI) и компонент его декомпозиции для районных и городских МУ ХМАО-Югры с разбиением на подгруппы в соответствии с административно-территориальным делением: районные (добавочный индекс R) и муниципальные (добавочный индекс T) медицинские учреждения. Разделение на такие подгруппы в определенной степени упрощает анализ изменений MI, $TECCH$, $EFFCH$, $PECH$, SECH, которые визуализированы на рисунке 1.

Таблица 5. Среднее значение индекса Малмквиста (MI) и компонент его декомпозиции для районных и городских МУ ХМАО-Югры для двухгодичных подпериодов с 2013 по 2021 г.

№	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	TECCH	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
Районные МУ									
1	MI_R	1,064	1,003	0,917	1,036	0,989	0,964	0,959	0,914
2	TECCH_R	1,021	1,021	0,907	0,998	1,001	0,952	0,888	0,970
3	EFFCH_R	1,042	0,955	1,011	1,038	0,988	0,964	0,959	0,914
4	PECH_R	1,025	1,002	0,999	1,012	0,995	0,977	0,982	0,946
5	SECH_R	1,016	0,953	1,012	1,025	0,992	0,987	0,976	0,965
Городские МУ									
1	MI_T	1,098	0,955	0,940	0,992	0,986	1,006	0,947	1,054
2	TECCH_T	1,067	0,997	0,897	1,005	0,995	0,985	0,873	0,909
3	EFFCH_T	1,029	0,958	1,047	0,987	0,991	1,006	0,947	1,054
4	PECH_T	1,012	0,978	1,020	1,000	0,981	1,003	0,947	1,063
5	SECH_T	1,017	0,979	1,027	0,988	1,009	1,003	1,000	0,992

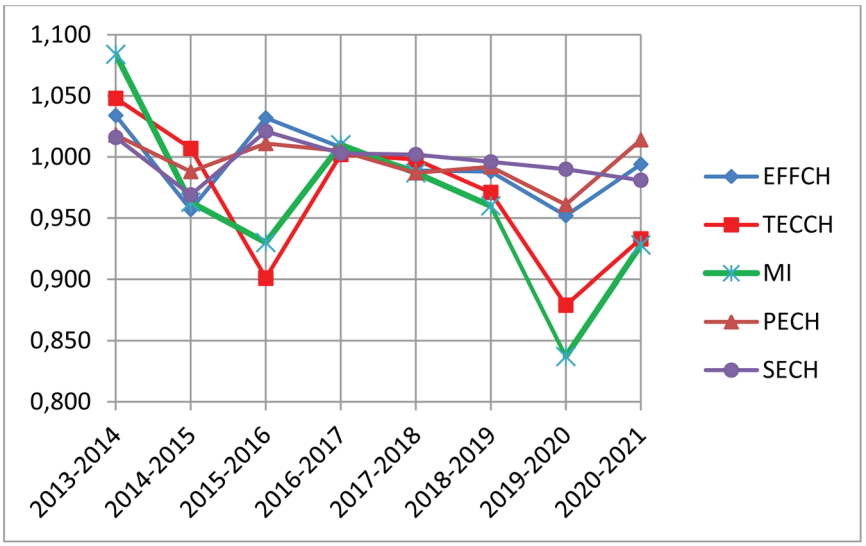

Рисунок 1. Графики изменения средних расчетных значений (таблица 5) компонент TECCH, EFFCH, PECH, SECH, а также индекса Малмквиста по всем МУ ХМАО-Югры в период с 2013 по 2021 г.

На рисунке 2 приведены диаграммы изменения расчетных средних значений компоненты TECCH для городских (TECCH_T) и районных (TECCH_R) медицинских учреждений округа (таблица 5). Данная компонента декомпозиции MI характеризует влияние «научного прогресса/технологического развития в предметной области», т. е. развитие

технологий лечения населения. Медперсонал является непосредственным актором, который реализует технологии лечения. Последние рекомендованы Минздравом РФ и строго соблюдаются, поэтому снижение значений компоненты TECCH обусловлено либо уменьшением численности медперсонала (подпериод 2015–2016 гг.), либо отсутствием у медперсонала рекомендованных Минздравом РФ протоколов лечения и специально организованных условий их применения – подпериод 2019–2020 гг. (начальный этап пандемии COVID).

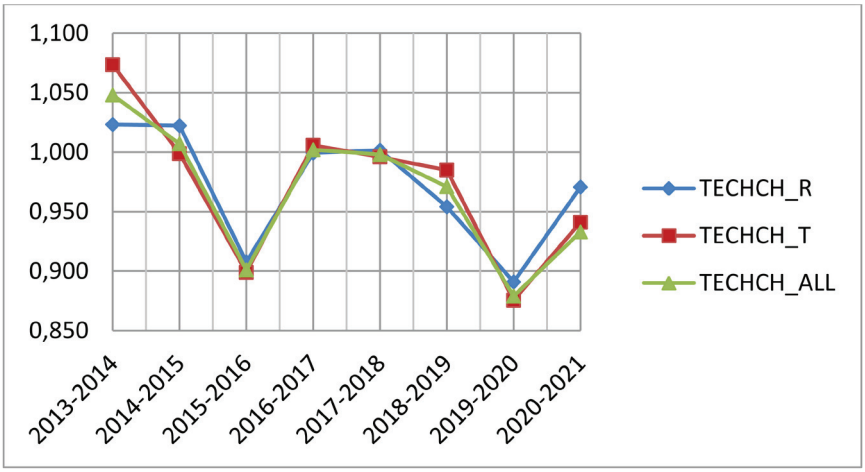

Рисунок 2. Графики изменения средних значений компоненты TECCH для городских и районных медицинских учреждений ХМАО-Югры в период с 2013 по 2021 г.

Анализ выходных и входных показателей МУ ХМАО-Югры в 2015 и 2016 гг. показывает, что в 2016 г., по сравнению с 2015 г., наблюдается существенное снижение значений входных показателей $k = 1$ и $k = 2$, т. е. численности медперсонала и количества коек в пересчете на 10 000 жителей. Оставшиеся входные показатели не претерпели существенного снижения. Входные показатели можно рассматривать как индикаторы развития технического прогресса в технологии лечения, т. к. медперсонал осуществляет непосредственно оказание медицинских услуг, а коечный фонд обеспечивает сопровождение лечения. По районным МУ снижение численности медперсонала присутствовало в 22 %, по городским – в 72 % МУ. Коечный фонд уменьшился в 67 % районных МУ и в 62 % МУ. Эта динамика негативно сказалась на значениях TECCH в этом временном подпериоде. Быстрый рост значений TECCH в 2020–2021 гг. для обоих типов МУ подтверждает и эффективность использования новых протоколов, и быструю адаптацию и освоение этих протоколов со стороны медперсонала. Последнее также говорит о достаточно высокой квалификации и обучаемости медперсонала. На рисунке 3 приведены диаграммы изменения расчетных средних значений компоненты PECH для городских (PECH_T) и районных (PECH_R) медицинских учреждений округа.

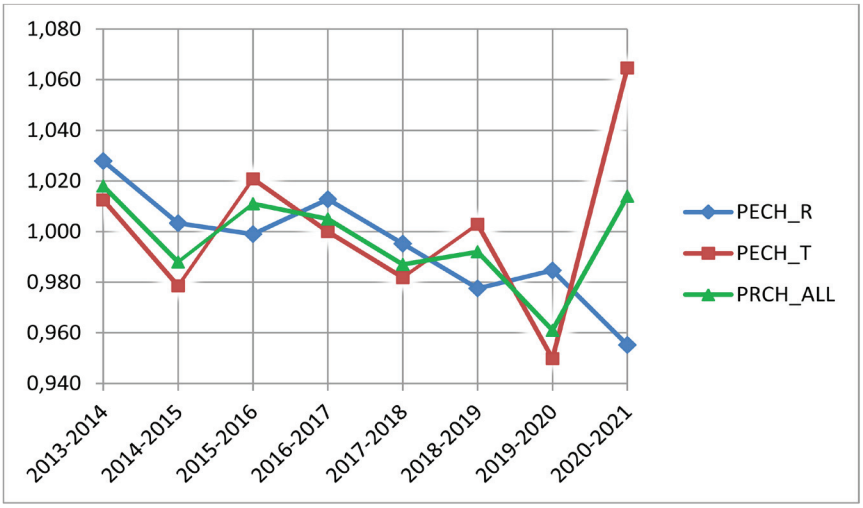

Рисунок 3. Графики изменения средних значений компоненты PECH для городских и районных медицинских учреждений ХМАО-Югры в период с 2013 по 2021 г.

Компоненту PECH принято рассматривать как оценку эффективности работы менеджмента DMU. Эффективность работы менеджмента по всем МУ характеризуется неустойчивыми значениями, которые после восстановления своего уровня в подпериод 2015–2016 гг. сформировали понижательную тенденцию, которая была подкреплена эпидемией COVID в 2019–2020 гг. Для подпериода 2015–2016 гг. можно отметить рост среднего значения эффективности работы менеджмента городских МУ, а для районных медучреждений присутствовала стабильно нейтральная средняя эффективность работы менеджмента с незначительным повышением данного показателя. Снижение значений PECH_T и PECH_R в подпериоде 2017–2018 гг. обусловлено достаточно существенным снижением входных и выходных показателей в 2018 г. по сравнению с 2017 г. Так, для районных медучреждений в 2018 г. снизилась численность медперсонала у 45 % МУ, а коечный фонд уменьшился у 55 %. Вместе с тем менеджмент районных МУ купировал данное ухудшение, обеспечив снижение объемов предоставления медицинских услуг в стационарных и амбулаторных условиях только в 37 % медучреждений. Для городских МУ ситуация сложилась хуже, т. к. в 2018 г. численность медперсонала и коечный фонд снизились у всех медучреждений. Однако менеджмент этих МУ отчасти смог нивелировать данную ситуацию, допустив снижение объемов предоставляемых медицинских услуг в амбулаторных условиях в 46 % МУ и в 62 % МУ для медобслуживания в стационарных условиях. Пандемия COVID негативно сказалась как на условиях предоставления базового перечня медицинских услуг населению, так и на требованиях реализовывать эпидемиологические ограничения. В целом по округу менеджмент МУ достаточно быстро адаптировался к этим сложным условиям и уже в следующий подпериод продемонстрировал устойчивый рост эффективности своей работы. Однако такая ситуация сложилась только в «городских» МУ, а в «районных» сохранилось достаточно устойчивое снижение среднего значения компоненты PECH. Можно отметить, что менеджмент городских медицинских учреждений быстрее адаптируется к сложным внешним условиям их функционирования, что иллюстрирует существенное повышение значений PECH_T в подпериоде 2020–2021 гг. Для районных МУ такое заключение сделать достаточно проблематично.

На рисунке 4 приведены диаграммы изменения расчетных средних значений компоненты SECH для городских (SECH _T) и районных (SECH_R) медицинских учреждений округа.

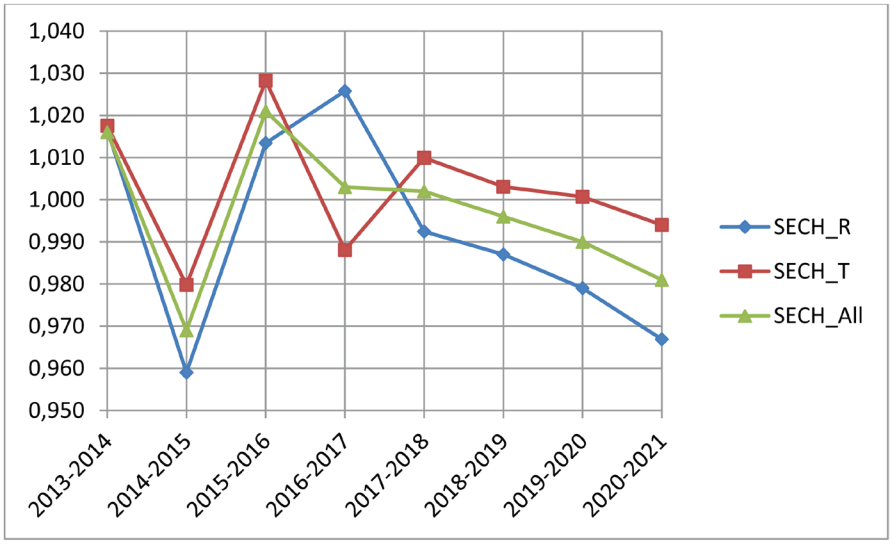

Рисунок 4. Графики изменения средних значений компоненты SECH для городских и районных медицинских учреждений ХМАО-Югры в период с 2013 по 2021 г.

По масштабам МУ можно понимать совокупность выходных показателей (объемы в медпомощи/услуг в амбулаторных и стационарных условиях) и входных показателей, которые характеризуют ресурсы, используемые для этого (медицинский персонал и т. п.). Также надо учитывать и изменения/ограничения условий предоставления медицинских услуг, например, карантинные ограничения на дисциплину посещений МУ. Снижение значений SECH в подпериоде 2014–2015 гг. обусловлено снижением в 2015 г. по отношению к

2014 г. значений входных показателей, которые прямо характеризуют масштаб МУ, – это количество коек и площади медицинских учреждений в пересчете на 10 000 жителей. Для районных медучреждений снижение SECH_R наблюдалось более чем у 50 % МУ. Для городских МУ снижение SECH_T присутствовало в меньшей степени – в среднем у 30 % МУ. Наряду с этим масштаб МУ определяется и выходными показателями, и если для районных МУ снижение значений входных показателей присутствует только в 15–18 %, то у городских МУ снижение выходных показателей существенно больше: снижение значения первого выходного показателя – более 70 % МУ, снижение второго показателя – 84 % МУ. Таким образом, отмеченные изменения входных и выходных показателей МУ обоих типов оказали негативное влияние на соответствующие значения компоненты SECH. Снижение значений SECH_T в подпериод 2016–2017 гг. обусловлено снижениями входных показателей, характеризующих изменения количества медперсонала и коечного фонда и отмеченных ранее. В дальнейшем и SECH_T, и SECH_R демонстрируют устойчивое снижение, которое усугубилось негативным влиянием карантинных ограничений и пандемией в целом. После окончания пандемии «масштаб» ни у районных, ни у городских не пришел к «доковидным» значениям на фоне восстановления PECH МУ обоих видов. Т. е. «условия» работы и наличие персонала пока не обеспечивают роста предоставления медицинских услуг. Плюс режим предоставления медуслуг в 2020–2021 гг. не улучшился, т. е. не вышел на уровень до пандемии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Использование индекса Малмквиста совместно с DEA-методом позволяет не только получить количественные оценки динамики медицинской эффективности функционирования районных и городских медицинских учреждений, но и, опираясь на значения компонент разложения данного индекса, определять влияние на ее изменения технологического аспекта предоставления медицинских услуг, эффективности работы менеджмента медучреждений и влияние их масштаба. Изменения значений индекса Малмквиста во временном интервале выявляют подинтервалы со значительным снижением этих значений, которые целесообразно рассматривать как объекты дальнейшего анализа в разрезе административно-территориальных образований региона и непосредственно медицинских учреждений этих образований. Аналогичный подход используется и применительно к анализу изменений значений компонент разложения индекса Малмквиста. Выявлено, что принятый набор показателей МУ позволяет интерпретировать снижение значений компонент, т. к. входные показатели в состоянии характеризовать (в целом соответствуют) технологический уровень развития предоставления медицинских услуг населению, эффективность работы менеджмента МУ и динамику соответствующего масштабного фактора, а также отражают влияние внешних условий функционирования МУ. Установлено, что наибольшее влияние на значение индекса Малмквиста оказывают изменения значений его компоненты TECCH как у районных, так и городских МУ. Источником снижения значений TECCH является уменьшение численности медперсонала и коечного фонда, влияние показателей (амбулаторная обеспеченность) и площади МУ существенно меньше. Изменения этих показателей также влияют и на значения компоненты SECH, обуславливая снижение объемов предоставляемых медицинских услуг, что в совокупности характеризует изменения масштаба медицинского учреждения. Это присутствует у всех МУ вне зависимости от их административно-территориального подчинения. Компоненту PECH декомпозиции индекса Малмквиста принято рассматривать как индикатор эффективности работы менеджмента МУ. Вместе с тем следует отметить, что работа менеджмента МУ достаточно жестко регламентирована со стороны департамента здравоохранения региона, и эффективность в такой ситуации характеризуется, как правило, сокращением времени принятия решений менеджментом в условиях существенного изменения как внутренних, так и внешних условий функционирования МУ. Внутренние условия, прежде всего, обусловлены сокращениями значений входящих показателей, которые менеджмент не всегда может купировать. Примером изменений внешних условий работы МУ является пандемия COVID, которая существенно изменила и условия предоставления медицинских услуг, и частично сам перечень этих услуг. Рост значений компоненты PECH в подпериоде 2020–2021 гг. говорит о достаточно высокой адаптивной способности менеджмента районных и городских МУ к изменениям внешних условий. Таким образом, применение индекса Малмквиста и его декомпозиции для анализа изменений медицинской эффективности функционирования медицинских учреждений дифференцированно, в зависимости от их территориально-административного подчинения, позволяет оценивать данный показатель как в целом, так и ключевые аспекты их

функционирования, связанные с основными видами оснащенности учреждений и результативностью работы их менеджмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курнакина, Н. В. Методика комплексной оценки эффективности деятельности медицинской организации за год / Н. В. Курнакина. – Текст : непосредственный // Инновации и инвестиции. – 2017. – № 2. – С. 137–140.
2. Кочуров, Е. В. Оценка эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений: сравнительный анализ методов и моделей / Е. В. Кочуров. – Текст : непосредственный // Вестник СПбГУ. – 2005. – Вып. 3. – С. 110–128.
3. Жукова, М. В. Формирование методического обеспечения оценки эффективности экономической деятельности лечебных учреждений в новых экономических условиях / М. В. Жукова, Н. Н. Макарова. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2010. – № 2-1. – С. 287–293.
4. Яшина, Н. И. Разработка методических аспектов оценки эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений / Н. И. Яшина, Е. А. Хансуварова, К. С. Яшин. – Текст : непосредственный // Управленец. – 2016. – № 4 (62). – С. 26–33.
5. Зурнаджьянц, Ю. А. Экономическая оценка эффективности оказания медицинской помощи с учетом качества лечения / Ю. А. Зурнаджьянц, И. А. Кашкарова, Д. А. Шаповалова. – Текст : непосредственный // Наука Красноярья. – 2019. – Т. 8, № 5. – С. 36–49.
6. Ильин, И. В. Аналитический обзор подходов к оценке эффективности функционирования медицинских организаций в условиях изменения основных бизнес-процессов в системе здравоохранения / И. В. Ильин, О. С. Чемерис, А. И. Сарыгулов. – Текст : непосредственный // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 10 (124). – С. 57–64.
7. Charnes, A. Measuring the Efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – Vol. 2, Iss. 6. – P. 429–444.
8. 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.
9. Шугалей, А. П. Применение метода Data Envelopment Analysis для оценки эффективности функционирования отделений медицинских учреждений / А. П. Шугалей, В. В. Чевтаева, А. А. Долганова. – Текст : непосредственный // Решетневские чтения. – 2018. – Т. 2. – С. 372–373.
10. Данилов, А. В. Реструктуризация региональной системы оказания стационарной медицинской помощи на основе средств инструментального бенчмаркинга / А. В. Данилов. – Текст : непосредственный // Менеджер здравоохранения. – 2019. – № 9. – С. 23–29.
11. Кутышкин, А. В. Использование непараметрического анализа данных для оценки эффективности муниципальных медицинских учреждений региона / А. В. Кутышкин, О. В. Шульгин. – Текст : непосредственный // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2023. – Т. 23, № 1. – С. 57–66.
12. Färe, R. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries [J] / R. Färe, S. Grosskopf, M. Norris // American Economic Review. – 1997. – Vol. 84, Iss. 5. – P. 1040–1044.
13. Chen, Y. Study on the Allocation Efficiency of Health Resources in Chinese Traditional Medicine Hospitals Based on DEA-Malmquist Index / Y. Chen, C. L. Guan // 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.
15. Coelli, T. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program / T. Coelli // CEPA Working papers. – 1996. – Vol. 96, Iss. 8. – P. 1–50.