

18. Шапиро Дж. Трансатлантические отношения и коронавирус [Электронный ресурс]. URL: <https://globalaffairs.ru/articles/transatlantica-i-koronavirus/>
19. ЮНИСЕФ предупредил о появлении детей «потерянного поколения» [Электронный ресурс]. URL: // <https://www.unicef.org/press-releases/unicef-calls-averting-lost-generation-covid-19-threatens-cause-irreversible-harm>
20. Baehr P. Caesarism, Charisma and Fate: Historical Sources and Modern Resonances in the Work of Max Weber. New Jersey: Transaction Publishers, 2008.
21. Kumar A., Somani A. Dealing with Corona virus anxiety and OCD // Asian Journal of Psychiatry. 2020. V. 51:102053.
22. Montemurro N. The emotional impact of COVID-19: from medical staff to common people // Brain, behavior, and immunity, 2020. P. 1-2.
23. Stankovska G., Memedi I., Dimitrovski D. Coronavirus COVID-19 disease, mental health and psychosocial support // Society Register, 2020. V. 4(2). P. 33–48.

Региональные особенности взаимосвязи инновационной активности в здравоохранении и благосостояния населения

Regional Differences in the Relationship Between Innovation Activity in Healthcare and Public Welfare

(DOI: 10.34773/EU.2021.1.31)

М. Ю. АРХИПОВА, В. А. РОГОВЧЕНКО

Архипова Марина Юрьевна, д-р экон. наук, профессор департамента статистики и анализа данных, в.н.с. научно-учебной лаборатории измерения благосостояния Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ). E-mail: marhipova@hse.ru

Роговченко Валерия Андреевна, стажер научно-учебной лаборатории измерения благосостояния НИУ ВШЭ. E-mail: valeriya.rogovchenko@gmail.com

Статья посвящена исследованию инновационной деятельности в здравоохранении и ее влиянию на благосостояние населения в зависимости от региона проживания респондентов. Моделирование исследуемой связи реализовано с помощью классического эконометрического инструментария, а также с помощью методов машинного обучения. Учет различных составляющих благосостояния населения основан на авторском алгоритме расчета сводного индекса, включающего в свой состав 21 показатель в рамках пяти субиндексов. Результаты исследования показали оторванность инновационных научных исследований от практики, а также малую эффективность систем здравоохранения в регионах России.

Ключевые слова: инновации в здравоохранении, эффективность системы здравоохранения, благосостояние населения, эконометрическое моделирование.

The article is devoted to the study of innovative activity in healthcare and its impact on the population's well-being in Russian regions. The statistical modelling of the studied relationship is implemented using classical econometric tools and machine learning algorithms. The accounting of various components of the population's well-being is based on the author's algorithm for calculating the composite index, which includes 21 indicators within five sub-indices. The results of the study showed the isolation of innovative scientific research from practice, as well as the low efficiency of health systems in the regions of Russia.

Key words: innovations in healthcare, efficiency of the healthcare system, well-being of the population, econometric modeling.

За последние два десятилетия инновации стали критически важными для экономического роста и прогресса во всех отраслях общественной жизни, и сфера здравоохранения не является исключением.

Инновации в здравоохранении – это новые или улучшенные продукты и технологии, системы и менеджмент, улучшающие здоровье людей [7]. Инновации в здравоохранении отвечают на неудовлетворенные потребности уязвимых групп населения, тем самым являясь двигателем прогресса и в данной сфере.

Для оценки инновационной стороны функционирующей в России системы здравоохранения рассмотрим динамику и структуру основных показателей, характеризующих инновационно-технологическое развитие высокотехнологичных фармацевтических компаний, а также предприятий по производству медицинских инструментов и оборудования.

В 2017 году 33,3 % фармацевтических организаций и 20,6 % предприятий, производящих медицинские технику и оборудование, осуществляли инновационную деятельность. Данные показатели являются достаточно высокими, если произвести сравнение со средним уровнем инновационной активности организаций по всем видам экономической деятельности, который в 2017 году составлял 8,5 %.

Фармацевтические компании в основном функционируют на общероссийском рынке сбыта, а предприятия по производству медицинских инструментов и оборудования – на местном и/или региональном.

Показатели экспортной деятельности предприятий являются индикатором их конкурентоспособности на мировом рынке. Так, с 2015 по 2018 гг. фармацевтические предприятия экспортировали не более трех процентов производимых инновационных товаров и услуг. В то же время организации по производству медицинских инструментов и оборудования не проявляли никакой экспортной активности даже в страны Содружества Независимых Государств (СНГ).

Если рассмотреть наукоемкие виды деятельности, такие как научные исследования и разработки в области биотехнологий, то можно сделать вывод, что 87 % данных организаций являются инновационно-активными. Однако полученные в период с 2015 год по 2018 год результаты исследований и разработок не имели существенной новизны или воздействия на производства [6]. Тем не менее, за исследуемый период объем финансирования наукоемких видов деятельности в области здравоохранения значительно увеличился.

Таким образом, используемыми в исследовании признаками, характеризующими степень инновационного развития сферы здравоохранения, являются следующие переменные: гранты фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, затраты на прикладные исследования в медицине, затраты на разработки в медицине, уровень инновационной активности организаций, затраты на технологические инновации организаций в субъектах России. Последние два признака из вышеперечисленных были выбраны в качестве соответствующих косвенных показателей в связи с крайне высоким уровнем инновационной активности организаций-новаторов сферы здравоохранения (по сравнению со средним уровнем инновационной активности по всем видам экономической деятельности), а также с практически абсолютным ориентированием инновационной активности данных предприятий на разработку именно технологических инноваций.

Эффективность деятельности организаций в сфере здравоохранения можно в общем случае оценить на основе следующих показателей:

1) *Количество коек в сосудистых центрах на 10 тыс. человек населения* характеризует доступность высокотехнологичной медицинской помощи населению регионов, так как сосудистые центры имеют высокую техническую оснащенность;

2) *Доля врачей, имеющих квалификационную категорию, на 10 тыс. человек населения* описывает доступность квалифицированных медицинских работников (врачей) в сфере здравоохранения конкретного региона;

3) Доля среднего медицинского персонала, имеющего квалификационную категорию, на 10 тыс. человек населения описывает доступность квалифицированного медицинского персонала в сфере здравоохранения конкретного региона;

4) Среднее число дней пребывания пациента на койке в медицинском учреждении является показателем эффективности оказываемых медицинских услуг в соответствующем учреждении: снижение количества дней пребывания пациента в больнице свидетельствует о более высоком уровне качества оказываемых услуг.

Данные показатели могут быть использованы и как детерминанты, и как результаты для характеристики инновационного развития системы здравоохранения в целом.

Многогранность понятия «благосостояние» не позволяет выделить лишь одно определение данного термина. Можно сказать, что благосостояние – это концепция, которая объединяет совокупность всех материальных и духовных сфер человеческой жизни, включающих в себя уровень жизни, качество жизни и стоимость жизни [5].

Для учета различных составляющих благосостояния населения предложен авторский алгоритм расчета сводного индекса по 10-балльной шкале, включающего в свой состав 21 показатель в рамках пяти субиндексов: экономические факторы благосостояния, территориальные и климатические характеристики, обеспеченность природными ресурсами, демографические факторы и развитость инфраструктуры субъектов России. Построение индекса основано на использовании алгоритма метода главных компонент [2; 3]. Необходимость разработки такого индекса обусловлена в первую очередь многогранностью понятия «благосостояние».

Построение рейтинга регионов по уровню экономического благосостояния населения на основе данного индекса позволило увидеть довольно сильную дифференциацию регионов. Москва является субъектом России с наиболее высоким уровнем благосостояния населения. В то же время высокие значения индекса присущи и другим финансово-экономическим центрам страны. Наименее развитые аграрные регионы России ожидаемо имеют низкие показатели построенного индекса. Также следует отметить достаточно низкий уровень благосостояния населения страны в целом: 50 % населения регионов России имеют значения индекса низкого благосостояния менее 3,66 баллов.

Для изучения региональной дифференциации регионов России по показателям инновационной активности в сфере здравоохранения был использован многопараметрический кластерный анализ, так как различия средних значений переменных в кластерах (центры тяжести кластеров) могут быть использованы и для определения различий направления инновационной активности в исследуемой сфере. Отметим, что с целью выполнения предпосылок применения кластерного анализа, борьбы с сильной взаимосвязью ряда признаков, а также снижения признакового пространства кластеризация объектов проводилась на основе выделенных главных компонент. Алгоритм данного метода описан, например, в [1; 2; 4].

Использование иерархических процедур кластеризации и метода k-средних позволило сделать предположение о целесообразности разбиения совокупности регионов России на три однородные группы. Характеристики данных кластеров следующие:

I кластер (34 региона) – примерно одинаковый уровень инновационности и эффективности в сфере здравоохранения с небольшим превалированием второй компоненты;

II кластер (7 регионов) – высокий уровень эффективности и низкий уровень инновационности в сфере здравоохранения;

III кластер (35 регионов) – примерно одинаковый уровень инновационности и эффективности в сфере здравоохранения с небольшим превалированием первой компоненты.

В среднем, регионы из третьего кластера имеют практически в два раза более высокий уровень экономического благосостояния, чем субъекты из второго кластера, в то время как субъекты из первого кластера имеют средний уровень экономического благосостояния.

Это позволяет сделать вывод, что существует положительная взаимосвязь между уровнем инновационной активности региона в сфере здравоохранения и уровнем благосостояния его населения. С другой стороны, регионы с высокими показателями эффективности в сфере

здравоохранения характеризуются более низким благосостоянием населения. Данная выявленная взаимосвязь соответствует направлению проводимой министерством здравоохранения России политики по сокращению количества медицинского персонала и коек в медицинских учреждениях вследствие неэффективности использования ресурсов. Данная политика также находит отклик в зарубежных мероприятиях в данной сфере. Предполагается, что сокращение числа данных показателей до определенных оптимальных значений позволит увеличить эффективность и качество работы медицинских учреждений, а высвободившиеся денежные средства перераспределить в другие сферы.

Для моделирования связи инновационной активности в сфере здравоохранения и благосостояния населения в регионах России была использована традиционная регрессионная модель (OLS), а также модели регрессии, реализуемые с помощью методов машинного обучения: случайный лес (Random Forest Regression) и градиентный бустинг (Gradient Boosting Regression). Сопоставление трех моделей представлено в таблице и позволяет увидеть, что алгоритм случайного леса имеет наименьшую среднеквадратическую и абсолютную ошибки по сравнению с другими моделями. Также данная модель имеет хорошую объясняющую способность: 62.13 % дисперсии зависимой переменной (индекс благосостояния населения регионов России) объясняется независимыми переменными модели. Таким образом, благодаря высокой объясняющей способности проблема эндогенности в данных моделях нивелируется.

Качественные характеристики построенных моделей

Модель	MAE	MSE	R ²
<i>OLS регрессия</i>	0.19845	0.09061	0.5036
<i>Random Forest Regression</i>	0.1560	0.0595	0.6214
<i>Gradient Boosting Regression</i>	0.1783	0.0926	0.4911

Источник: расчеты авторов

Для более глубокого понимания наилучшей модели можно выявить наиболее важные признаки данной модели, которые в наибольшей степени влияют на результирующую переменную.

Среди наиболее важных признаков по воздействию на индикатор благосостояния можно отметить обеспеченность койками сосудистых центров, затраты на технологические инновации организаций, долю среднего медицинского персонала и врачей, имеющих квалификационную категорию, уровень инновационной активности организаций и среднюю длительность пребывания пациента в медицинском учреждении.

Относительный вклад каждого признака в прогнозе также был оценен с помощью альтернативной функции перестановочного признака (Permutation feature importance), которая измеряет увеличение ошибки прогнозирования модели после перетасовки значения признака с целью нарушения связи между признаком и результатом моделирования. Использование данной процедуры позволило в два раза сократить число факторов, выделив три наиболее значимых из них для прогнозирования: обеспеченность койками сосудистых центров, затраты на технологические инновации организаций, долю среднего медицинского персонала.

Отсутствие в данном новом списке большинства переменных, характеризующих инновационную составляющую сферы здравоохранения, может свидетельствовать об оторванности инновационных научных исследований от практики, то есть разработанные инновационные продукты и процессы практически не внедряются и не применяются в медицинских организациях.

Таким образом, в результате исследования были выделены различные взаимосвязи инновационной активности в здравоохранении и благосостояния населения в зависимости от субъекта России. Регионы с высоким уровнем благосостояния имеют тенденцию к высокой инновационной активности в сфере здравоохранения. В тех субъектах, где наблюдаются высокие значения показателей, характеризующих эффективность здравоохранения при низкой инновационной активности в данной сфере, наблюдается обратная взаимосвязь. Причина этого может быть скрыта в том, что выполнение научных исследований и разработок доступно далеко не в каждом регионе. Вследствие этого может сложиться ситуация, когда многие субъекты недополучают необходимые новые технологии и оборудование, что в конечном счете сказывается на уровне благосостояния людей.

Полученные результаты работы могут быть использованы при мониторинге состояния и уровня инновационного развития сферы здравоохранения на различных уровнях иерархии, разработке региональных и муниципальных проектов и программ по совершенствованию системы здравоохранения. К перспективам исследования относятся обучение и проверка моделей на большей выборке данных, включая данные опросов респондентов. Также интерес представляет расширение класса моделей за счет использования различных нейросетевых моделей и их настройка с помощью включения новых переменных, таких как индикатор предотвратимой смертности, показатели результатов госпитализации и хирургического вмешательства, вероятность повторной госпитализации, использование инновационных фармацевтических препаратов в лечении, доступность и качество оказания высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП) населению в разных регионах России.

Литература

1. Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. № 2.
2. Айвазян С.А., Фантаццини Д. Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах. М.: Магистр: Инфра-М, 2014. 944 с.
3. Архипова М.Ю., Сиротин В.П. Региональные аспекты развития информационно-коммуникационных и цифровых технологий в России // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 3. С. 670–683.
4. Архипова М.Ю., Сиротин В.П., Сухарева Н.А. Разработка композитного индикатора для измерения величины и динамики цифрового неравенства в России. Вопросы статистики. 2018. № 4. С. 75–87.
5. Сафиуллин А.Р. Экономика благосостояния: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2007.
6. Росстат РФ. Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>
7. OECD, Biomedicine and Health Innovation, Synthesis Report, 4th Edition, OECD Innovation Strategy, OECD Publishing, 2010.
8. OECD, Health Technologies and Decision Making, The OECD Health Project, OECD Publishing, Paris, 2005.
9. OECD/Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2019.
10. William K. Durfee, Paul A. Iaizzo. Engineering in Medicine Advances and Challenges. University of Minnesota: Academic Press, 2019. 606 с.