

© ШВЕЦ Ю.Ю., 2023
УДК 614.2

Швец Ю. Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕХОДА К ЦЕННОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Москва, Россия

Системы здравоохранения требуют постоянного совершенствования. Наряду с этим, несмотря на темпы развития общества, они сталкиваются с рядом глобальных проблем, решить которых может переход к ценностно-ориентированному здравоохранению посредством робастного управления. Цель исследования заключается в изучении взаимосвязей между устойчивым управлением здравоохранением и ожидаемой продолжительностью жизни в регионах России с особым акцентом на влияние факторов робастного управления на этот показатель. В исследовании использовались теоретические методы (наблюдение, измерение, сравнение, анализ, моделирование, синтез, изучение и обобщение), а также моделирование при помощи пакетов Pandas, Numpy, Scipy, Geopandas, Sklearn, Matplotlib и Seaborn для языка программирования Python. Итогом исследования явилось построение древовидной модели взаимосвязи показателей, которая позволила получить многоуровневый список с взаимным влиянием факторов и порогами значений. Изучая динамику между стратегиями управления здравоохранением и ожидаемой продолжительностью жизни в регионах, мы стремились определить ключевые факторы контроля, которые можно использовать для улучшения результатов здравоохранения по всей стране и оценить, какие из них оказывают большее и меньшее влияние. Итогом анализа явилось определение пороговых значений показателей, изменение которых приводит к значительному изменению продолжительности жизни.

Ключевые слова: робастное управление; ценностно-ориентированное здравоохранение; продолжительность жизни; неопределённость систем; ценности

Для цитирования: Швец Ю. Ю. Применение подходов робастного управления для перехода к ценностно-ориентированному здравоохранению. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2023;31(спецвыпуск 2):1176—1182. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-s2-1176-1182>

Для корреспонденции: Швец Юрий Юрьевич; e-mail: yyshvets@fa.ru

Shvets Yu. Yu.

APPLYING ROBUST MANAGEMENT APPROACHES TO TRANSIT TO VALUE-BASED HEALTHCARE

Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, 115088, Moscow, Russia

Health systems require continuous improvement. Along with that, despite the pace of the society development, they face a number of global problems, which can be solved by the transition to value-based healthcare through robust management. The purpose of the study is to analyze the relationship between sustainable healthcare management and life expectancy in the regions of the Russian Federation, with a special focus on the impact of robust management factors on this indicator. The study used theoretical methods: observation, measurement, comparison, analysis, modeling, synthesis, study and generalization, as well as practical ones: modeling using Pandas, Numpy, Scipy, Geopandas, Sklearn, Matplotlib and Seaborn packages for the Python programming language. The study resulted in the construction of a tree-like model of the relationship of indicators, which made it possible to obtain a multi-level list with the mutual influence of factors and thresholds. By examining the dynamics in the relationship between health management strategies and life expectancy across regions, we sought to identify key control factors that can be used to improve health outcomes across the country and assess which ones have more and less impact. The result of the analysis was the determination of the threshold values of indicators, the change in which leads to a significant change in life expectancy.

Keywords: robust management; value-based healthcare; life expectancy; system uncertainty; values

For citation: Shvets Yu. Yu. Applying robust management approaches to transit to value-based healthcare. *Problemi socialnoi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsini*. 2023;31(Special Issue 2):1176–1182 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2023-31-s2-1176-1182>

For correspondence: Yuriy Yu. Shvets; e-mail: yyshvets@fa.ru

Source of funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received 30.06.2023
Accepted 05.09.2023

Введение

В современном мире здравоохранение является одной из ключевых областей, требующих постоянного развития и совершенствования. Однако, несмотря на огромный потенциал и доступ к новейшим технологиям и медицинским препаратам, здравоохранение продолжает сталкиваться с множеством проблем, такими как неравенство в доступе к медицинским услугам, высокие расходы на здравоохранение, отсутствие координации и интеграции между различными уровнями медицинской помо-

щи, и многими другими [1—3]. В свете этих проблем значительное внимание уделяется робастному управлению в здравоохранении как подходу, который может помочь решить многие из этих проблем и осуществить переход от традиционной системы здравоохранения к ценностно-ориентированной [4, С. 32]. Робастное управление представляет собой методологию, которая позволяет повысить устойчивость и гибкость системы здравоохранения, чтобы она могла адаптироваться к изменяющимся условиям и реагировать на непредвиденные события [5, 6].

Цель исследования заключается в изучении взаимосвязей между устойчивым управлением здравоохранением и ожидаемой продолжительностью жизни (ПЖ) в регионах России с особым акцентом на влияние факторов робастного управления на этот жизненно важный показатель здоровья. Эта работа будет полезной для всех, кто изучает факторы, влияющие на систему здравоохранения, и позволит лучше понять, как робастное управление может быть использовано для улучшения качества и эффективности здравоохранения в мире.

Материалы и методы

Для исследования использовался набор показателей в разрезе субъектов Российской Федерации¹. Искомые показатели были взяты из открытых статистических источников [7]. В работе применялись следующие теоретические методы: наблюдение, измерение, сравнение, анализ, моделирование, синтез, изучение и обобщение. С помощью теоретических методов была раскрыта сущность понятия «робастное управление» и возможности его применения для анализа.

Показатели были проанализированы с помощью статистических пакетов Pandas, Numpy, Scipy, Geopandas и Sklearn для языка программирования Python. Построены различные визуализации данных с помощью графических пакетов Matplotlib и Seaborn для языка программирования Python. Построены древовидные модели взаимосвязи показателей, которые позволили получить многоуровневый список с взаимным влиянием факторов и порогами значений.

Результаты

Робастное управление — это общая концепция для описания свойств системы, которая немного варьируется в разных областях применения. Для робастности не существует точного математического определения. Поэтому мы вывели формулировку из многочисленных существующих определений, которые следует использовать в следующем: «Робастность — это защита от неожиданного поведения системы» [8, С. 10].

Робастность не может быть доказана и оценена непосредственно в случае, если можно только показать, что система не является надёжной. Математически отсутствие робастности среди прочих может быть выражено следующими критериями: неустойчивость, особенности и отклонения, бифуркации, соответственно, мультимодальному поведению системы [9, С. 835].

Система, построенная на основе критерия стационарной робастности/устойчивости, придерживается граничного принципа. Определение «границы» начинается с утверждения о том, что изменчивость является неотъемлемым аспектом каждого

естественного процесса, что подтверждается изучением свойств и характеристик финансовых систем [10].

В России неопределённости в области здравоохранения имеют уникальные особенности, обусловленные историческим, социальным, экономическим и политическим контекстом страны. Некоторые из этих особенностей включают в себя неравномерное распределение ресурсов здравоохранения: Россия является крупнейшей страной в мире по площади, что создаёт проблемы с точки зрения справедливого распределения ресурсов здравоохранения. Сельские и отдалённые районы часто имеют ограниченный доступ к медицинским учреждениям и специалистам, что приводит к неравенству в доступности и качестве медицинских услуг по всей стране. Как следствие этого можно отметить нехватку медицинских кадров и их неравномерное распределение [11].

Неопределённость в российской системе здравоохранения создаёт серьёзные проблемы для управления здравоохранением и предоставления услуг. Определив и поняв источники неопределённости, заинтересованные стороны здравоохранения могут разработать робастные стратегии контроля, которые учитывают эти сложности и гарантируют, что медицинские услуги и результаты остаются в допустимых пределах [12—14].

Далее нами будут изучены взаимосвязи между устойчивым управлением здравоохранением и ожидаемой ПЖ в регионах России с особым акцентом на влияние факторов робастного управления на этот жизненно важный показатель здоровья [15, 16]. Изучая динамику между стратегиями управления здравоохранением и ожидаемой ПЖ в регионах, мы стремимся определить ключевые факторы контроля, которые можно использовать для улучшения результатов здравоохранения по всей стране и оценить, какие из них оказывают большее и меньшее влияние.

Чтобы подтвердить или опровергнуть гипотезу о том, что на ПЖ в различных регионах влияют факторы робастного управления, а также оценить точные масштабы их влияния, исследуем ряд показателей, измеренных в 2019, 2020, 2021 гг. в различных регионах России. За основу возьмём показатель ПЖ. Оценим его динамику (рис. 1).

На графике видно снижение ожидаемой ПЖ в каждом следующем году во всех регионах. Это снижение может быть обусловлено рядом факторов, в числе которых экономические трудности, несовершенство системы здравоохранения, последствия пандемии коронавирусной инфекции, образ жизни и демография [17—19]. Эти факторы в совокупности способствовали снижению ожидаемой ПЖ в России в период с 2019 по 2021 г. Стоит отметить, что какие-то из них оказали большее влияние, чем другие. На нахождение этой взаимосвязи и направлен дальнейший анализ.

Оценим корреляцию ПЖ с различными экономическими факторами (рис. 2). Можно наблюдать отрицательную корреляцию ПЖ с величиной стои-

¹ Официальные статистические показатели. ЕМИСС: государственная статистика. URL: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения: 15.03.2023).

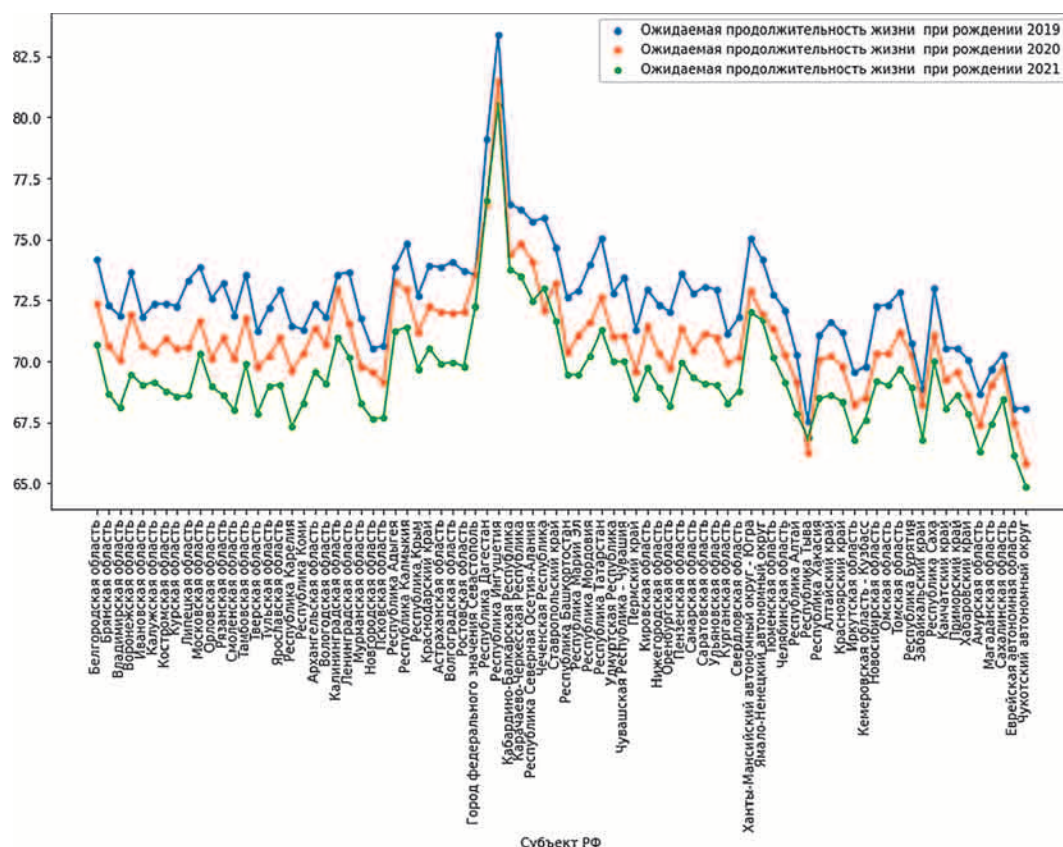


Рис. 1. График динамики ПЖ.

мости набора продуктов, а также очевидно ложную отрицательную корреляцию с количеством учреждений здравоохранения и численностью населения на одну больницу койку. Также присутствует негативный тренд [20].

В зависимости от цвета можно делать выводы о силе корреляционных связей: более яркий цвет обозначает более тесную связь и наоборот.

Оценим значимость корреляций между факторами и показателем. Многие корреляции получились

ложными. Поэтому для того, чтобы оценить только влияние экономических факторов, исключим из данных переменную года наблюдения, а также удалим оценку численности населения, т. к. она не является полностью экономическим фактором.

В полученных данных наблюдается очень мало значимых и сильных корреляций между целевым показателем и экономическими факторами (рис. 3), это позволяет предположить нелинейность взаимосвязей. Чтобы лучше оценить влияние совокупно-



Рис. 2. Корреляция ПЖ с другими факторами.

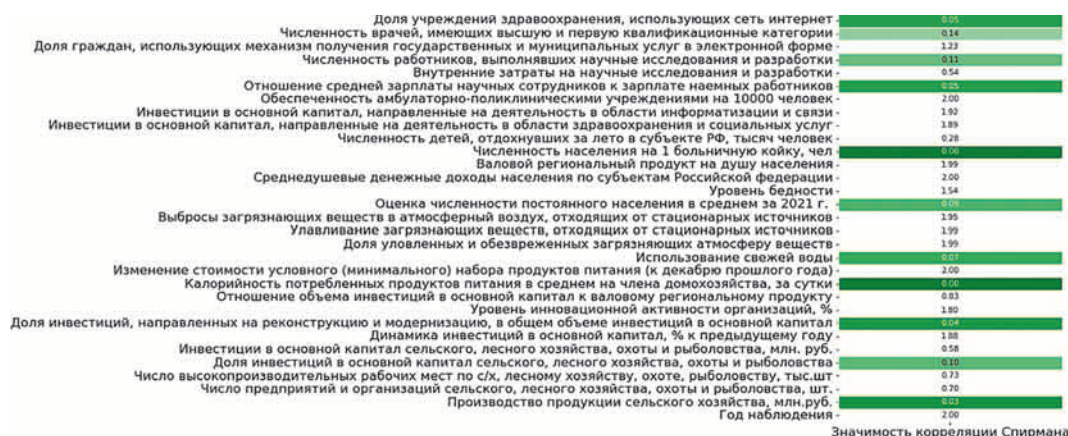


Рис. 3. Корреляция ПЖ с изменённым набором факторов.

сти факторов на ожидаемую ПЖ, построим дерево решений. Оно позволит оценить вклад каждого фактора в целевой показатель и границы значений факторов для каждого из значений показателя. Эффективность дерева решений для данной задачи стремится к 100%, но для удобства отображения и описания глубина дерева решений была ограничена, как и минимальное количество признаков в итоговых группах [21].

Схема полученного дерева решений имеет обший вид, представленный на рис. 4. Разберём схему принятия решения об ожидаемой ПЖ, двигаясь сверху вниз и оценивая влияние факторов. В дереве решений в корне находится переменная, которая позволяет сразу разделить данные на 2 группы по значению среднеквадратичной ошибки в данных.

Для более подробной интерпретации результатов рассмотрим каждую ветвь дерева решений детально. В данном дереве решений первая переменная представляет собой изменение стоимости продуктов питания. Если данная величина $\leq 105,76$ (здесь подразумевается темп роста показателя по отношению к предыдущему году) и при этом уровень инновационной активности организаций в регионе $\leq 3,95$, то это сразу позволяет сделать вывод о средней ожидаемой ПЖ в таких регионах — 77,2 года.

Здесь мы можем наблюдать, что удорожание продуктовой корзины с темпами роста более 5% в год и уровне валового внутреннего продукта (ВВП) ниже 249 тыс. руб. на душу населения ПЖ сразу теряет 2 года по сравнению с предыдущим сценарием (75 лет против 77).

Следующий сценарий выглядит так: если ВВП на душу населения будет составлять более 249 тыс. руб. и при этом темп роста цен на потребительскую корзину будет меньше (или равен) 11%, обеспеченность больницами будет меньше, чем 271 шт. на 10 000 человек и отношение зарплат научных работников и остальных рабочих будет на уровне меньше 204, то мы получим продолжительность жизни всего 70 лет.

Изучив расшифровку дерева решений, можно сделать выводы о том, совокупность каких условий

и каких их объёмов является достаточной для высоких значений показателя ожидаемой ПЖ.

Наибольшее влияние на ПЖ в регионах Российской Федерации, согласно анализу, проведённому с помощью дерева решений, имеют экономические факторы: изменение стоимости набора продуктов питания, валовой региональный продукт на душу населения и уровень инновационной активности организаций. График важности влияния различных факторов на ожидаемую ПЖ приведён на рис. 5.

В развитых регионах с высоким уровнем инновационной активности предприятий изменение стоимости продуктов питания не должно превышать 104,58 в темпе роста к предыдущему периоду. Можно также заметить, что ПЖ в регионах с низким уровнем развития превышает ПЖ в регионах с высоким уровнем развития.

Обсуждение

Путём тщательного изучения взаимосвязи между робастным управлением здравоохранением и ожидаемой ПЖ в России данное исследование призвано внести свой вклад в растущий объём литературы по стратегиям управления здравоохранением, которые могут эффективно устранять неопределённости и проблемы, с которыми сталкиваются системы здравоохранения во всём мире [22]. Кроме того, выводы, полученные в результате этого анализа, помогут политикам и руководителям здравоохранения в их усилиях по разработке и внедрению целевых вмешательств, которые могут способствовать справедливости, устойчивости и долгосрочной стабильности в предоставлении медицинских услуг в различных регионах России [23]. Исследование ограничено доступным в официальной статистике набором показателей, поэтому есть вероятность, что при расширении их перечня результаты будут более точными.

Заключение

Робастное управление в сфере здравоохранения является необходимой моделью, т. к. системы часто нестабильны и подвержены влиянию неопределённостей. Проведя анализ, мы определили, что заложено

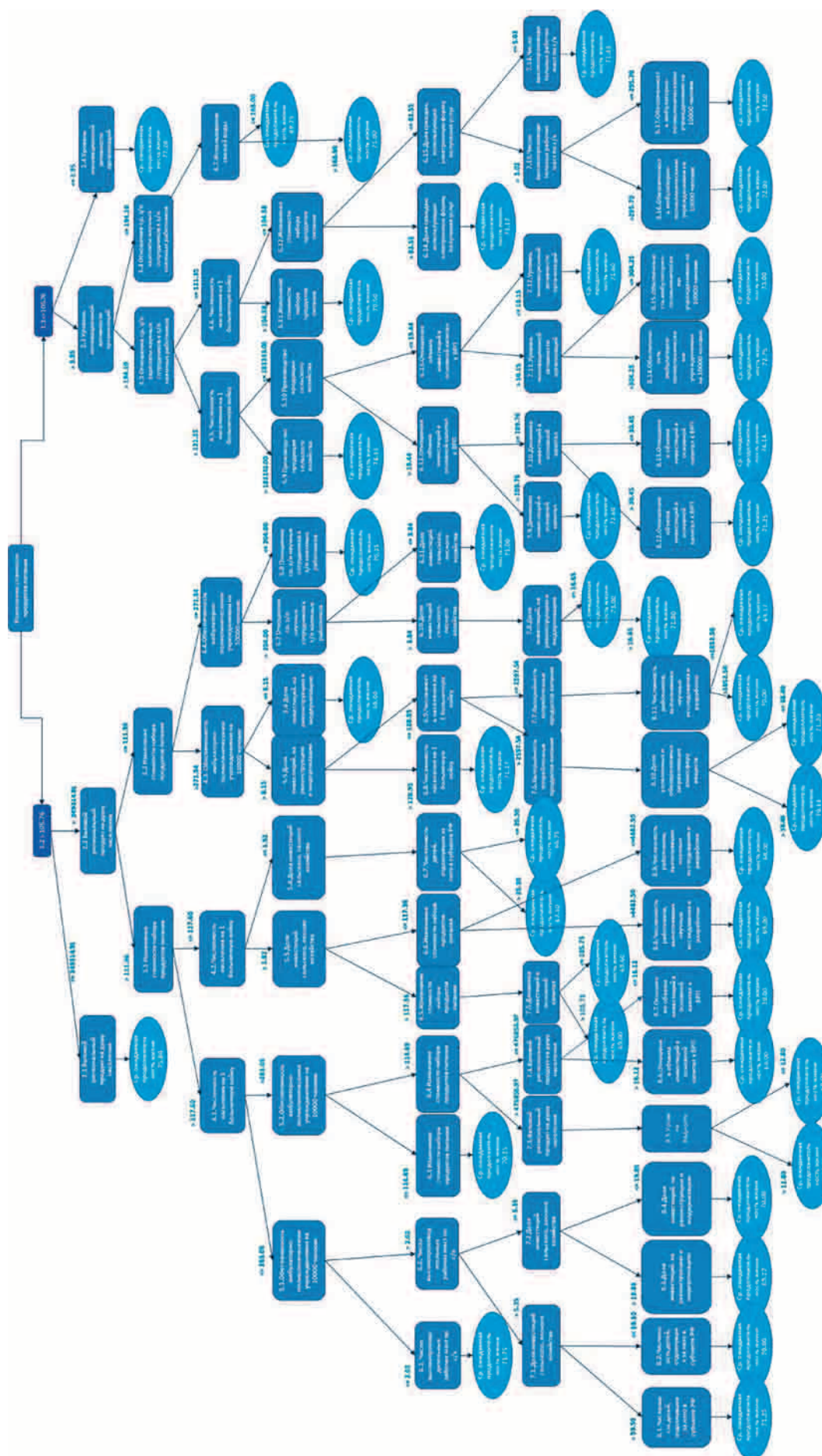


Рис. 4. Дерево решений оценки влияния факторов.

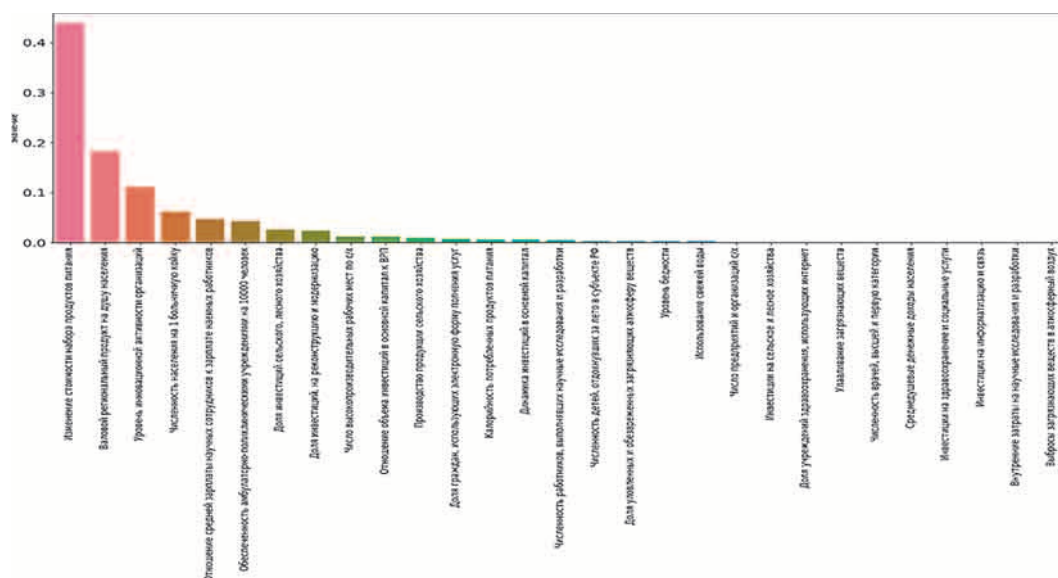


Рис. 5. Оценка влияния факторов на ПЖ.

гом достойного уровня ПЖ в целом являются достойная оплата труда научных работников, достаточное количество мест в больницах, низкие темпы инфляции и цифровизация получения услуг. Если же темпы инфляции растут, то должны расти и ВВП на душу населения, обеспеченность больницами, инвестиции на модернизацию, калорийность блюд, а снижаться — очередь на больничную койку.

Осведомленность об уровне пороговых значений рассмотренных показателей позволит принимать эффективные управленческие решения в социально-экономической сфере, чтобы поддерживать баланс между уровнем развития экономики и благосостоянием граждан. Также эти значения позволяют «подсветить узкие места» в развитии регионов, чтобы своевременно направить усилия на решение возникающих проблем [24].

В целом переход к ценностно-ориентированному здравоохранению с применением подходов робастного управления позволит разрабатывать эффективные стратегии для решения имеющихся проблем и оказывать медицинскую помощь в соответствии с определёнными ценностями.

Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Kang C. W., Imran M., Omair M. et al. Stochastic-petri net modeling and optimization for outdoor patients in building sustainable healthcare system considering staff absenteeism // *Mathematics*. 2019. Vol. 7, N 6. P. 499.
- Айтжан Т. В. Сравнение систем лекарственного обеспечения в Европе и США. Уроки для России // *Региональная экономика: теория и практика*. 2018. Т. 16, № 4. С. 624—639.
- Васильев В. П. Социальные ценности и институты здравоохранения // *Вестник Московского университета*. 2016. Серия 18. № 3. С. 159—175.
- Алексеев М. А., Фрейдина Е. В. Методологические основы развития теории робастного управления экономическими системами // *Общество и экономика: проблемы развития*. 2017. № 2. С. 19—39.
- Bai L., Zhang J. An incentive-based method for hospital capacity management in a pandemic: the assignment approach // *International Journal of Mathematics in Operational Research*. 2014. Vol. 6, N 4. P. 452—473.
- Eriskin L., Karatas M., Zheng Y. J. A robust multi-objective model for healthcare resource management and location planning during pandemics // *Ann. Oper. Res.* 2022. P. 1—48. DOI: 10.1007/s10479-022-04760-x
- Волков И. Н., Гохберг Л. М., Дробышева М. А., Зубаревич Н. В. Регионы России. Социально-экономические показатели. М.; 2022.
- Алексеев М. А. Теоретические подходы к пониманию неопределенности // *Проблемы экономической науки и практики*. 2017. Вып. 3. С. 8—14.
- Zarrinpar A., Lee D. K., Silva A., Datta N. Individualizing liver transplant immunosuppression using a phenotypic personalized medicine platform // *Science Translational Medicine*. 2016. Vol. 8. P. 333—342.
- Kurt P., Saban M., Cankaya F., Annac M. C. Time-driven activity-based costing in the ophthalmology Department of State Hospital: a case study // *Fresenius Environ. Bull.* 2019. Vol. 28, N 4. P. 2754—2770.
- Перепалова О. В., Петрова И. А. Пациент-ориентированность при оказании населению медицинских услуг как ценность и принцип деятельности // *Фокус проблемы*. 2019. № 10. С. 12—17.
- Moghadas S. M., Shoukat A., Fitzpatrick M. C. et al. Projecting hospital utilization during the COVID-19 outbreaks in the United States // *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2020. Vol. 117, N 16. P. 9122—9126.
- Зуенкова Ю. А., Хавторин А. М. Возможности и перспективы технологии распределенного реестра в управлении «опытом пациента» // *Менеджер здравоохранения*. 2020. № 9. С. 47—54.
- Зуенкова Ю. А. Тренды маркетинговых исследований рынка здравоохранения // *Практический маркетинг*. 2021. № 10. С. 25—30.
- Reilly C. A., Doughty H. P., Werth P. M. et al. Creating a value dashboard for orthopaedic surgical procedures // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2020. Vol. 102, N 21. P. 1849—1856.
- Домбровский В. С., Мусина Н. З., Мельникова Л. С. Ценностно-ориентированные закупки медицинских изделий // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2020. № 2. С. 9—17. DOI: 10.17116/medtech2020400219
- Verhagen M. D., Brazel D. M., Dowd J. B. et al. Predicting peak hospital demand: Demographics, spatial variation, and the risk of «hospital deserts» during COVID-19 in England and Wales. Oxford; 2020.
- Wu Z., McGoogan J. M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (Covid-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese center for disease control and prevention // *JAMA*. 2020. Vol. 323, N 13. P. 1239—1242. DOI: 10.1001/jama.2020.2648

19. Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study // *Lancet Respir. Med.* 2020. Vol. 8, N 5. P. 475—481. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079—5
20. Мхитарян В. С., Астафьева Е. В., МIRONКИНА Ю. Н., Трошин Л. И. Теория вероятностей и математическая статистика. Синергия. М.; 2013.
21. Лазарев В. Л. Робастное управление в биотехнологической промышленности. СПб.; 2015.
22. Клейнер Г. Б. Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории. Ч. 2 // *Вопросы экономики.* 2016. № 1. С. 117—128.
23. Омеляновский В. В., Мусина Н. З., Гостищев Р. В. и др. Концепция ценностно-ориентированного здравоохранения // *ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология.* 2020. Т. 13, № 4. С. 438—451. DOI: 10.17749/2070—4909/farmakoeconomika.2020.042
24. Ионов М. В., Зварту Н. Э., Емельянов И. В., Конради А. О. Телемедицинское наблюдение и консультирование пациентов с артериальной гипертензией. Старые проблемы — новые возможности // *Артериальная гипертензия.* 2019. Т. 25, № 4. С. 337—356. DOI: 10.18705/1607-419X-2019-25-4-337-356
9. Zarrinpar A., Lee D. K., Silva A., Datta N. Individualizing liver transplant immunosuppression using a phenotypic personalized medicine platform. *Science translational medicine.* 2016;8:333—342.
10. Kurt P., Saban M., Cankaya F., Annac M. C. Time-driven activity-based costing in the ophthalmology Department of State Hospital: a case study. *Fresenius Environ. Bull.* 2019;28(4):2754—2770.
11. Perepalova O. V., Petrova I. A. Patient orientation in the provision of medical services to the population as a value and principle of activity. *Focus of the problem.* 2019;(10):12—17. (In Russ.)
12. Moghadas S. M., Shoukat A., Fitzpatrick M. C. et al. Projecting hospital utilization during the COVID-19 outbreaks in the United States. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2020;117(16):9122—9126.
13. Zuenkova Yu. A., Khavtorin A. M. Possibilities and perspectives of distributed register technology in managing the «patient experience». *Health manager.* 2020;(9):47—54. (In Russ.)
14. Zuenkova Yu. A. Trends in marketing research of the health care market. *Practical marketing.* 2021;(10):25—30. (In Russ.)
15. Reilly C. A., Doughty H. P., Werth P. M. et al. Creating a value dashboard for orthopedic surgical procedures. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2020;102(21):1849—1856.
16. Dombrovsky V. S., Musina N. Z., Melnikova L. S. Value-oriented purchasing of medical devices. Medical technologies. Evaluation and choice. 2020: 9—17. (In Russ.)
17. Verhagen M. D., Brazel D. M., Dowd J. B. et al. Predicting peak hospital demand: Demographics, spatial variation, and the risk of «hospital deserts» during COVID-19 in England and Wales. Oxford; 2020.
18. Wu Z., McGoogan J. M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (Covid-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese center for disease control and prevention. *JAMA.* 2020;323(13):1239—1242. DOI: 10.1001/jama.2020.2648
19. Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir. Med.* 2020;8(5):475—481. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079—5
20. Mkhitarян V. S., Astafieva E. V., Mironkina Yu. N., Troshin L. I. Theory of probability and mathematical statistics. Synergy. Moscow; 2013. (In Russ.)
21. Lazarev V. L. Robust control in the biotechnology industry. St. Petersburg; 2015. (In Russ.)
22. Kleiner G. B. The stability of the Russian economy in the mirror of system economic theory. Part 2. *Issues of Economics.* 2016;(1):117—128. (In Russ.)
23. Omelyanovsky V. V., Musina N. Z., Gostishchev R. V. et al. The concept of value-based healthcare. *PHARMACOECONOMICS. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology.* 2020;13(4):438—451. (In Russ.)
24. Ionov M. V., Zvartau N. E., Emelyanov I. V., Konradi A. O. Telemedicine monitoring and counseling of patients with arterial hypertension. Old problems — new opportunities. *Arterial hypertension.* 2019;25(4):337—356. (In Russ.) DOI: 10.18705/1607-419X-2019-25-4-337-356

Поступила 30.06.2023
Принята в печать 05.09.2023

REFERENCES