

# Диагностика влияния медико-демографических индикаторов на региональные социально-экономические системы

**Баринов Михаил Александрович**

Канд. экон. наук, доц. каф. экономики инноваций и финансов  
ORCID: 0000-0002-7849-742X, e-mail: 3lf84@mail.ru

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
г. Владимир, Россия

## Аннотация

В статье представлены подходы к мониторингу и оценке социальных аспектов региональных систем с идентификацией элементов системы здравоохранения и демографических составляющих, потенциально оказывающих влияние на экономическую эффективность функционирования территорий. Актуальность статьи обуславливается объективными особенностями развития мезотерриторий. Анализ пространственных особенностей функционирования систем произведен на материалах Центрального федерального округа. Целью исследования является оценка особенностей генезиса регионов с использованием регрессионного анализа и результирующего показателя – валового регионального продукта (далее – ВРП), что позволяет дать более достоверную характеристику трансформации мезотерриторий. Произведена группировка субъектов по качеству медицинской и демографической характеристик на базе кластерного анализа с выделением из них регионов-флагманов, догоняющих и отстающих. Для обоснования достоверности принадлежности территорий к конкретной группе кластера был выполнен статистический анализ по средним значениям с учетом идентификации уровня медико-демографического развития. Сделан вывод о влиянии ряда факторных критериев на региональное пространство с построением графика диаграммы рассеяния, которая отображает принадлежность к выбранному доверительному интервалу и распределение элементов множества в плоскости между результирующей и факторной величинами, описывающими зависимость ВРП от медико-демографического показателя. Данные эконометрические и аналитические модели могут быть использованы региональными органами управления в процессе стратегического планирования.

## Ключевые слова

Региональная социально-экономическая система, система индикаторов, мезотерритория, Центральный федеральный округ, ВРП, медико-демографические индикаторы, диаграмма рассеяния, кластерный анализ

**Для цитирования:** Баринов М.А. Диагностика влияния медико-демографических индикаторов на региональные социально-экономические системы // Вестник университета. 2024. № 3. С. 11–23.



# Diagnostics of the influence of medical and demographic indicators on regional socio-economic systems

**Mikhail A. Barinov**

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Economics of Innovation and Finance Department  
ORCID: 0000-0002-7849-742X, e-mail: 3lf84@mail.ru

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia

## Abstract

The article presents approaches to monitoring and assessing social aspects of regional systems with identification of elements of the health system and demographic components that potentially affect the economic efficiency of functioning of territories. The relevance of the article is determined by objective features of the development of meso-territories. The analysis of spatial features of the systems' functioning was conducted on the materials of the Central Federal District. The purpose of the study is to assess the features of the regional genesis using regression analysis and the resulting indicator – gross regional product (hereinafter referred to as GRP), which allows us to give a more reliable characterisation of the mesoterritorial transformation. The subjects were grouped according to the quality of medical and demographic characteristics on the basis of the cluster analysis with further allocation of flagship, catching-up and lagging regions. To substantiate the reliability of the territories' affiliation to a specific cluster group, a statistical analysis was performed on average values with consideration to identification of the level of medical and demographic development. The conclusion is made about the influence of some factor criteria on the regional space with the construction of a scatter plot. It displays the affiliation to the selected confidence interval and distribution of the elements of the set in the plane between the resulting and factor values, describing the dependence of the GRP on the medical and demographic indicator. These econometric and analytical models can be used by regional governments in the process of strategic planning.

## Keywords

Regional socio-economic system, system of indicators, mesoterritory, Central Federal District, GRP, medical-demographic indicators, scatter plot, cluster analysis

**For citation:** Barinov M.A. (2024) Diagnostics of the influence of medical and demographic indicators on regional socio-economic systems. *Vestnik universiteta*, no. 3, pp. 11–23.



## ВВЕДЕНИЕ

Проблемное поле, связанное с развитием мезотерриторий, всегда находилось в центре внимания научных изысканий как зарубежных, так и отечественных ученых. Формирование грамотной системы мониторинга пространственной организации медико-демографических факторов является ключевым критерием, влияющим на качество трудовых ресурсов и на экономическую составляющую региона в целом.

Целью научного исследования выступает разработка методики и системы аналитических медико-демографических индикаторов по определению трансформационных изменений в части экономики региона.

В ходе исследования были решены следующие задачи:

- изучены теоретические аспекты методик оценки социальной составляющей региональных систем;
- сформирован комплекс показателей, позволяющих диагностировать состояние мезотерриторий;
- осуществлена кластеризация субъектов и построена эконометрическая модель с возможностью прогнозирования уровня валового регионального продукта (далее – ВРП) на основе медико-демографических индикаторов.

Научная новизна исследования заключается в построении достоверной эконометрической модели функционирования мезотерриторий, отличающейся влиянием на результирующий показатель функционирования региональных систем (ВРП) медико-демографических составляющих.

В ходе исследования использовались общенаучные методы, методы кластеризации и спектр статистических показателей, описывающих влияние на функционирование региональных систем с построением графической интерпретации – диаграммы рассеяния.

Значимость исследования состоит в подборе и обосновании медико-демографических индикаторов, которые определяют уровень экономики субъектов Центрального федерального округа (далее – ЦФО) с построением математической модели прогнозирования.

Сформирована система индикаторов, позволяющая осуществить группировку субъектов отдельно взятого федерального округа по медико-демографической составляющей и диагностировать степень их влияния на ВРП. Данная система может быть применена в качестве эффективного инструмента в управленческой и аналитической деятельности региональных органов власти.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время оценка эффективности региональной системы здравоохранения – актуальное направление исследования. При этом сфера медицины на протяжении длительного периода своего развития характеризуется различным уровнем устойчивости ввиду территориальных, финансовых, транспортных, кадровых, а также организационных различий. Уровень здоровья населения страны и состояние экономики государства имеют тесную взаимосвязь, изучением которой занимается экономика здравоохранения. Так, данные аспекты отражают не только ее социальную, но и экономическую направленность, поскольку она влияет на процесс формирования рыночных отношений и является их непосредственным участником.

Система здравоохранения представляет собой совокупность различных государственных ресурсов, институтов и проводимых мероприятий, которые должны совершенствовать как уровень оказываемых медицинских услуг в стране, так и экономическую составляющую государства в целом, включая производство необходимых товаров, которые в свою очередь направлены на укрепление здоровья населения. Однако важным критерием принятия и реализации государственных программ в сфере здравоохранения является научно обоснованная оценка их эффективности, устойчивости к изменениям. Зависимости темпов регионального развития от эффективности функционирования системы здравоохранения уделяется большое внимание в работах следующих авторов: Е.В. Усачева, О.М. Куликовой, А.Н. Нелидовой, Е.Э. Наконечной, И.В. Анипира, С.С. Бударина, Ю.В. Эльбек, Ю.В. Нерадовской, Н.Б. Починков, Р.А. Кодзокова, М.В. Макарошкиной, Я.П. Сандакова, Л.Г. Соколовой, Л.Н. Родионовой, Р.Н. Кидрачева, А.Ю. Можаяева, Г.В. Плужниковой, А.С. Сечиной и др. [1–9]. Оригинальные решения и выводы по этой теме исследования нашли свое отражение в данной работе.

Рассматривая и анализируя региональное развитие территорий, невозможно не принимать во внимание такой показатель, как ВРП, который идентифицирует уровень благосостояния и связан с ростом региональной эффективности, являющейся инструментом повышения качества жизни и благосостояния населения. Как правило, благополучие общества воздействует на здоровье людей, в то время как влияние системы здравоохранения на экономическую составляющую жизни общества происходит с помощью

роста производительности труда путем увеличения продолжительности жизни и снижения заболеваемости. Если будут достигнуты улучшенные показатели в данной области исследования, то в будущем это приведет к существенной экономической выгоде.

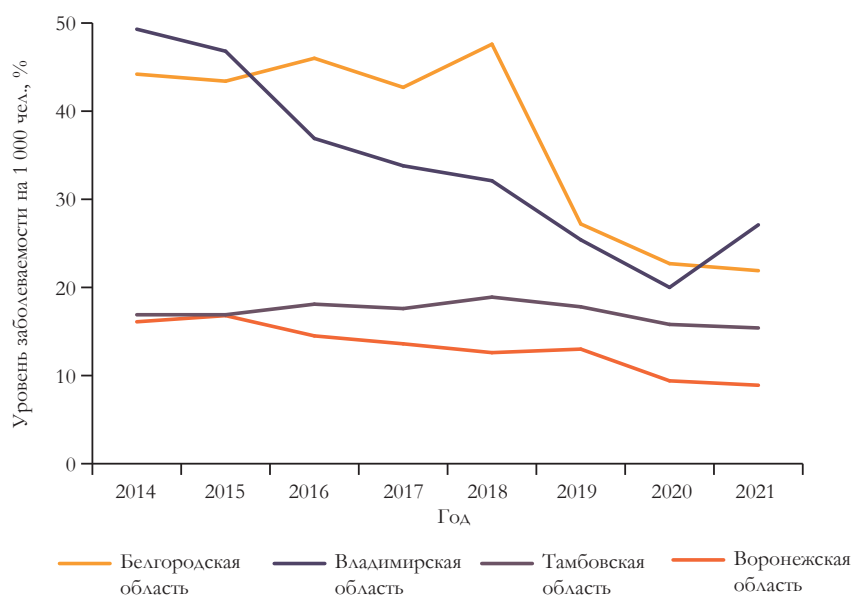
Становится очевидно, что наблюдающиеся тенденции движения рабочей силы, старения населения, повышения пенсионного возраста способствуют тому, что здоровье населения становится основным фактором, который способен компенсировать демографические потери и повысить уровень развития регионов и страны в целом. Стоит отметить, что чем богаче государство, тем больше у него возможностей выделить необходимую сумму финансовых средств на охрану здоровья, труда, а также на улучшение экологической обстановки и условий жизни населения. Данная возможность, несомненно, повлияет на увеличение периода активной трудовой деятельности людей и на неуклонный рост национального дохода страны.

Исследователь О.В. Власова, рассматривая аспекты зависимости бюджетных расходов на здравоохранение от уровня развития экономики, доказала, что достаточно большая доля финансирования социально значимых проектов и в целом социальной сферы создает предпосылки для повышения темпов роста экономической составляющей территорий [10]. Иными словами, эффективность функционирования регионов во многом определяется объемом ВРП, а само здравоохранение, являясь подсистемой региональной экономики, встроено в ее политический, социально-экономический и информационный контексты [11].

Система здравоохранения в настоящее время имеет стратегическую значимость в масштабах всей страны. Удовлетворив потребности населения в медицинской помощи, государственная власть уделяет особое внимание вопросам финансирования социальной составляющей, активно занимается проведением мероприятий диагностического и профилактического характера, организацией мониторинговых исследований и разработкой новых методов рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов в медицинской сфере.

Наряду с показателями рождаемости и смертности особое значение приобретают исследования заболеваемости населения по основным классам болезней [12]. Следует заметить, что вплоть до конца 2021 г., несмотря на появление новых штаммов COVID-19, во многих государствах наблюдалось постепенное снижение уровня смертности, и это было связано с увеличением финансирования социальной сферы, с повышением количества медицинских работников и качества предоставления медицинских услуг.

В ходе работы был осуществлен мониторинг медико-демографических индикаторов, потенциально оказывающих влияние на эффективность функционирования региональных систем. Был произведен анализ по данным Федеральной службы государственной статистики (далее – Росстат) общего числа зарегистрированных случаев заболеваний в регионах ЦФО, изучены их региональные особенности и выявлены области, которые имеют наибольшую долю заболеваемости и наименьший уровень их распространения. Графическая интерпретация по некоторым из них представлена на рис. 1.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. Уровень заболеваемости населения по основным классам болезней

В целом на основе анализа данных заболеваемости населения в разрезе субъектов ЦФО было выявлено, что в 2020 г. наблюдалось ее снижение, отрицательная динамика присутствовала только по COVID-19. Владимирская и Белгородская области – лидеры по количеству зарегистрированных случаев заболеваний, и это является неизбежным следствием ухудшения состояния здоровья населения. Уровень заболеваемости, как показывают исследования, зависит от качества медицинского обслуживания, оказания помощи в медицинских учреждениях, что непосредственно влияет на качество трудовых ресурсов [13]. Изучив научные изыскания некоторых ученых, можно констатировать: увеличение расходов в системе здравоохранения определяет уровень здоровья населения региона и выступает двигателем экономического роста. Если рассматривать национальный уровень, то исследователи А.Н. Клепач и Р.Ф. Лукьяненко выявили зависимость между снижением значений валового внутреннего продукта (далее – ВВП) и избыточной смертностью. По их данным, она составляет в среднем 0,24 % ежегодно [14].

Кроме того, немаловажную роль играет и доступность медицинских услуг в рассматриваемых субъектах, качество которых может привести как к увеличению продолжительности жизни населения (возможность получить бесплатную медицинскую помощь), так и к увеличению заболеваемости граждан (в случаях сокращения объемов оказания плановой медицинской помощи, дороговизны лекарственных средств и услуг).

В то же время в разрезе ЦФО стоит рассмотреть Воронежскую и Тамбовскую области, которые имеют наименьший уровень заболеваемости с 2014 г. по 2021 г. Данные области характеризуются высоким качеством медицинской помощи, а число зарегистрированных случаев заболеваний уменьшается начиная с 2019 г. Несомненно, на показатели общей заболеваемости населения влияют как экологическая обстановка в регионе, так и демографическая ситуация, организация медицинской помощи, правильность регистрации случаев заболевания, наличие достаточного количества кадров (врачей) соответствующей специальности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Следующим шагом в ходе исследования было выявление совокупности факторов  $X$ , предположительно влияющих на результирующий критерий  $Y$ :

- $X_1$  – число больничных коек, шт.;
- $X_2$  – численность врачей всех специальностей, тыс. чел.;
- $X_3$  – нагрузка на работников сферы здравоохранения (численность населения на одного врача);
- $X_4$  – численность среднего медицинского персонала, всего, тыс. чел.;
- $X_5$  – заболеваемость населения (болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм), ед.;
- $X_6$  – болезни системы кровообращения, ед.;
- $X_7$  – доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, %.

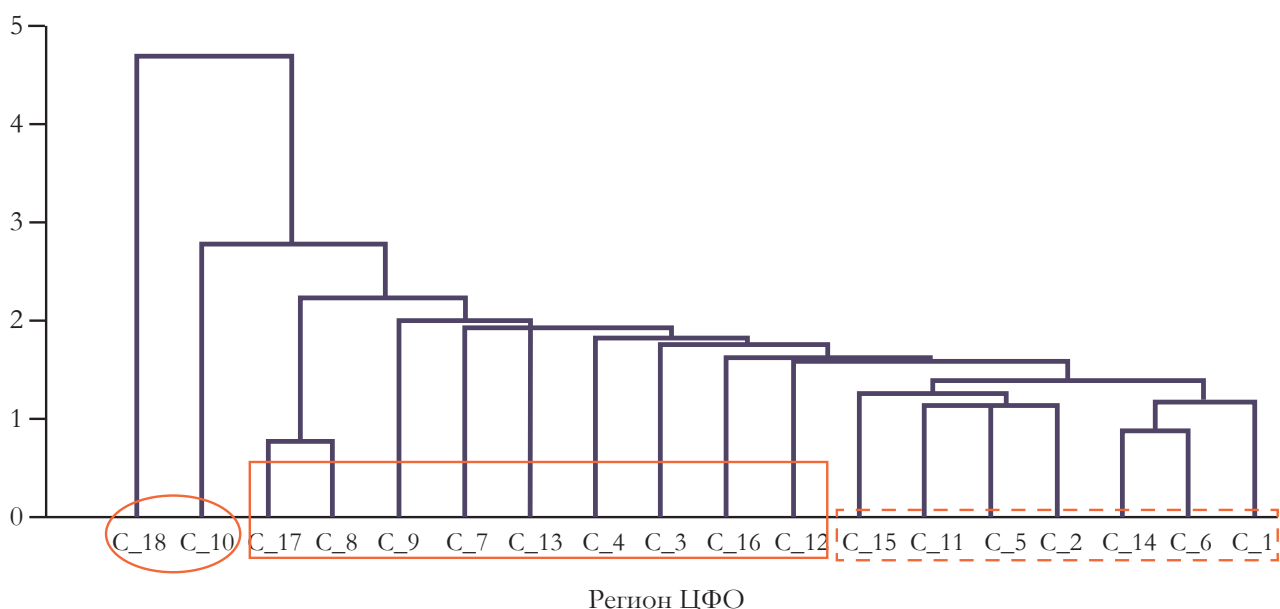
Для группировки регионов, в зависимости от качества медицинского обслуживания и демографических характеристик, был выполнен кластерный анализ с учетом отобранных показателей. Кластеризация предполагает упорядочивание внутрисистемного массива имеющихся данных в сравнительно однородные категории. Автором осуществлен анализ по показателям, характеризующим особенности и тенденции системы здравоохранения в конкретном регионе и потенциально оказывающим влияние на эффективность его развития, что позволит классифицировать субъекты и объединить их по наиболее близким значениям в группы, а затем по каждому, на основе поиска средней величины, выявить уровень развития системы здравоохранения региона. По мнению исследователей А.А. Снатенкова и Т.В. Тимофеевой, кластеризация по социально-экономическим индикаторам служит инструментом, описывающим изменение объема финансовых активов населения и основных социально-экономических индикаторов [15].

Существует ряд особенностей анализа. Ввиду того, что исследуемую совокупность можно разбить на ряд групп, возникает проблема выбора оптимального варианта осуществления поставленной задачи. С помощью программного продукта Statistica 10.0 был произведен кластерный анализ и представлена графическая интерпретация с распределением субъектов ЦФО по группам. Рассматриваемый метод позволяет объединить объекты, которыми в нашем случае являются субъекты ЦФО, и осуществить их групповую классификацию. Данный метод использовали и ряд исследователей, оценивая эффективность региональных систем, их конкурентоспособность и устойчивость функционирования [16–18].

Для кодировки субъектов на дендрограммах кодирование применено следующим образом: Белгородская область – C\_1, Брянская – C\_2, Владимирская – C\_3 и т.д. согласно расположению регионов в сборнике Росстата по ЦФО (C\_1 – C\_18). Отличные характеристики по каждому кластеру и входящим в него субъектам характеризуются периметрами прямоугольников, представленных на дендрограмме с описанием значений по вертикальной шкале, и сходство между субъектами будет тем сильнее, чем более схожи (меньше) их периметры. Автором предложено сгруппировать субъекты в зависимости от развитости медико-демографической составляющей в три группы кластеров. Регионы, входящие в кластер «Флагманы», выделяются овалом (рис. 2). Следовательно, при работе с данной многомерной совокупностью все множество рассматриваемых объектов разобьем на однородные группы:

- 1) регионы-флагманы по медико-демографическому развитию;
- 2) регионы, догоняющие по медико-демографическому развитию;
- 3) регионы, отстающие по медико-демографическому развитию.

Согласно данным, представленным на рис. 2, делаем вывод о выявлении трех статистических кластеров и о безоговорочном лидерстве Москвы (C\_18) в группе «Флагманы», отмеченной овалом, и входящей в нее Московской области (C\_10). В данных регионах наблюдаются сверхвысокие значения по выбранным показателям, и их можно назвать статистическими выбросами.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 2. Кластерный анализ регионов ЦФО по медико-демографическим индикаторам

Ко второй группе регионов («Догоняющие») по рассматриваемому индикатору относятся: Ярославская (C\_17), Курская (C\_8), Липецкая (C\_9), Костромская (C\_7), Смоленская (C\_13), Воронежская (C\_4), Владимирская (C\_3), Тульская (C\_16) и Рязанская (C\_12) области, что характеризует их как регионы, имеющие среднее значение по медико-демографическим индикаторам. Однако у многих значения показателей растут, что может негативно сказаться на качестве трудовых ресурсов в будущем и, следовательно, повлечет за собой переход региона в кластер отстающих (например, Владимирской области). Это происходит из-за того, что наблюдается увеличение значений по фактору, связанному с усилением нагрузки на работников сферы здравоохранения, с ростом заболеваемости населения в общем и доли численности населения с доходами ниже величины прожиточного минимума. В целом по кластеру обнаруживаются достаточно приемлемые значения, что характеризует социальный климат как благоприятный.

К третьей группе кластеров («Отстающие») относятся области: Тверская (C\_15), Орловская (C\_11), Ивановская (C\_5), Брянская (C\_2), Тамбовская (C\_14), Калужская (C\_6) и Белгородская (C\_1). В рассматриваемых административно-территориальных образованиях наблюдаются достаточно низкие значения по факторам, описывающим медико-демографическое развитие региональных систем, хотя по уровню социально-экономического развития в основном некоторые являются явными лидерами (например, Белгородская область).



С целью проверки достоверности принадлежности территорий к конкретному кластеру был выполнен статистический анализ по средним значениям с учетом уровня медико-демографического развития (табл. 1).

Таблица 1

## Средние значения в кластере по медико-демографическому развитию

Кластер	Субъект (область)	Среднее значение показателя по кластеру						
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
1	C_18 C_10	85,8000	51,3714	195,5143	20,4571	1,7143	24,1857	9,9143
2	C_17 C_8 C_9 C_7 C_13 C_4 C_3 C_16 C_12	80,9400	41,7300	240,8700	11,3500	1,7200	31,8700	10,5800
3	C_15 C_11 C_5 C_2 C_14 C_6 C_1	63,5000	72,9000	137,1000	112,5000	1,0000	11,7000	5,5000

Примечание: С – соответствующий код региона

Составлено автором по материалам исследования.

Данные, представленные в табл. 1, подтверждают сделанные ранее выводы и принадлежность рассматриваемых регионов к той или иной группе. Следует заметить, что средние значения по некоторым группам кластеров достаточно близки или по отдельным факторам даже превышают значения лидеров, то есть «Догоняющие», «Отстающие» и «Флагманы» могут в скором времени поменяться местами.

Таким образом, в ходе анализа были выявлены слабые и сильные регионы ЦФО по медико-демографическому развитию, которые потенциально могут оказать влияние на ключевые показатели эффективности функционирования мезотерриторий.

На следующем этапе в ходе исследования была поставлена задача посредством корреляционно-регрессионного анализа выявить критерии, описывающие медико-демографические факторы, которые могут повлиять на ключевой показатель – ВРП. С целью определения степени значимости, корреляции и возможности составления прогноза был проведен корреляционно-регрессионный анализ, по результатам которого сформирована достоверная регрессионная модель. Приблизительно зависимость между факторными признаками  $X_1, X_2 \dots X_n$  и результативным  $Y$  имеет вид:

$$Y = f(X_1; X_2 \dots X_n), \quad (1)$$

где  $Y$  – значение результативного показателя;  $X$  – показатели, влияющие на результирующую величину  $Y$ .

Общий вид линейной регрессионной модели:

$$Y = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j X_j, \quad (2)$$

где  $X_1; X_2 \dots X_n$  – факторы, влияющие на результирующую величину  $Y$  согласно табл. 1;  $\alpha$  – фиксированные индивидуальные эффекты;  $\alpha_j$  – коэффициенты линейной регрессионной модели.

Методика базируется на функционировании математических моделей, построенных на основании отобранных факторов, которые были получены из данных официальной статистики (Росстата)<sup>1</sup>, и предположительно влияющих на качество трудовых ресурсов, а следовательно, и на развитие социально-экономических систем в целом с учетом медико-демографической составляющей в федеральном округе. Взаимодействие данных составляющих, когда во внимание принимаются исторически сложившиеся аспекты, было описано в трудах О.В. Шараповой [19]. Выбор факторов обусловлен их доступностью, достоверностью и полнотой предоставления данных. Из проводимого анализа целесообразно исключить факторы, в наименьшей степени влияющие на результирующий признак  $Y$ , и рассматривать только наиболее значимые ( $p \leq 0,05$ ). Это подтверждает гипотезу о том, что результаты исследования были достигнуты не случайно.

Процесс моделирования проводился в программном комплексе Statistica 10.0. В качестве объекта мониторинга были выбраны субъекты ЦФО за 2021 г. – 18 регионов. Параметры, используемые в дальнейших расчетах и формирующие регрессионную модель, представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Исходные показатели для расчета регрессионной зависимости

№	Субъект (область)	Значение показателя $Y$ и $X$							
		$Y$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
1	Белгородская	1 354 810,50	70,9	41,9	238,4	16,2	1,5	29,4	7,0
2	Брянская	468 666,20	73,7	39,1	255,9	13	1,9	32,8	13,0
3	Владимирская	736 830,40	87,3	37,5	266,6	12,4	1,7	22,2	11,8
4	Воронежская	1 254 722,20	78,5	53,6	186,6	24,5	1,9	33,7	7,9
5	Ивановская	300 626,30	83,1	44,5	224,6	9,4	1,7	55,5	12,9
6	Калужская	664 150,00	76,7	44,3	225,9	9,8	1,9	25,6	8,9
7	Костромская	241 529,60	93,7	37,3	268,4	6,8	2	32,9	11,8
8	Курская	683 802,00	88,1	52,8	189,4	11,9	1,1	12,3	9,1
9	Липецкая	843 981,90	83,4	41	244,2	12,4	1	31	8,1
10	Московская	6 832 298,40	72,1	46,3	215,8	62,7	1,5	26,2	6,0
11	Орловская	336 687,80	78,4	45,5	219,9	8,1	1,7	29,8	12,1
12	Рязанская	531 962,10	77,5	55	181,9	11,8	1,9	29,1	12,4
13	Смоленская	421 672,80	94,3	50,7	197,2	8,9	1,9	25,5	14,3
14	Тамбовская	429 268,00	74,9	45,1	221,6	11,3	1,7	25,8	10,5
15	Тверская	555 097,90	93,7	46,8	213,8	11,7	2,3	24,7	10,8
16	Тульская	867 817,00	87,3	41,1	243,2	14,1	2,1	33,7	9,7
17	Ярославская	690 253,2	86,9	6,3	198,7	11,7	1,5	21,1	10,3
18	г. Москва	24 471 160,4	65,1	77,6	163,4	106,2	1,0	15,5	6,6

Примечание:  $Y$  – значение результирующего признака

Составлено автором по материалам исследования

Для устранения из модели связанных величин, которые описывали бы идентичные объекты рассматриваемой совокупности, был выполнен парный корреляционный анализ. Его результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Итоги парного корреляционного анализа

Показатель	Стандартное отклонение	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_1$	9,346	1,000	−0,292	0,229	−0,603	0,323	0,026	0,478
$X_2$	8,551	−0,292	1,000	−0,974	0,691	−0,415	−0,501	−0,390

<sup>1</sup> Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 04.01.2024).



Показатель	Стандартное отклонение	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
$X_3$	33,837	0,229	-0,974	1,000	-0,570	0,358	0,457	0,350
$X_4$	26,134	-0,603	0,691	-0,570	1,000	-0,472	-0,395	-0,650
$X_5$	0,369	0,323	-0,415	0,358	-0,472	1,000	0,414	0,562
$X_6$	9,590	0,026	-0,501	0,457	-0,395	0,414	1,000	0,409
$X_7$	2,544	0,478	-0,390	0,350	-0,650	0,562	0,409	1,000

Составлено автором по материалам исследования

Полученные значения парного корреляционного анализа позволяют сделать вывод о наличии сильной взаимосвязи между факторными признаками  $X_2$ ,  $X_5$  и  $X_7$ . Факторы  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$  с другими статистически не связаны, следовательно, если значения по критериям не будут превышать допустимый уровень статистической значимости ( $p \leq 0,05$ ), то необходимость включения их в линейное уравнение регрессии будет очевидной. Данные факторы используем для дальнейших эконометрических вычислений.

Следующий этап исследования был связан с проведением корреляционного анализа с учетом представленных факторов  $X$  и результирующего показателя  $Y$ . На основе проделанных расчетов (табл. 3) был выбран для дальнейшего исследования фактор  $X_1$ , так как уровень значимости статистики Стьюдента по нему составляет 0,0000005, что гораздо ниже порогового значения в 5 %. Остальные факторы  $X_2$  ( $p = 0,815$ ),  $X_3$  ( $p = 0,668$ ) и  $X_6$  ( $p = 0,635$ ) в дальнейшем не принимаем во внимание, потому что полученные критерии значительно превышают возможно допустимые. Результаты множественного линейного регрессионного анализа для построения модели приведены в табл. 4 и на рис. 3.

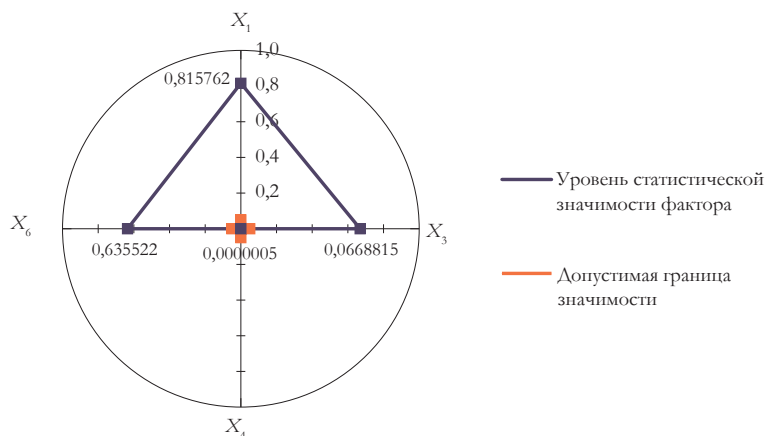
Таблица 4

Результаты множественного линейного регрессионного анализа для  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$  и  $Y$

№ п/п	Показатель	Параметр коэффициента	Стандартная ошибка	t-критерий Стьюдента	Уровень значимости p
1	Постоянная индивидуальная переменная	-997 795	6 073 899	-0,164	0,872
2	$X_1$	12 446	52 345	0,237	0,815
3	$X_3$	-6 178	14 117	-0,437	0,668
4	$X_4$	207 488	22 474	9,232	0,000
5	$X_6$	-22 242	45 830	-0,485	0,635

Примечание: п/п – по порядку

Составлено автором по материалам исследования



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 3. Графическая интерпретация регрессионного анализа факторов  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$  и  $Y$  по уровню значимости  $p$

Согласно данному заключению были получены результаты регрессионного анализа с учетом исключения факторов  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_6$  из анализируемой совокупности. Итоги регрессионного анализа по анализируемой зависимости представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты линейного регрессионного анализа для  $Y$ 

№ п/п	Показатель	Параметр коэффициента	Стандартная ошибка	t-критерий Стьюдента	Уровень значимости $p$
1	Постоянная индивидуальная переменная	-2 044 578	431 720,4	-4,735	0,000
2	$X_4$	212 589	13 224,4	16,075	0,000

Составлено автором по материалам исследования

Необходимым при расчетах является учет значения  $F$  критерия Фишера при заданном уровне значимости  $p$ , который описывает, насколько хорошо сформированная модель объясняет общую дисперсию зависимой переменной.

Коэффициенты регрессии признаются статистически значимыми, а уравнение – верным, если расчетное ( $t_{\text{расч}}$ ) значение превышает табличное ( $t_{\text{табл}}$ ) значение  $t$  для заданного уровня значимости  $p$  и  $n - k - 1$  степеней свободы, что и наблюдается в нашем случае (табл. 6). Уровень значимости расчетного критерия Фишера ( $F = 258,420$ ) значительно превышает табличное значение ( $F = 4,49$ ).

Таблица 6

Итоговые значения множественного корреляционного анализа для  $X_4$  и  $Y$ 

№ п/п	Статистика	Значение
1	Множественный коэффициент корреляции ( $R$ )	0,970
2	Множественный коэффициент детерминации ( $R^2$ )	0,942
3	Скорректированный множественный коэффициент детерминации	0,938
4	Критерий Фишера ( $F$ )	258,421
5	Уровень значимости ( $p$ ) статистики Фишера ( $F$ )	0,000
6	Стандартная ошибка оценки	1 424 966,740

Составлено автором по материалам исследования

## ОБСУЖДЕНИЕ

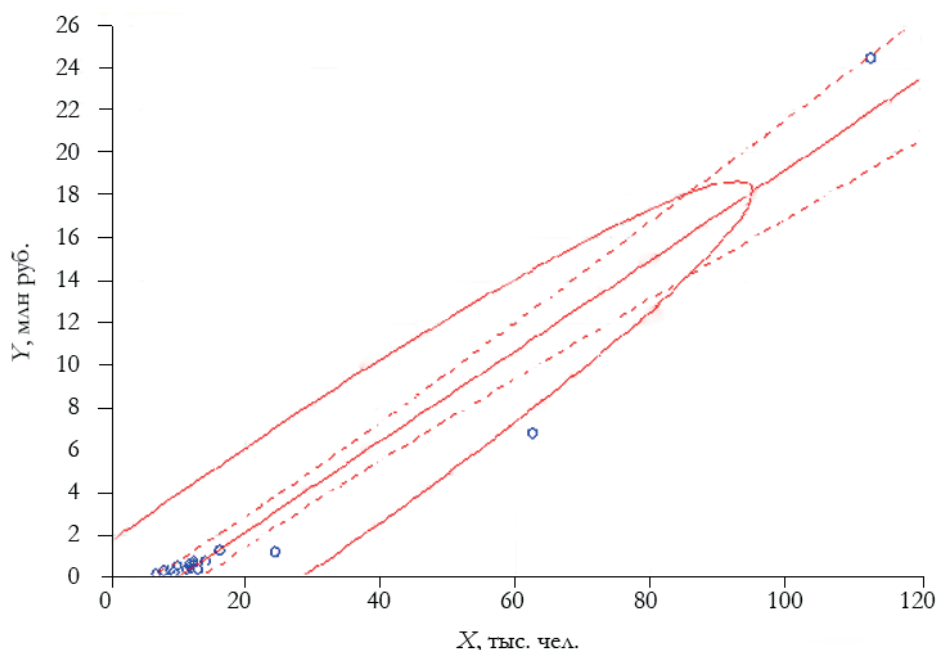
Результат проделанных вычислений свидетельствует о целесообразности и возможности использования анализируемого факторного признака  $X_4$  в регрессионной модели (3).

Следовательно, зависимость будет выглядеть следующим образом:

$$Y = -2\,044\,578 + 212\,589 \cdot X_4, \quad (3)$$

что графически представлено на рис. 4:

Большинство точек на рис. 4 находятся в границах доверительного интервала, который обозначен овалом, и рядом с прямой линией. Данный факт свидетельствует о достаточно сильной тесноте связи между факторным и результирующим признаками. Так как точки на графике выстраиваются по линии снизу вверх, то данный факт говорит о положительном угловом коэффициенте и корреляции. Следовательно, представленная эконометрическая модель является достоверной и может использоваться для прогноза социально-экономических явлений.



Примечание: данные представлены за 2021 г.

Составлено автором по материалам исследования

Рис. 4. Линейная регрессионная зависимость между ВРП и численностью среднего медицинского персонала  $X_4$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из проделанных вычислений, делаем вывод о значимости сформированной модели, характеризующей зависимость ВРП  $Y$  от численности среднего медицинского персонала  $X_4$ . Данную ситуацию можно объяснить влиянием на качество трудовых ресурсов системы медицинского обслуживания, затратами на систему здравоохранения в целом, что непосредственно отражается на экономической составляющей регионального развития, так как экономически активное население выступает ключевым элементом в процессе общественного воспроизводства и создания благ, являющихся фактором, который генерирует ВВП и ВРП. Следовательно, снижение уровня заболеваемости и смертности населения в динамике – это положительный момент, на который в том числе может повлиять оказываемая своевременно и в полном объеме грамотная помощь медицинского персонала.

## Список литературы

1. Усачева Е.В., Куликова О.М., Нелидова А.Н., Наконечная Е.Э., Анипир И.В. Моделирование в разработке региональных программ, направленных на повышение эффективности функционирования системы здравоохранения. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021;S1(20):87.
2. Будафин С.С., Эльбек Ю.В. Эффективность функционирования систем здравоохранения как предмет государственного финансового контроля: обзор российского и зарубежного опыта. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2022;30:976–982. <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-s1-976-982>
3. Нерадовская Ю.В. Оценка эффективности функционирования региональных систем здравоохранения. Экономика и управление: научно-практический журнал. 2022;1(163):125–132. <https://doi.org/10.34773/EU.2022.1.24>
4. Починюк Н.Б., Кодзиков Р.А. Пути повышения социально-экономической эффективности функционирования сферы услуг на примере здравоохранения в периоды нестабильности. Социальная политика и социология. 2020;2(135(19)):39–47.
5. Макафочкина М.В., Сандаков Я.П., Соколова А.Г. Об экономической сущности медицинской услуги на современном этапе функционирования системы здравоохранения. Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2022;1–2:15–20. <https://doi.org/10.26347/1607-2502202201-02015-020>
6. Родионова А.Н., Кидрачев Р.Н., Молжаев А.Ю. Анализ функционирования системы здравоохранения в макроэкономических индикаторах. Финансовый бизнес. 2022;12(234):9–14.

7. Плужникова Г.В. Кризис функционирования и развития системы здравоохранения: теоретико-экономический аспект. Студенческий форум. 2021;22–2(158):9–13.
8. Сечина А.С. Проблемы эффективного функционирования и способы совершенствования системы здравоохранения РФ. Проблемы научной мысли. 2023;8(2):21–25.
9. Родионова Л.Н., Можяев А.Ю. Тенденции взаимозависимости экономического развития территорий от показателей функционирования системы здравоохранения. Экономические науки. 2023;5(222):40–47. <https://doi.org/10.14451/1.222.40>
10. Власова О.В. Оценка зависимости бюджетных расходов на здравоохранение от уровня развития экономики в разрезе субъектов ЦФО. Карельский научный журнал. 2018;4(25(7)):76–78.
11. Кочкин Т.Н. Анализ взаимосвязи валового регионального продукта и экономических показателей региона методом математической регуляции. Вектор экономики. 2020;1.
12. Haldane V., Foo Ch.D., Abdalla S.M., Jung A.-S., Tan M., Wu Sh. et al. Health systems resilience in managing the COVID-19 pandemic: lessons from 28 countries. Nature Medicine. 2021;27:964–980. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01381-y>
13. Басова Е.А. Доступность здравоохранения как фактор устойчивого социально-экономического развития территорий. Проблемы развития территорий. 2021;1(25):68–87. <https://doi.org/10.15838/ptd.2021.1.111.4>
14. Клепач А.Н., Лукьяненко Р.Ф. Российское здравоохранение: макроэкономические параметры и структурные проблемы. Проблемы прогнозирования. 2023;2(197):76–96. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-197-76-96>
15. Снатенков А.А., Тимофеева Т.В. Оценка влияния социально-экономических индикаторов на финансовые активы населения Российской Федерации. Вестник Московского гуманитарно-экономического университета. 2022;1:281–292.
16. Юрова П.Н. Центр кластерного развития как субъект мониторинга деятельности региональных кластеров. Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2022;1:296–298.
17. Евлашкина В.М. Развитие региональных кластеров как инструмент обеспечения высоких темпов развития экономики. Стратегии бизнеса. 2020;7(8):195–197. <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2020-7-195-197>
18. Guzhina G.N., Kozhayev Yu.P., Guzhin A.A., Nazarsboyev N.M., Ogurtsov E.S. Regional innovation clusters as catalyst for development of the regional economy of the Russian Federation. In: SGEM 2018: Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, Albena, August 26 – September 1, 2018. Sofia: STEF92 Technology; 2018. Pp. 293–302. <https://doi.org/10.5593/sgemsocial2018/1.3/S03.035>
19. Sharapova O.V., Brynza N.S., Kicha D.I., Yusef Y.N., Gerasimova L.I., Südikova I.D. et al. Historical experience of the rise of a regional quality system of medical care. Revista Latinoamericana de Hipertension. 2022;1(17):32–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6481280>

## References

1. Usacheva E.V., Kulikova O.M., Nelidova A.N., Nakonechnaya E.E., Anipir I.V. Modeling in the development of regional programmes aimed at improving efficiency of the health care system. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2021;S1(20):87. (In Russian).
2. Budarin S.S., Elbek Yu.V. Efficiency of functioning of health care systems as a subject of state financial control: a review of Russian and foreign experience. Problemi socialnoi gigieni, zdravookhraneniya i istorii meditsini. 2022;30:976–982. (In Russian). <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-s1-976-982>
3. Neradovskaya Yu.V. Evaluation of effectiveness of regional health care systems. Economics and Management: Scientific and Practical Journal. 2022;1(163):125–132. (In Russian). <https://doi.org/10.34773/EU.2022.1.24>
4. Pochinok N.B., Kodzokov R.L. Ways to improve the socio-economic efficiency of the functioning of the service sector on the example of health care in periods of instability. Social policy and sociology. 2020;2(135(19)):39–47. (In Russian).
5. Makarochkina M.V., Sandakov Ya.P., Sokolova L.G. On the economic essence of medical services at the modern stage of the healthcare system functioning. Health Care Standardization Problems. 2022;1–2:15–20. (In Russian). <https://doi.org/10.26347/1607-2502202201-02015-020>
6. Rodionova L.N., Kidrachev R.N., Mozhaev A.Yu. Analysis of the system functioning health in macroeconomic indicators. Financial business. 2022;12(234):9–14. (In Russian).
7. Pluzhnikova G.V. Crisis of functioning and development of the health care system: theoretical and economic aspect. Student forum. 2021;22–2(158):9–13. (In Russian).
8. Sechina A.S. Problems of effective functioning and ways to improve the Russian health care system. Problems of scientific thought. 2023;8(2):21–25. (In Russian).
9. Rodionova L.N., Mozhaev A.Yu. Trends in the interdependence of economic development of territories on the performance indicators of the healthcare system. Economic sciences. 2023;5(222):40–47. (In Russian). <https://doi.org/10.14451/1.222.40>

10. *Vlasova O.V.* Assessment of the dependence of budgetary costs on healthcare from the level of economic development in the Central Federal District regions. *Karelian Scientific Journal*. 2018;4(25(7)):76–78. (In Russian).
11. *Kochkin T.N.* Analysis of the relationship of the gross regional product and the economic indicators of the region by the method of mathematical regulation. *Vector economy*. 2020;1. (In Russian).
12. *Haldane V., Foo Ch.D., Abdalla S.M., Jung A.-S., Tan M., Wu Sh. et al.* Health systems resilience in managing the COVID-19 pandemic: lessons from 28 countries. *Nature Medicine*. 2021;27:964–980. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01381-y>
13. *Basova E.A.* Accessible health care as a factor of sustainable socio-economic development of territories. *Problems of Territory Development*. 2021;1(25):68–87. (In Russian). <https://doi.org/10.15838/ptd.2021.1.111.4>
14. *Klepach A.N., Luk'yanenko R.F.* Healthcare in Russia: macroeconomic parameters and structural issues. *Problems of forecasting*. 2023;2(197):76–96. (In Russian). <https://doi.org/10.47711/0868-6351-197-76-96>
15. *Snatenkov A.A., Timofeeva T.V.* Assessment of the impact of socio-economic indicators on the financial assets of the population of the Russian Federation. *Vestnik of the Moscow Humanities and Economics University*. 2022;1:281–292. (In Russian).
16. *Yurova P.N.* Cluster development centre as a monitoring entity for regional clusters. *Bulletin of the Tula branch of the FinU*. 2022;1:296–298. (In Russian).
17. *Evlashkina V.M.* Development of regional clusters as a tool to ensure high rates of economic development. *Business Strategies*. 2020;7(8):195–197. (In Russian). <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2020-7-195-197>
18. *Guzhina G.N., Kozhayev Yu.P., Guzhin A.A., Nazarsboyev N.M., Ogurtsov E.S.* Regional innovation clusters as catalyst for development of the regional economy of the Russian Federation. In: *SGEM 2018: Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, Albena, August 26 – September 1, 2018*. Sofia: STEF92 Technology; 2018. Pp. 293–302. <https://doi.org/10.5593/sgemsocial2018/1.3/S03.035>
19. *Sharapova O.V., Brynza N.S., Kicha D.I., Yusef Y.N., Gerasimova L.I., Sitdikova I.D. et al.* Historical experience of the rise of a regional quality system of medical care. *Revista Latinoamericana de Hipertension*. 2022;1(17):32–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6481280>