

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021

Лакман И.А.¹, Тимирьянова В.М.¹, Закирьянова Г.Т.²

Изучение влияния на смертность населения обеспеченности ресурсами здравоохранения с использованием метода иерархического линейного моделирования

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 450076, Уфа, Россия;²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 450008, Уфа, Россия

Введение. Неравномерность развития материально-технической базы медицинских учреждений и ресурсного обеспечения муниципальных образований наблюдается во всём мире. В то же время ресурсное обеспечение системы здравоохранения связано с территориальными особенностями смертности населения. В целях снижения уровня смертности необходимо более глубокое понимание этой связи.

Цель исследования — оценка влияния ресурсного обеспечения здравоохранения на смертность населения с учётом иерархической вложенности муниципальных образований в имеющие различное финансирование здравоохранения и демографические показатели субъекты РФ.

Материал и методы. Методом иерархического линейного моделирования проведён анализ материалов территориальных органов Федеральной службы государственной статистики и Единой межведомственной информационно-статистической системы по 265 муниципальным образованиям 6 субъектов РФ.

Результаты. В результате моделирования определено, что на снижении смертности населения положительно сказывается обеспеченность ресурсами здравоохранения (врачи, медицинский персонал, койко-места) на уровне муниципальных образований при неоднозначном влиянии фактической стоимости территориальной программы ОМС на региональном уровне.

Заключение. Полученные результаты соответствуют данным исследований региональной дифференциации смертности населения и ресурсного обеспечения здравоохранения, но позволяют определить влияние факторов с учётом уровня их формирования (региональный, муниципальный). Предлагаемые модели позволяют повысить качество принятия управленческих решений в системе здравоохранения, т.к. с учётом иерархической вложенности они разделяют влияние региональных и местных факторов на вариацию муниципальных образований по уровню смертности населения.

Ключевые слова: смертность населения; ресурсы здравоохранения; территориальная неравномерность

Для цитирования: Лакман И.А., Тимирьянова В.М., Закирьянова Г.Т. Изучение влияния на смертность населения обеспеченности ресурсами здравоохранения с использованием метода иерархического линейного моделирования. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 65(6): 540-548. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-540-548>

Для корреспонденции: Лакман Ирина Александровна, канд. тех. наук, зав. лаб. исследования социально-экономических проблем регионов ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 450076, Уфа, Республика Башкортостан. E-mail: lackmania@mail.ru

Участие авторов: Лакман И.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Тимирьянова В.М. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Закирьянова Г.Т. — сбор и обработка материала. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код научной темы FZWU-2020-0027).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.04.2020

Принята в печать 17.06.2020

Опубликована 30.12.2021

© AUTHORS, 2021

Irina A. Lakman¹, Venera M. Timiryanova¹, Galiya T. Zakirianova²

Study of the impact of available healthcare resources on the population's mortality rate using the hierarchical linear modelling

¹Bashkir State University, Ufa, 450076, Russian Federation;

²Bashkir State Medical University, Ufa, 450008, Russian Federation

Introduction. The uneven development of the medical material and technical base and resources is observed worldwide. At the same time, healthcare resource availability is associated with the territorial characteristics of the population's mortality rate. In order to reduce mortality, a better understanding of this relationship is needed.

The purpose of the study is to assess the impact of healthcare resource availability on mortality, taking into account the hierarchical nesting of municipalities in subjects of the Russian Federation with further funding for health care and demographic indicators.

Material and methods. For these purposes, hierarchical linear modelling is used. The assessment was carried out on the data of 265 municipalities attributed to 6 constituent entities of the Russian Federation. The data sources are the Territorial Bodies of the Federal State Statistics Service and the Unified Interdepartmental Information and Statistical System (www.fedstat.ru).

Results. As a result of modelling, the health care resources (doctors, medical personnel, beds) at the municipal level were determined to reduce the population mortality rate positively. At the same time, an ambiguous influence of the actual cost of the territorial compulsory medical insurance program was revealed at the regional level.

Conclusion. The results obtained correspond to studies devoted to the regional diversity of the population mortality rate and the available healthcare resources. However, they make it possible to determine the influence of factors taking into account the level of their formation (regional, municipal). The proposed models make it possible to improve the quality of managerial decision-making in the health care system since, taking into account the hierarchical nesting, they share the influence of regional and local factors on the variation of municipalities in terms of the mortality rate of the population.

Keywords: mortality; health care resources; territorial unevenness

For citation: Lakman I.A., Timiryanova V.M., Zakirianova G.T. Study of the impact of available healthcare resources on the population's mortality rate using the hierarchical linear modelling. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2021; 65(6): 540-548. (In Russ.). <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-6-540-548>

For correspondence: Irina A. Lakman, MD, PhD, Head, Laboratory for the study of socio-economic problems of regions, Bashkir State University, Ufa, 450076, Russian Federation. E-mail: lackmania@mail.ru

Information about the authors:

Lakman I.A., <https://orcid.org/0000-0001-9876-9202>

Timiryanova V.M., <https://orcid.org/0000-0002-1004-0722>

Zakirianova G.T., <https://orcid.org/0000-0003-0774-5366>

Contribution of the authors: Lakman I.A. — research concept and design, editing. Timiryanova V.M. — research concept and design, writing the text, editing. Zakirianova G.T. — collection and processing of material. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgements. The study was carried out according to the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (scientific code FZWU-2020-0027).

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: April 21, 2020

Accepted: June 17, 2020

Published: December 30, 2021

Введение

Современная система медицинского обслуживания является важной частью модели социального государства, обеспечивающего равные права граждан на охрану здоровья [1]. На законодательном уровне установлено, что доступность и качество медицинской помощи обеспечивается её организацией по принципу приближенности к месту жительства и наличием необходимого количества медицинских работников. В соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»* установлены требования к размещению медицинских организаций государственной системы здравоохранения и муниципальной системы здравоохранения и иных объектов инфраструктуры в сфере здравоохранения, исходя из потребностей населения. В то же время в исследованиях отечественных учёных отмечаются территориальное неравенство и неравномерность развития материально-технической базы медицинских учреждений и ресурсного обеспечения в целом [2–4]. Проводимые исследования смертности населения как на агрегированных данных по регионам [5–8], так и на данных более мелких территориальных единиц (муниципальные образования, городские образования) [9, 10], также указывают на высокую дифференциацию территорий. Таким образом, рассматриваются либо местные, присущие данной территории, либо общие для отдельных регионов факторы, определяющие уровень смертности. При этом наблюдается «тесное переплетение позитивных и негативных эффектов в процессе организации и обеспечения медицинской помощи» [11]. Ряд исследований показывают эффективность существующей организации здравоохранения [6, 7, 10, 12], другие — определяют обратный результат или указывают на незначимость факторов ресурсного обеспечения [5, 8, 13, 14].

Здесь следует пояснить, что любая эконометрическая модель выстраивается на определённых данных, свойственных конкретной территории, и отражает влияние ресурсного обеспечения на уровень смертности в отдельном временном промежутке, указывая на сформированные в конкретном месте и времени прямые и обратные зависимости. В случае если территории свойственны обратные зависимости или на ней наблюдается отсутствие связей, то необходимо разрабатывать управленческие решения, направленные на приведение ситуации в необходимое состояние: ресурсы здравоохранения должны способствовать снижению смертности. Однако проводимые ранее исследования не позволяли определить, на каком уровне управления происходит сбой. Решение данной проблемы возможно только путём проведения анализа, предусматривающего разложение возникающих эффектов на уровни управления состоянием здоровья населения (например, уровень индивида, уровень больницы, уровень района, уровень региона и т.д.).

Развитие инструментов моделирования последних лет делает возможным проведение такого рода анализа с использованием средств иерархического (многоуровневого) линейного моделирования). Так, с выделением двух уров-

ней анализа была проведена оценка связи между здравоохранением, смертностью и региональным экономическим неравенством в Китае [15], влияния доступности медицинской помощи, качественных характеристик учреждений на риск повторной госпитализации в США [16]. В разрезе 274 городов из 27 стран 2 макрорегионов (Западная и Восточная Центральная Европа) анализировалась методами иерархического анализа смертность населения [17]. Вклад отдельных социально-экономических факторов, в том числе расходов на здравоохранение, в разрезе 22 стран с выделением индивидуального и странового уровня рассматривался в отношении активности болезни при анкилозирующем спондилите [13]. Исследователями отмечается, что стандартные статистические подходы часто не эффективны при исследовании неоднородных данных, т.к. они работают на одном уровне или сосредоточены на моделировании средних отношений [18]. В отличие от них многоуровневое иерархическое моделирование позволяет лучше понимать сложные мультискалярные эффекты, т.к. учитывает иерархические и перекрывающиеся контексты. Таким образом, применение их для исследования влияния ресурсного обеспечения на смертность населения позволит расширить возможности управления в здравоохранении.

Цель исследования — определить влияние ресурсного обеспечения здравоохранения на уровень смертности населения с учётом иерархической вложенности муниципальных образований в имеющиеся различные финансирования здравоохранения и демографические показатели субъектов РФ.

Материал и методы

Исследование проводилось в разрезе 265 муниципальных районов и городских округов 6 субъектов РФ, т.е. данные имели вложенную структуру. Данные об уровне смертности населения, доле населения старше трудоспособного возраста и наличии ресурсов здравоохранения в 2017 г. собирались из сборников, выпускаемых территориальными органами Федеральной службы государственной статистики. Сведения о стоимости территориальной программы обязательного медицинского страхования (ОМС) в целом по регионам и доли инвалидов в общей численности населения получены с сайта Единой межведомственной информационно-статистической системы.

В работе применён метод иерархического линейного моделирования (hierarchical linear modeling — HLM) который активно развивается благодаря работам D. Garson [19], H. Goldstein [20]. Метод предполагает анализ эффектов на нескольких уровнях с выделением групповых и межгрупповых различий. Традиционные исследования используют географическое пространство в основном как способ упорядочения данных и как основу для выявления различий между территориями. В свою очередь многоуровневое моделирование учитывает контекст территории, связывая традиционно различные исследования на макро- и микроуровнях, преодолевая ограничения, присутствующие в фокусировке только на одном уровне исследования. Более того, вложенный характер территориальных единиц в рамках существующего административного деления страны, по сути, отражающий систему государственного

* Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

управления [21], позволяет увязывать изменение показателей с принимаемыми на различных уровнях власти решениями, в данном случае решениями по ресурсному обеспечению здравоохранения.

Методику проводимого исследования можно представить следующей схемой.

На первом шаге строится нулевая модель. Она необходима для получения первичных статистических доказательств значимости выделения уровней влияния и определения коэффициентов, используемых для оценки качества усложнённых моделей.

Уровень 1 (муниципальный район и городской округ):

$$КС_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}; \quad (1)$$

уровень 2 (субъект РФ):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad (2)$$

где $КС_{ij}$ — общий коэффициент смертности в i -м муниципальном образовании j -го региона РФ, ‰; β_{0j} — функция общего перехвата (γ_{00}) для всех муниципалитетов и ошибка межрегиональной дисперсии (u_{0j}), которая объясняет различия между региональными значениями уровня смертности; r_{ij} — ошибка внутрирегиональной дисперсии (межмуниципальной), объясняющая различия между муниципалитетами внутри отдельных регионов, представляет ошибку в оценке этого показателя в пределах регионов; j — индекс принадлежности муниципалитета к конкретному субъекту РФ ($j = 1, 2, \dots, 6$); i — индекс принадлежности к определённому муниципалитету ($i = 1, 2, \dots, 265$).

Далее модель была усложнена в несколько этапов, в том числе за счёт введения контрольных переменных:

- на уровне муниципальных образований — доля населения старше трудоспособного возраста ($ДН_{ij}$);
- на уровне субъектов РФ — доля инвалидов в общей численности населения, определяемая как отношение общей численности инвалидов (I, II и III групп) к общей численности населения субъектов РФ ($ДИ_j$).

Метод введения в модель контрольных переменных состоит в уточнении статистического среднего изучаемого показателя. Включение предлагаемых контрольных переменных связано с тем, что эти два ключевых параметра, во многом определяющие территориальную дифференциацию в уровне смертности населения, нивелируют эффекты, связанные с различной демографической структурой населения, возникающие в силу социально-экономических, экологических, климатических и других факторов, выделяемых исследователями [22].

Далее для достижения цели исследования были последовательно включены две переменные, характеризующие ресурсное обеспечение здравоохранения. Основными показателями, характеризующими состояние системы здравоохранения и предоставляемыми в муниципальном срезе территориальными органами Федеральной службой государственной статистики, являются:

- число больничных коек на 10 тыс. человек населения;
- численность врачей в расчёте на 10 тыс. человек населения;
- численность среднего медицинского персонала в расчёте на 10 тыс. человек населения.

Для целей исследования был рассчитан составной индекс обеспеченности медицинскими ресурсами (ИОР_{ij}),

рассчитанный для каждого i -го муниципалитета и представляющий собой среднее геометрическое из показателей обеспеченности врачами, средним медицинским персоналом, количеством койко-мест на 10 тыс. населения.

На региональном уровне был включён в модель показатель фактической стоимости территориальной программы ОМС по субъекту РФ в целом (Φ_j), пересчитанный на душу населения.

Значения доли населения старше трудоспособного возраста ($ДН_{ij}$) в муниципальных образованиях были включены с учётом их отклонения от средней по субъекту, а значения доли инвалидов в общей численности населения ($ДИ_j$) и фактической стоимости территориальной программы ОМС (Φ_j) были центрированы вокруг средней по всей совокупности.

В итоге рассматривалась модель следующей спецификации с учётом введения факторов ресурсообеспеченности здравоохранения и контрольных переменных:

Уровень 1 (муниципальный район и городской округ):

$$КС_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} \times (ДН_{ij} - \overline{ДН}_j) + \beta_{2j} \times ИОР_{ij} + r_{ij}; \quad (3)$$

уровень 2 (субъект РФ):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \times (\Phi_j - \overline{\Phi}) + \gamma_{02} \times (ДИ_j - \overline{ДИ}) + u_{0j}, \quad (4)$$

где $КС_{ij}$ — общий коэффициент смертности в i -м муниципальном образовании j -го региона РФ, ‰; $ДН_{ij}$ — доля населения старше трудоспособного возраста в i -м муниципальном образовании j -го региона РФ, ‰; $\overline{ДН}_j$ — средняя доля населения старше трудоспособного возраста в j -м регионе РФ, ‰; ИОР_{ij} — индекс обеспеченности медицинскими ресурсами населения i -го муниципального образования j -го региона РФ; $ДИ_j$ — доля инвалидов в общей численности населения j -го региона, ‰; $\overline{ДИ}$ — средняя доля инвалидов в общей численности населения по всей выборке; Φ_j — фактическая стоимость территориальной программы ОМС по i -му субъекту РФ в целом в расчёте на душу населения, тыс. руб./чел.; $\overline{\Phi}$ — среднее значение фактической стоимости территориальной программы ОМС по всей выборке; β_{0j} — функция общего перехвата (γ_{00}) для всех муниципалитетов, зависящая от факторов регионального уровня и ошибки межрегиональной дисперсии (u_{0j}), которая объясняет различия между региональными значениями уровня смертности; β_{1j} и β_{2j} — коэффициенты регрессионного уравнения при переменных $ДН_{ij}$ и ИОР_{ij} соответственно; γ_{01} и γ_{02} — коэффициенты регрессионного уравнения при переменных $ДИ_j$ и Φ_j соответственно; r_{ij} — ошибка внутрирегиональной дисперсии (межмуниципальной), объясняющая различия в уровне смертности между муниципалитетами внутри отдельных регионов (представляет ошибку в оценке этого показателя в пределах регионов); j — индекс принадлежности муниципалитета к конкретному субъекту РФ ($j = 1, 2, \dots, 6$); i — индекс принадлежности к определённому муниципалитету ($i = 1, 2, \dots, 265$).

Оценка коэффициентов моделей проводилась методом максимального правдоподобия. Статистическая значимость моделей проверялась на основе теста отношения правдоподобия, в котором значение LR-статистики сравнивалось критическими значениями χ^2 для принятия или отклонения нулевой гипотезы об отсутствии значимости модели в целом. Статистическую значимость отличия

Таблица 1. Коэффициент смертности населения в муниципальных образованиях в 2017 г., ‰**Table 1.** Mortality rate of the population in municipalities in 2017, ppm

Коэффициент Coefficient	Субъект РФ The subject of the Russian Federation					
	Республика Татарстан Republic of Tatarstan	Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	Оренбургская область Orenburg Region	Пермский край Perm Territory	Удмуртская Республика Udmurt Republic	Челябинская область Chelyabinsk Region
Минимальное значение Minimum	8,4	8,8	8,4	7,2	10	4,9
Максимальное значение Maximum	17,6	20,9	18,9	25,1	20	18,7
Среднее значение Mean	13,7	14,1	14,95	15,0	13,8	14,6
Медиана Median	13,7	13,95	15,15	14,85	13,75	14,75
Коэффициент вариации, % The coefficient of variation, %	16,6	16,5	15,9	19,5	15,5	16,0

оцененных коэффициентов от нуля проверяли на основе стандартного теста Вальда. Снижение остаточной дисперсии определяло значимость включаемых факторов в результате сокращения необъяснённой ими вариации.

Результаты

Коэффициент смертности является наиболее распространённым показателем, дающим общее представление о состоянии и тенденциях здоровья населения. Среднее значение коэффициента смертности для рассматриваемых муниципальных образований в 2017 г. составило 14,4‰ при среднероссийском значении 12,4‰. Кроме того, наблюдается достаточно большой внутрирегиональный разброс значений показателя (табл. 1).

Минимальное значение коэффициента смертности зафиксировано в закрытом городском округе Челябинской области — Локомотивном (4,9‰), самое низкое среднее значение — в Республике Татарстан. Максимальное значение и самая высокая вариация коэффициента смертности отмечаются в Пермском крае. При этом самые низкие значения ресурсного обеспечения системы здравоохранения отмечаются в районах Челябинской области. Здесь же расположено муниципальное образование с самым высоким значением числа больничных коек (Чебаркульский район — 144,1 койки на 10 тыс. человек). По численности врачей наиболее высокие значения имеет Оренбург (83,9 врача на 10 тыс. человек), по численности среднего медицинского персонала — Бугурсланский район Оренбургской области (214,6 работника на 10 тыс. человек). Преимущественно в рассматриваемых субъектах РФ максимальные значения показателей, характеризующих ресурсное обеспечение системы здравоохранения, принадлежат их административным центрам: Казани, Уфе, Оренбургу, Перми, Ижевску, Челябинску. Это в целом вполне объяснимо. Картограмма составного индекса обеспеченности медицинскими ресурсами (ИОР) представлена на рисунке.

Оцененная на первом шаге нулевая модель (модель 1) показывает, насколько сильны межрегиональные различия в уровне смертности в сравнении с внутрирегио-

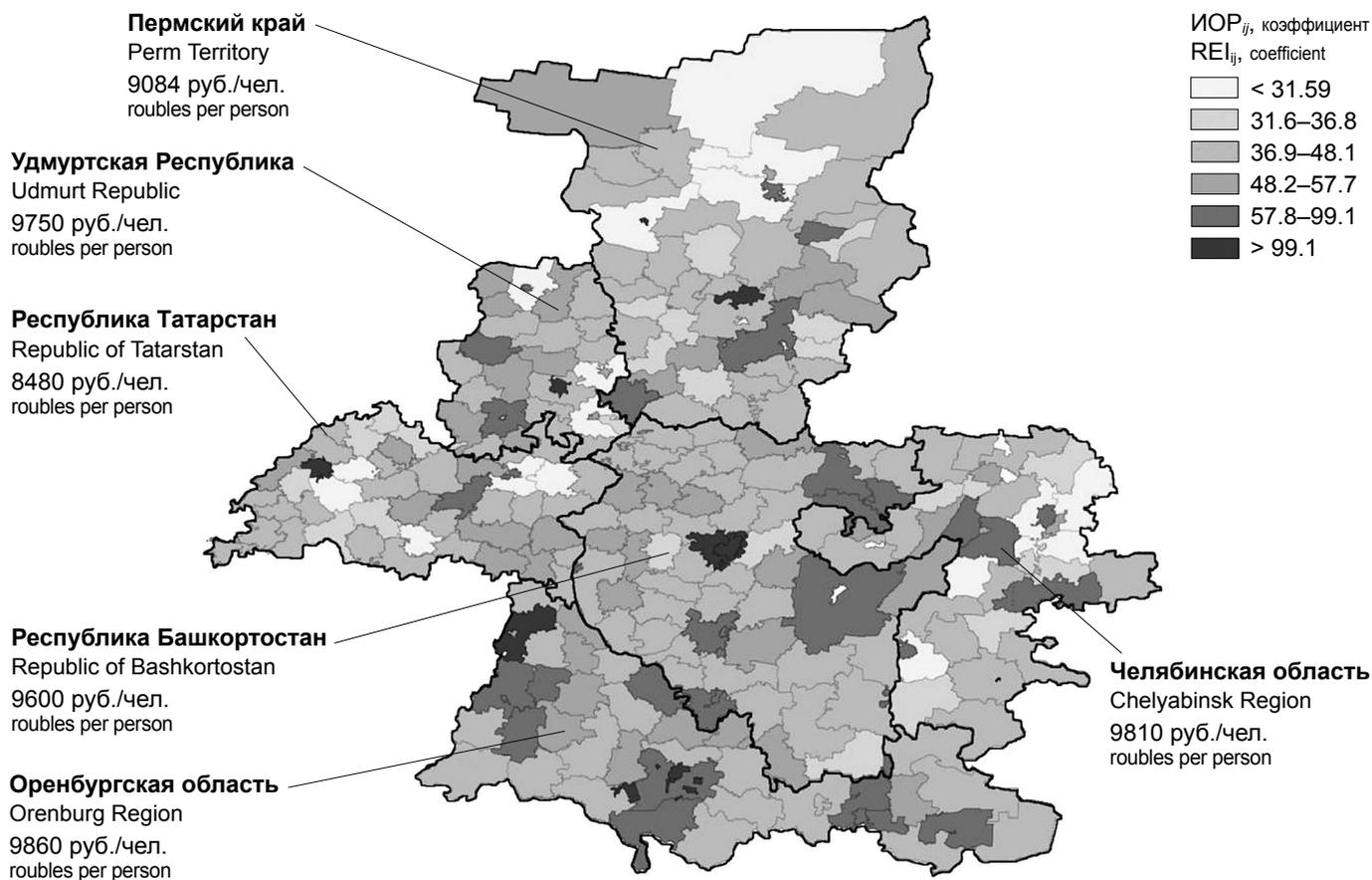
нальными различиями (табл. 2). Рассчитанный на основе значений компонентов вариации коэффициент показывает, что региональная дисперсия составляет 4% от общей дисперсии показателя $(0,25/(0,25 + 5,51) \times 100)$. Таким образом, 96% всех различий коэффициента смертности в муниципальных образованиях объясняется различиями муниципальных образований внутри регионов. Значение коэффициента, близкое к нулю, указывает на то, что верхний уровень иерархии управления слабо влияет на развитие объектов нижнего уровня (муниципалитетов).

На втором шаге была построена модель с предиктором 1-го уровня (модель 2). Чтобы оценить улучшение соответствия модели, исследовали остаточную дисперсию: остаточный компонент вариации падает с 5,51 в модели 1 до 2,36 в модели 2 (табл. 2). Тест отношения правдоподобия показывает, что эта разница значительна при $p > 0,001$. Отклонение снизилось с 1201,6 пункта до 992,3 (статистика $\chi^2 = 130,7$). Случайное влияние региона на уровень смертности (μ_0) после включения контрольной переменной значительно возросло и составляет 37% от общего количества $(1,399 / (2,36 + 1,399) \times 100)$. Это означает, что некоторые регионы, с учётом контрольной переменной, характеризующей долю нетрудоспособного населения, имеют более высокие средние оценки, чем другие, что укладывается в логику исследования.

Для оценённой модели 3 с включением контрольных переменных муниципального уровня на основании теста отношения правдоподобия было получено, что разница между текущей моделью и моделью 2 незначительна. Однако объясняющая способность модели 3 выше, чем модели 1 (табл. 2). Отклонение снизилось с 992,6 до 987,6 пункта.

Включение контрольных переменных позволило сосредоточиться на оценке влияния ресурсного обеспечения, исключив существенные эффекты, возникающие в силу региональных различий демографической структуры населения.

Основной целью исследования являлась оценка влияния на уровень смертности населения ресурсного обеспечения здравоохранения путём включения на уровне



Индекс обеспеченности ресурсами здравоохранения муниципальных образований (ИОР) и фактическая стоимость территориальной программы ОМС субъектов РФ в расчете на душу населения в 2017 г.
 Составлено авторами по данным территориальных органов Федеральной службы государственной статистики.

Resource endowment index (REI) of health care for municipalities and the actual cost (AC) of the territorial compulsory medical insurance program of the constituent entities of the Russian Federation per capita in 2017.
 Compiled by the authors based on the data of the Rosstat territorial bodies.

Таблица 2. Результаты оценки моделей
Table 2. Results of model evaluation

Значения коэффициентов Coefficients	Модель / Model				
	1	2	3	4	5
γ_{00}	14,45 ($p < 0,001$)	-1,55 ($p = 0,051$)	14,45 ($p < 0,001$)	15,51 ($p < 0,001$)	15,56 ($p < 0,001$)
β_{1j}		0,60 ($p < 0,001$)	0,61 ($p < 0,001$)	0,59 ($p < 0,001$)	0,59 ($p < 0,001$)
β_{2j}				-0,02 ($p = 0,001$)	-0,02 ($p < 0,001$)
γ_{01}			0,23 ($p = 0,065$)	0,28 ($p = 0,029$)	0,22 ($p = 0,051$)
γ_{02}					0,769 ($p = 0,01$)
<i>Оценка качества моделей / Model quality</i>					
Оценка надёжности / Reliability estimate	0,659	0,961	0,837	0,835	0,633
Компоненты вариации: / Variance component:					
на уровне субъекта РФ at the level of subject of the Russian Federation	0,25	1,399	0,837	0,27	0,09
на уровне муниципальных образований at the level of municipalities	5,51	2,36	2,36	2,26	2,26
χ^2	14,91 ($p = 0,011$)	130,7 ($p < 0,001$)	24,54 ($p < 0,001$)	24,37 ($p < 0,001$)	7,82 ($p = 0,049$)
Отклонение / Deviance	1201,6	992,6	987,6	981,57	979,85
Значение логарифма функции правдоподобия The value of the log-likelihood function	-600,8	-496,3	-493,82	-490,79	-489,93

муниципального образования интегрального показателя, учитывающего наличие врачей, медицинского персонала, койко-мест, и на уровне региона — стоимости территориальной программы ОМС. Включение переменных, характеризующих наличие ресурсов здравоохранения, положительно сказалось на значениях теста отношения правдоподобия, остаточного компонента вариации, отклонении. После включения переменной, характеризующей фактическую стоимость территориальной программы ОМС по субъекту РФ в расчёте на душу населения, значение теста отношения правдоподобия составило –489,93. Остаточный компонент вариации снизился до 2,26, что более чем в 2 раза ниже значения, полученного в модели 1, — 5,51. Отклонение в сравнении с моделью 3 сократилось незначительно — до 979,85, однако оно ниже значения, полученного в модели 1, на 221,75 пункта. Таким образом, полученная модель значима и позволяет проводить анализ влияния обеспеченности ресурсами здравоохранения на уровень смертность населения.

Обсуждение

Результаты моделирования позволяют сделать вывод, что положительное значение оценок коэффициентов при переменных, характеризующих долю нетрудоспособного населения и долю инвалидов, указывает на то, что рост отклонения от среднего по данным показателям ведет к росту смертности населения по причине более высокого уровня смертности в данных группах. Так, в исследовании Г.Ш. Бахметовой отмечается, что уровень смертности населения в возрасте 60 лет и старше обычно существенно превышает уровни смертности в более молодых возрастных группах [23]. В результате наблюдается прямая тесная связь смертности населения и доли нетрудоспособного населения, подтверждаемая данными как муниципального [10], так и регионального уровня [6]. Уровень смертности среди инвалидов также имеет свои особенности, которые необходимо учитывать. Исследования Е. Ритассо [24], М.С. Christiansen и соавт. [25] показывают, что смертность во многом определяется группой инвалидности, характером и сроками болезни. Таким образом, включение контрольных переменных позволяет исключить эти эффекты в уровне смертности населения.

Отрицательное значение коэффициента при индексе обеспеченности медицинскими ресурсами показывает, что увеличение числа врачей и медицинских работников, количества коек на 10 тыс. человек населения снижает уровень смертности в муниципальных образованиях рассматриваемых субъектов РФ. Аналогичные результаты были получены другими учёными [6, 10]. В то же время С.А. Бойцов и И.В. Самородская отметили, что вклад медицины в показатели смертности не всегда очевиден [11]. Важно не просто наличие ресурсов, а их эффективное использование. Так, лучше организованная и более эффективная система здравоохранения среди прочих факторов определяет более низкую смертность в Западной Европе в сравнении с Восточной [26].

В этой связи интересными получились результаты по фактору фактической стоимости территориальной программы ОМС на душу населения. Значение коэффициента положительно (табл. 2). Таким образом, рост расходов на ОМС и уровень смертности изменяются однонаправ-

ленно, что, среди прочего, может указывать на неэффективное использование финансовых ресурсов на уровне региона. Эти результаты подтверждают отмеченное С.А. Бойцовым и И.В. Самородской «тесное переплетение позитивных и негативных эффектов в процессе организации и обеспечения медицинской помощи» [11]. Неочевидность связи ресурсного обеспечения здравоохранения и смертности отмечается как в отечественных, так и в зарубежных публикациях. Так, в исследовании 27 европейских стран определена обратная связь между общими расходами на здравоохранение (в том числе частными) и смертностью населения от рака [12]. Аналогичное исследование смертности по данным США показало, что существует разрыв между северо-восточными и южными штатами, а расходы на здравоохранение не связаны с раком (кроме рака молочной железы) [8]. В исследовании, проведённом в разрезе 22 стран, отмечено, что расходы на здравоохранение не являются определяющими в объяснении межстрановых различий активности болезни при анкилозирующем спондилите [13]. В работе Н.А. Сапон и А.Н. Никифоровой, выполненной на данных здравоохранения Украины, определена, с одной стороны, высокая связь смертности населения от инсульта с общими расходами на здравоохранение на душу населения, с другой стороны — слабая связь с обеспеченностью больничными койками при отсутствии связи с обеспеченностью врачами [14]. Расчёты отечественных учёных также часто указывают на неоднозначность эффектов. Так, в работе В.Н. Иванова и А.В. Суворова из-за незначимости из модели исключён фактор расходования региональных бюджетов на лекарственные средства на душу населения [7], исследование Т.А. Ивановой показало отсутствие связи между численностью врачей и смертностью населения в разрезе причин смертности [5].

Таким образом, как отмечает С.А. Банин, внимание необходимо уделять рациональному и эффективному использованию имеющихся денежных ресурсов в системе здравоохранения [27]. Согласно представленной в настоящей работе модели имеется положительный эффект, оказываемый на снижение смертности обеспеченностью ресурсами здравоохранения (врачи, медицинский персонал, койкоместа) на уровне муниципальных образований, при неоднозначном влиянии фактической стоимости территориальной программы ОМС на региональном уровне.

В полученных моделях значение константы (коэффициента γ_{00}) достаточно высокое, что указывает на наличие других весомых факторов, не включенных в модель (например, характеризующих экологию, образ жизни или раскрывающих особенности организации медицинского обслуживания и т.д.). Однако основным препятствием этих уточнений является отсутствие открытых данных по муниципальным образованиям РФ в необходимой детализации.

Заключение

Предложенный подход показал свою применимость для исследования ресурсного обеспечения здравоохранения и оценки факторов смертности населения. Результаты в целом согласуются со сделанными ранее выводами других учёных. Однако, если в других иссле-

дованиях смертность населения в большинстве случаев рассматривается в рамках одного уровня исследования: муниципального или регионального, то в рамках данного подхода были учтены факторы обоих уровней с разделением складывающейся вариации муниципальных образований по показателю смертности с учётом территориальной (иерархической) вложенности: муниципальное образование → регион → страна. Это значительно расширяет представление о ресурсном обеспечении и расходовании средств в рамках сложившихся уровней государственного управления.

Полученные модели позволяют повысить качество принятия решений, т.к. с учётом иерархической вложенности они разделяют влияние региональных и местных ресурсов здравоохранения на вариацию муниципальных образований по уровню смертности населения.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 8, 12, 13, 15–22, 24–26 см. References)

- Иващенко Н.Н., Корчагина И.И., Мигранова Л.А. Здоровье населения и доступность медицинских услуг в малых городах России. *Социологический альманах*. 2013; (4): 427–39.
- Пепеляева А.В., Третьякова Е.А. Структурно-функциональная модель региональной системы здравоохранения. *Вестник Омского университета. Серия: Экономика*. 2018; (2): 164–76. <https://doi.org/10.25513/1812-3988.2018.2.164-176>
- Лобкова Е.В., Петриченко А.С. Управление эффективностью региональной системы здравоохранения. *Региональная экономика: теория и практика*. 2018; 16(2): 274–95. <https://doi.org/10.24891/re.16.2.274>
- Калашников К.Н. Ресурсное обеспечение российского здравоохранения: проблемы территориальной дифференциации. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2015; (1): 72–87. <https://doi.org/10.15838/esc/2015.1.37.5>
- Иванова Т.А. Смертность населения от основных причин: исследование положения регионов РФ. *Системное управление*. 2016; (1): 1–16.
- Молчанова Е.В. Исследование факторов, влияющих на смертность населения в России, с помощью методов математической. *Перспективы науки*. 2011; (5): 73–7.
- Иванов В.Н., Суворов А.В. Проблемы охраны здоровья населения России. *Проблемы прогнозирования*. 2003; (3): 99–113.
- Аскарлов Р.А., Карелин А.О., Лакман И.А., Розанова Л.Ф., Аскарлова З.Ф. Сегментация территорий Республики Башкортостан по уровню смертности от злокачественных новообразований. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019; 63(1): 4–13. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-1-4-13>
- Гурвич В.Б., Никонов Б.И., Малых О.Л., Кочнева Н.И., Вараксин А.Н., Маслакова Т.А. и др. Использование регрессионных моделей в системе поддержки принятия решений по управлению риском для здоровья населения в результате воздействия социально-экономических факторов. *Уральский медицинский журнал*. 2008; (8): 26–33.
- Бойцов С.А., Самородская И.В. Факторы, влияющие на смертность населения. *Вестник Российской академии наук*. 2016; 86(12): 1089–97. <https://doi.org/10.7868/80869587316110037>
- Сапон Н.А., Никифорова А.Н. Влияние факторов доступности медицинской помощи на уровень смертности от инсульта. *Український нейрохірургічний журнал*. 2016; (2): 54–62.
- Денисенко М.Б., Бахметовой Г.Ш., ред. *Смертность населения: тенденции, методы изучения, прогнозы*. М.: МАКС Пресс; 2007: 256–71.
- Банин С.А. Здравоохранение России: вопросы финансирования и пути решения. *Вестник Томского государственного университета. Экономика*. 2012; (3): 112–7.

REFERENCES

- Ivashinenko N.N., Korchagina I.I., Migranov L.A. Population health and accessibility of medical services in Russian small towns. *Sotsiologicheskii almanakh*. 2013; (4): 427–39. (in Russian)
- Pepelyaeva A.V., Tret'yakova E.A. Structural and functional model of the regional health care system. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*. 2018; (2): 164–76. <https://doi.org/10.25513/1812-3988.2018.2.164-176> (in Russian)
- Lobkova E.V., Petrichenko A.S. Managing the effectiveness of the regional health system. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*. 2018; 16(2): 274–95. <https://doi.org/10.24891/re.16.2.274> (in Russian)
- Kalashnikov K.N. Resource security of healthcare in Russia: issues of territorial differentiation. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz*. 2015; (1): 72–87. (in Russian)
- Ivanova T.A. Mortality population from the main causes: study of regions of RF. *Sistemnoe upravlenie*. 2016; (1): 1–16. (in Russian)
- Molchanova E.V. Research into the factors influencing the death rate of the population in Russia by means of mathematical statistics methods. *Perspektivy nauki*. 2011; (5): 73–7. (in Russian)
- Ivanov V.N., Suvorov A.V. Issues of health care in Russia. *Problemy prognozirovaniya*. 2003; 14(3): 280–9.
- Chahoud J., Semaan A., Rieber A. Wealth, health expenditure, and cancer: A national perspective. *J. Natl Compr. Canc. Netw*. 2016; 14(8): 972–8. <https://doi.org/10.6004/jnccn.2016.0104>
- Askarov R.A., Karelin A.O., Lakman I.A., Rozanova L.F., Askarova Z.F. Segmentation of territories of the Republic of Bashkortostan on the level of mortality from malignant neoplasms. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2019; 63(1): 4–13. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-1-4-13> (in Russian)
- Gurvich V.B., Nikonov B.I., Malykh O.L., Kochneva N.I., Varaksin A.N., Maslakova T.A., et al. The use of regression models in the decision support system for managing public health risk as a result of the impact of socio-economic factors. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal*. 2008; (8): 26–33. (in Russian)
- Boysov S.A., Samorodskaya I.V. Factors influencing mortality. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*. 2016; 86(12): 1089–97. <https://doi.org/10.7868/80869587316110037> (in Russian)
- Ades F., Senterre C., de Azambuja E., Sullivan R., Popescu R., Parent F., et al. Discrepancies in cancer incidence and mortality and its relationship to health expenditure in the 27 European Union member states. *Ann. Oncol*. 2013; 24(11): 2897–902. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdt352>
- Putrik P., Ramiro S., Moltó A., Keszei A. P., Norton S., Dougados M., et al. Individual-level and country-level socioeconomic determinants of disease outcomes in SpA: multinational, cross-sectional study (ASAS-COMSPA). *Ann. Rheum. Dis*. 2019; 78(4): 486–93. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2018-214259>
- Sapon N.A., Nikiforova A.N. Correlation between access to health care and stroke mortality. *Ukrains'kiy neyrokhirurgichniy zhurnal*. 2016; (2): 54–62. (in Russian)
- Li Y., Wei Y.H.D. A spatial-temporal analysis of health care and mortality inequalities in China. *Eurasian Geogr. Econ*. 2010; 51(6): 767–87. <https://doi.org/10.2747/1539-7216.51.6.767>
- Herrin J., St. Andre J., Kenward K., Joshi M.S., Audet A.M.J., Hines S.C. Community factors and hospital readmission rates. *Health Serv. Res*. 2014; 50(1): 20–39. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12177>
- Richardson E.A., Moon G., Pearce J., Shortt N.K., Mitchell R. Multi-scalar influences on mortality change over time in 274 European cities. *Soc. Sci. Med*. 2017; 179: 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.02.034>
- Subramanian S.V., Jones K., Duncan C. Multilevel methods for public health research. In: Kawachi I., Berkman L.F., eds. *Neighborhoods and Health*. New York: Oxford University Press; 2003: 65–111.

19. Garson D. *Hierarchical Linear Modeling: Guide and Applications*. New York: Wiley; 2013. <https://doi.org/10.4135/9781483384450>
 20. Goldstein H. *Multilevel Statistical Models*. New York: Wiley; 2010.
 21. Smyth F. Medical geography: understanding health inequalities. *Prog. Hum. Geogr.* 2008; 32(1): 119–27.
 22. Dubovik M.V., Gubarev R.V. Influence of human capital on innovative development of regions. In: Solovev D., eds. *Smart Technologies and Innovations in Design for Control of Technological Processes and Objects: Economy and Production. FarEastCon 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies. Volume 139*. Cham: Springer; 2019: 112–8. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18553-4_15
 23. Denisenko M.B., Bakhmetovoy G.Sh., eds. *Mortality: Trends, Study Methods, Forecasts [Smertnost' naseleniya: tendentsii, metody izucheniya, prognozy]*. Moscow: MAKS Press; 2007: 256–71. (in Russian)
 24. Pitacco E. Mortality of Disabled People. *SSRN: Electronic Journal*. 2012. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1992319
 25. Christiansen M.C., Niemeyer A., Teigiszerová L. Modeling and forecasting duration-dependent mortality rates. *Comput. Stat. Data Anal.* 2015; 83: 65–81. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2014.09.017>
 26. Mackenbach J.P., Karanikolos M., McKee M. The unequal health of Europeans: successes and failures of policies. *Lancet*. 2013; 381(9872): 1125–34. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)62082-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)62082-0)
 27. Banin S.A. Russian healthcare: financing issues, ways of improvement. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*. 2012; (3): 112–7. (in Russian)
-