

# Исследование устойчивости DEA-оценок эффективности функционирования региональных систем здравоохранения

## A Study of DEA-Assessments Sustainability of Functioning of Regional Healthcare Systems Effectiveness

Ю. НЕРАДОВСКАЯ

Нерадовская Юлия Владимировна, канд. экон. наук, доцент кафедры статистики и эконометрики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет». E-mail: neradovskaya.yu@unecon.ru

*В статье проведена многовариантная оценка эффективности региональных систем здравоохранения с использованием метода свертки данных DEA (Data Envelopment Analysis). В качестве результата использован показатель «ожидаемая продолжительность жизни при рождении», в качестве ресурсов – лаговые значения данного показателя, а также показатели, характеризующие ресурсы здравоохранения. Отбор ресурсов осуществлен по результатам корреляционно-регрессионного анализа, построения моделей по временным рядам. Исследована устойчивость оценки эффективности здравоохранения конкретного региона при разных сочетаниях результата и ресурсов.*

**Ключевые слова:** эффективность, ресурсы здравоохранения, устойчивость оценки, корреляционно-регрессионный анализ, DEA-оценка, ожидаемая продолжительность жизни при рождении, региональная экономика.

*A multivariate assessment of the effectiveness of regional health care systems using the DEA (Data Envelopment Analysis) data convolution method was carried out in the article. Indicator "life expectancy at birth" was used as a result. Lag values of this indicator and indicators characterizing health care resources are used as the resources. The selection of resources was carried out based on the results of correlation and regression analysis and building models for a time series. The sustainability of assessing the effectiveness of health care in a particular region was studied for different combinations of results and resources.*

**Key words:** efficiency, healthcare resources, stability of the assessment, correlation-regression analysis, DEA-assessment, life expectancy at birth, regional economy.

### Основные положения

1. Оценка DEA-эффективности региональных систем здравоохранения определяется, главным образом, полученным результатом – величиной ожидаемой продолжительности жизни при рождении (ОПЖР).
2. Увеличение числа ресурсов, учтенных в DEA-модели, приводит к увеличению оценок эффективности, уменьшению их вариации.
3. Предложенный в статье коэффициент позволяет провести анализ устойчивости DEA-оценок, полученных по разным моделям для конкретного региона.

### Введение

Многообразие факторов здоровья населения предопределяет актуальность нахождения методики оценки эффективности деятельности органов здравоохранения, устойчивой к разным сочетаниям объясняющих переменных.

Метод оценки эффективности DEA был разработан в середине XX века М. Фаррелом, в дальнейшем был усовершенствован А. Чарнсом, В. Купером, Э. Родсом, Р. Банкером [1]. Данный метод является универсальным, применяется для оценки эффективности различных видов деятельности. Среди трудов отечественных исследователей, использующих данный метод, можно назвать работы Е. П. Моргунова [3], Н. В. Дилигенского [1], Ю.В. Федотова [5] и др.

DEA-оценка основывается на традиционном представлении эффективности как отношения полученных результатов к использованным ресурсам. Одним из показателей результата

здравоохранения является ожидаемая продолжительность жизни при рождении (ОПЖР). В [4] нами предложено рассматривать ОПЖР текущего года как функцию от достигнутых уровней ОПЖР предыдущих лет. Иначе говоря, тот уровень здоровья, который уже был достигнут, является «ресурсом» для достижения нового результата. Эта гипотеза правомерна при относительной стабильности прочих факторов здоровья населения в региональном или временном разрезе. Расширение перечня рассматриваемых ресурсов с включением в него материальных и трудовых характеристик медицинских организаций позволит скорректировать оценку эффективности деятельности региональных органов здравоохранения с учетом сложившейся ресурсной базы.

Целью данной работы является определение степени устойчивости *DEA*-оценок эффективности функционирования региональных систем здравоохранения к различным сочетаниям показателей, характеризующих полученные результаты и использованные ресурсы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- собрать информацию и провести её предварительный анализ, направленный на конкретизацию временных рамок исследования, отбор факторов-ресурсов здравоохранения;
- определить критерии устойчивости *DEA*-оценок эффективности;
- произвести *DEA*-оценку эффективности при разных сочетаниях результатов и ресурсов;
- оценить степень устойчивости *DEA*-оценок.

### Методы

Предварительный анализ величины ОПЖР состоял в анализе динамики и региональной вариации данного показателя, определении полноты и сопоставимости информации по отдельным субъектам Российской Федерации.

Для решения задачи отбора факторов-ресурсов здравоохранения проведен корреляционно-регрессионный анализ следующих показателей (в скобках приведен период наблюдения и условное обозначение, все абсолютные показатели рассчитаны на душу населения):

- характеристики трудовых ресурсов: численность врачей всех специальностей (физических лиц) в организациях, оказывающих медицинские услуги, на конец года, чел. (2004 – 2020гг.,  $vr_t$ ); укомплектованность врачебных должностей в подразделениях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях (физическими лицами при коэффициенте совместительства 1,2), % (2017-2020,  $vr1_t$ ); укомплектованность должностей среднего медицинского персонала в подразделениях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях (физическими лицами при коэффициенте совместительства 1,2), % (2017 – 2020,  $ms1_t$ );
- характеристики материальных ресурсов: наличие основных фондов на конец года по остаточной балансовой стоимости по полному кругу организаций, млн руб. (2017 – 2021,  $OF_t$ ); число больничных коек, на конец года, ед. (2004 – 2020,  $koek_t$ ); мощность (число посещений в смену) амбулаторно-поликлинических организаций, на конец года, ед. (2004 – 2020,  $mosh_t$ );
- обобщающие характеристики ресурсов медицинских организаций: фактическая стоимость территориальной программы обязательного медицинского страхования, тыс. руб. (2008 – 2016,  $OMS_t$ ); валовой региональный продукт на душу населения в постоянных ценах, руб. (1996 – 2020,  $VRP_{ct}$ ).

Оценка эффективности региональных систем здравоохранения посредством метода *DEA* осуществлена с использованием пакета *DEAP Version 2.1* [6].

В рамках данной работы показатель ОПЖР, относящийся к тому или иному году наблюдения, является единственным результатом и образует группу моделей, различающуюся набором переменных, отражающих использованные ресурсы. В качестве ресурсов рассматривались лаговые значения ОПЖР с первого года наблюдения по год, предшествующий году, за который был получен результат, а также характеристики ресурсов здравоохранения. В дальнейшем будем называть модели только с лаговыми ОПЖР «короткими». Среди «коротких» выделим «полные», то есть со всеми лаговыми переменными-ресурсами, и «усеченные», включающие

лаговые значения ОПЖР, начиная с  $-$ -го года,  $t \geq 1$ . Короткие полные модели с дополнительным включением в них ресурсов здравоохранения будем называть «расширенными».

Для определения устойчивости оценок *DEA*-эффективности  $-$ -го региона в моделях с разным числом только лаговых переменных-ресурсов средняя *DEA*-эффективность, полученная по данным моделям, может быть сопоставлена с одной из *DEA*-оценок, принятой за базу сравнения. В этом случае коэффициент устойчивости оценки *DEA*-эффективности  $-$ -го региона будет иметь вид (1).

$$K_{k,b} = \frac{2 \cdot \sum_{j=m}^n \sum_{i=1}^{j-1} Eff_{k,j/i}}{(n+m-2) \cdot (n-m+1) \cdot Eff_{k,b/1}} \quad (1)$$

где  $K_{k,b}$  – коэффициент устойчивости оценки *DEA*-эффективности  $-$ -го региона по результату  $b$ -го года;  $b$  – номер года-базы сравнения оценок эффективности;  $m$  – номер первого года, ОПЖР которого рассматривалась в качестве результата в одной или нескольких моделях;  $n$  – номер последнего года в рассматриваемом периоде;  $Eff_{k,j/i}$  – оценка *DEA*-эффективности  $k$ -го региона по результату  $j$ -го года усеченной короткой модели с  $i$ -го года наблюдения по  $(j-1)$ -й год;  $Eff_{k,b/1}$  – оценка *DEA*-эффективности  $-$ -го региона по результату  $b$ -го года полной короткой модели; номера лет являются натуральными числами.

Примем, что расширенные модели строятся только для базового года. В этом случае формула коэффициента устойчивости оценки *DEA*-эффективности  $-$ -го региона будет иметь вид (2).

$$K_{k,b \text{ расш}} = \frac{2 \cdot (\sum_{j=m}^n \sum_{i=1}^{j-1} Eff_{k,j/i} + \sum_{i=1}^s Eff_{k,b/1 \text{ расш},i})}{((n+m-2) \cdot (n-m+1) + 2 \cdot s) \cdot Eff_{k,b/1 \text{ расш},i}} \quad (2)$$

где  $K_{k,b \text{ расш}}$  – коэффициент устойчивости оценки *DEA*-эффективности  $-$ -го региона по результату базового года с учетом ресурсов здравоохранения;  $s$  – количество моделей оценок эффективности базового года с разным сочетанием ресурсов здравоохранения;  $Eff_{k,b/1 \text{ расш},i}$  – оценка *DEA*-эффективности  $k$ -го региона по результату базового года с дополнительно учтенными в  $i$ -м сочетании ресурсами здравоохранения;  $Eff_{k,b/1 \text{ расш},i}$  – оценка *DEA*-эффективности  $-$ -го региона по результату базового года с  $i$ -м сочетанием ресурсов здравоохранения, выбранная в качестве базовой.

При неизменной эффективности коэффициент устойчивости  $K_{k,b}$  или  $K_{k,b \text{ расш}}$  будет равен единице. Он примет значение меньше единицы при преобладании более низких значений эффективности в других моделях, больше единицы – при преобладании более высоких.

### Результаты

Динамика ОПЖР по Российской Федерации за период с 1990 по 2021 гг. в целом была положительной. Устойчивая тенденция к росту наблюдалась в 2004 – 2019 гг. Пандемия привела к существенному снижению ОПЖР, так что уровень 2021 г. оказался ниже уровня 2012 г. Анализ полноты информации по отдельным регионам РФ обусловил использование для дальнейшего анализа более короткого периода – с 2014 по 2021 гг.

*DEA*-оценки эффективности найдены по трем группам коротких моделей с результатами, равными, соответственно, ОПЖР за 2019 г., ОПЖР за 2020 г., ОПЖР за 2021 г. Таким образом, получено 18 наборов значений *DEA*-эффективности для 85 регионов каждый. В таблице 1 приведены значения коэффициентов корреляции между оценками, полученными по каждой группе моделей, в таблице 2 – коэффициенты корреляции между *DEA*-оценками полных коротких моделей.

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции показателей DEA-эффективности максимального и усеченного периодов её оценки**

Максимальный период оценки DEA-эффективности		Число лет, вошедших в усеченный период оценки DEA-эффективности					
год, ОПЖР которого принята за результат	годы, ОПЖР за которые принята за «ресурсы»	6	5	4	3	2	1
2021	2014–2020	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9998	0,8482
2020	2014–2019		0,9812	0,9812	0,9814	0,9914	0,9246
2019	2014–2018			1,0000	0,9882	0,9305	0,7143

Источники: [2], расчеты автора

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции оценок DEA-эффективности по моделям с разным годом ОПЖР, принятым в качестве результата**

Модели	2021 (2014-2020)	2020 (2014-2019)	2019 (2014-2018)
2021 (2014-2020)	1,0000		
2020 (2014-2019)	0,4097	1,0000	
2019 (2014-2018)	0,2530	-0,0081	1,0000

Источники: [2], расчеты автора.

Для отбора наиболее информативных показателей, характеризующих ресурсы здравоохранения, построены модели по временным данным. В качестве наилучших выбраны модели (3) и (4).

$$OPGR_t = 79,99 + 1,09 \cdot 10^{-5} \cdot VRR_{t,t} - 1,23 \cdot 10^{-6} \cdot kock_t + \hat{\varepsilon}_t \quad (3)$$

$$OPGR_t = 109,00 - 0,01 \cdot ж.осл_t + 0,38 \cdot t + \hat{\varepsilon}_t \quad (4)$$

где  $OPGR_t$  – ожидаемая продолжительность жизни при рождении.

Данные функции имеют значимые параметры, нормально распределенные и некоррелированные случайные остатки. Информационный критерий Шварца для (3) составил 30,45, для (4) он равен 27,44.

В результате проведения анализа по региональным данным, выявлены следующие показатели, значимо связанные с величиной ОПЖР: степень укомплектованности врачами и средним медицинским персоналом ( $r = 0,5$ ), число больничных коек ( $r = -0,6$ ), мощность амбулаторно-поликлинических организаций ( $r = -0,4$ ), фактическая стоимость территориальной программы ОМС ( $r = -0,4$ ). По остальным указанным выше показателям связь не выявлена.

Таким образом, в состав ресурсов, формирующих уровень ОПЖР в расширенной DEA-модели, включены показатели, характеризующие укомплектованность медицинскими кадрами, мощность больниц и поликлиник, стоимость территориальной программы ОМС. По результатам её построения максимальные оценки эффективности деятельности региональных органов здравоохранения получены для 41 региона, что существенно больше, чем в моделях, основанных только на ресурсах в виде ОПЖР прошлых лет. Все регионы с единичной эффективностью, рассчитанной по полной короткой модели, не снизили этот показатель по результатам применения расширенной модели. Коэффициент корреляции DEA-оценок эффективности, полученных по двум этим моделям, составил 0,436.

Для анализа влияния на DEA-оценку эффективности числа учтенных ресурсов рассчитаны коэффициенты вариации DEA-эффективности по каждой из моделей (табл. 3).

Анализ устойчивости DEA-оценок показал, что единственным регионом с DEA-коэффициентом, равным единице во всех моделях, является Республика Ингушетия. Согласно коротким моделям, улучшение эффективности ( $K_{t,2021} < 1$ ) наблюдалось у 18 регионов. Остальные регионы получили при оценке по базовой полной короткой модели 2021 г. более

низкую эффективность. При использовании в качестве базовой расширенной модели, коэффициент устойчивости для всех регионов оказался меньше единицы, то есть *DEA*-оценки эффективности по расширенной модели оказались выше, чем по остальным моделям.

Таблица 3

**Коэффициенты вариации оценок *DEA*-эффективности, %**

Модель и год, ОПЖР которого принята в качестве результата	Число лаговых значений ОПЖР						
	1	2	3	4	5	6	7
Короткая, 2019	1,19	0,71	0,68	0,64	0,64	-	-
Короткая, 2020	0,93	0,81	0,81	0,81	0,81	0,78	-
Короткая, 2021	0,97	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Расширенная 2021	-	-	-	-	-	-	0,55

Источники: [2], расчеты автора.

**Обсуждение**

Использование лаговых значений ОПЖР в качестве ресурсов позволяет учесть разнообразные, в том числе ненаблюдаемые факторы в одном интегральном показателе. Корректность этого приема подтверждается тем, что регионы-лидеры (то есть регионы с единичной *DEA*-эффективностью) по короткой модели оказались подмножеством таких регионов по расширенной.

Изменение эффективности деятельности региональных систем здравоохранения приводит к изменению их *DEA*-оценок, что делает возможным их практическое применение.

Учет в составе *DEA*-модели ресурсов здравоохранения позволяет уточнить оценку эффективности, однако возникает проблема их отбора и интерпретации. Полученные в данном исследовании отрицательные коэффициенты корреляции ОПЖР с ресурсами, очевидным образом оказывающим на неё положительное влияние, можно проинтерпретировать как эффект отклика органов здравоохранения на изменение состояния здоровья населения: прирост мощности медицинских учреждений не в полной мере может воспрепятствовать негативным последствиям всплеска заболеваемости населения в неблагоприятные годы. И наоборот, улучшение здоровья граждан снижает потребность в услугах медицинских учреждений.

**Заключение**

В ходе проведенного исследования реализовано 19 моделей оценки эффективности функционирования региональных систем здравоохранения с помощью метода *DEA*. Установлено, что оценка эффективности конкретного региона определяется, главным образом, полученным данным регионом результатом, а изменение числа ресурсов приводит, при прочих равных условиях, к увеличению числа регионов-лидеров, уменьшению вариации оценок эффективности.

Предложенный в работе коэффициент устойчивости позволил выявить регионы с постоянной, растущей или снижающейся величиной оценки *DEA*-эффективности.

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование *DEA*-моделей при оценке эффективности деятельности региональных систем здравоохранения.

**Благодарность**

Автор выражает признательность коллегам-участникам Международной научно-практической конференции «Перспективы развития экономики здоровья», проходившей 6–7 декабря 2022 г. в ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» за проявленный интерес к докладу, сделанному на основе данного исследования, интересные замечания и идеи.

### Литература

1. Дилигенский Н. В., Цапенко М.В., Давыдов А.Н. Сравнительный многокритериальный анализ эффективности операционной деятельности промышленных предприятий // Труды XII Междунар. конф. «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара, 21–23 июня 2010 г. Самара: Самарский научный центр РАН, 2010. С. 126–136.
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: <https://fedstat.ru/>
3. Моргунов Е.П., Моргунова О.Н. Продвижение метода оценки эффективности систем Data Envelopment Analysis в России // сб. науч. трудов XX Междунар. науч.-практич. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении». Санкт-Петербург, 29 июня–01 июля 2016 г. СПб.: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2016. С. 390–398.
4. Нерадовская Ю.В. Оценка эффективности функционирования региональных систем здравоохранения // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2022. № 1. С. 125–132.
5. Федотов Ю.В. Измерение эффективности деятельности организации: особенности метода DEA (анализа свертки данных) [Текст] // Российский журнал менеджмента. 2012. Т. 10. № 2. С. 51–62.
6. Coelli T.J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program / Centre for Efficiency and Productivity Analysis. University of New England (Australia). 1996.

DOI: [10.34773/EU.2023.1.19](https://doi.org/10.34773/EU.2023.1.19)

## **Инвалидность населения степных регионов РФ: экономический ущерб для трудовых ресурсов**

### **Disability of the Population of the Steppe Regions of the Russian Federation: Economic Damage to Labor Resources**

---

**Л. ТУКТАМЫШЕВА**

---

**Туктамышева Лилия Мухаммадиевна**, канд. экон. наук, доцент, научный сотрудник Института степи Уральского отделения Российской академии наук. E-mail: [lmtuktamisheva@mail.ru](mailto:lmtuktamisheva@mail.ru)

*В условиях сокращения численности населения и роста нагрузки на трудоспособное население, инвалидность в вопросе сохранения трудовых ресурсов приобретает особую роль. Степные регионы РФ являются лидерами в производстве сельхозпродукции, соответственно, продовольственная безопасность страны определяется возможностями трудовых ресурсов этих регионов. Цель исследования состоит в выявлении характерных особенностей в заболеваемости и инвалидности населения степных регионов РФ как фактора потерь трудовых ресурсов. Анализ показал ускоренный рост в степных регионах числа инвалидов 1 и 2 группы, которые не относятся к рабочей группе и не могут осуществлять трудовую деятельность наравне с остальными.*

**Ключевые слова:** степные регионы, инвалидность, заболеваемость, первичная инвалидность.

*In the conditions of population reduction, the growing burden on the able-bodied population, disability in the issue of labor resources conservation acquires a special role. The steppe regions of the Russian Federation are the leaders in agricultural production, respectively, the country's food security is determined by the capabilities of the labor resources of these regions. The purpose of the study is to identify the characteristic features in the morbidity and disability of the population of the steppe regions of the Russian Federation as a factor of labor losses. The analysis showed an accelerated growth in the steppe regions of the number of disabled people of groups 1 and 2, who do not belong to the working group and cannot carry out work on an equal basis with the rest.*

**Key words:** steppe regions, disability, morbidity, primary disability.