

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 316:61

Н.В. Шартова¹, В.Н. Крайнов², С.М. Малхазова³, В.С. Тикунов⁴

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СМЕРТНОСТИ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

В статье представлен опыт разработки типологической классификации на основе показателей смертности в городах с численностью населения свыше 100 000 человек в целях выявления региональных особенностей уровня и структуры смертности городского населения РФ. Разработана методика и проведена типологическая классификация городов РФ, на основе которой выделены и проанализированы их территориальные объединения, состоящие из восьми групп для мужчин и шести для женщин, различающихся по уровню и причинам смертности. Среди женщин высокий уровень смертности регистрируется, в первую очередь, в старейших промышленных центрах Урала и Сибири. Среди мужчин – в городах севера европейской части РФ, а также в промышленных городах юга Сибири. Наряду с естественными причинами смерти ведущую роль играют и ее внешние причины, в том числе убийства и самоубийства. Отдельно выделяется группа городов с высоким уровнем смертности из-за внешних причин и социально значимых патологий среди мужчин – Кызыл, Новокузнецк, Улан-Удэ. Самые низкие показатели смертности среди женщин характерны для городов европейской территории РФ, расположенных южнее Московской области. Низкие показатели смертности среди мужчин, в отличие от женщин, отмечаются не только в городах Европейской территории РФ, но и на Урале (Екатеринбурге, Тюмени), а также в Западной Сибири (Новом Уренгое, Нижневартовске, Ноябрьске, Сургуте, Томске). Традиционно минимальный уровень смертности в РФ фиксируется в городах республик Северного Кавказа. Следует отметить более дифференцированное территориальное распределение смертности среди мужчин. Выявлена зависимость уровня смертности от плотности города. Наиболее четко она проявляется для женщин. Созданная база данных и алгоритм расчета по смертности населения с детальным разграничением на возрастные категории и причины смерти создают возможность для дальнейшего анализа медико-демографической ситуации в городах.

Ключевые слова: смертность населения, территориальная дифференциация, типологическая классификация, математико-картографическое моделирование

Введение. Влияние городской среды на здоровье человека является в настоящее время ключевой проблемой для национальных и муниципальных органов власти и здравоохранения многих стран мира. За последние десятилетия население городов выросло более чем на один миллиард человек. Доля мирового населения, проживающего на урбанизированных территориях, согласно прогнозам увеличится с 54% в 2015 г. до 60% в 2030 г. и до 66% к 2050 г. [WHO, 2016]. Отдельной проблемой является здоровье населения «мегагородов», находящегося под воздействием специфической окружающей среды, характерной для территорий с быстро развивающейся экономикой [Kramer et al., 2011].

Заболеваемость, инвалидность, временная нетрудоспособность и смертность негативно сказываются на социально-трудовом потенциале и приводят к существенным экономическим потерям. Принято считать [WHO, 2016], что общественное здоровье тесно связано с социально-экономическими

условиями, а его уровень служит точным и надежным индикатором качества жизни. В настоящее время Всемирная организация здравоохранения для характеристики здоровья населения по странам и отдельным регионам в числе обязательных индексов рекомендует использовать ожидаемую продолжительность жизни и показатели смертности населения [Zatonski, Bhala, 2012].

В настоящее время, наряду с расширением возможностей работы с большими массивами информации и увеличением скорости вычислений, произошли значительные изменения в области сбора и анализа показателей здоровья городского населения, экологических характеристик городской среды, а также методов их обработки. Значительное развитие получили различные статистические модели, связанные с площадными особенностями распределения показателей. Немалая часть статистических исследований за последнее десятилетие была сосредоточена на стохастических моделях простран-

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: shartova@yandex.ru

² МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, инженер; e-mail: vkrainov@gmail.com

³ МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, профессор, зав. кафедрой, докт. геогр. н.; e-mail: sveta_geo@mail.ru

⁴ МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, профессор, зав. лабораторией, докт. геогр. н.; e-mail: vstikunov@yandex.ru

ственной зависимости с введением пространственно связанных случайных эффектов в рамках байесовской иерархической системы. Популярный класс моделей основан на Марковских случайных полях (или Марковской сети), где условное распределение показателей по территории зависит от наблюдений в соседних регионах [Banerjee, 2016]. При наличии экологических или социально-экономических данных, позволяющих включать в пространственную модель причинно-следственные связи в уровне смертности, используются регрессионные модели (spatial panel data model) с фиксированными эффектами и пространственной автокорреляцией [Bagufi et al., 2012; Mackenbach et al., 2019].

Российские исследователи ограничены в использовании открытых данных. Зачастую доступны только общие показатели смертности и заболеваемости, на основании которых сложно оценить возможные риски для жизнедеятельности населения. Большое значение имеет унификация применяемых индексов, разработка требований к использованию идентичных параметров для последующего сопоставления результатов, а также методы стандартизации показателей. Таким образом, исследование влияния городской среды на здоровье населения, а также разработка подходов к пространственному анализу являются актуальной задачей, требующей своего решения.

С учетом сложившегося мирового опыта в рамках настоящего исследования разработана типологическая классификация городов РФ по показателям смертности среди мужчин и женщин и проведен анализ территориальных особенностей уровня и структуры смертности городского населения РФ. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Сбор первичной информации по смертности населения и составление базы данных.
2. Создание автоматизированного алгоритма стандартизации показателей смертности по полу и возрасту и расчет производных показателей.
3. Разработка типологической классификации городов РФ по уровню и причинам смертности и ее апробация на выбранных причинах смерти.

Материалы и методы исследований. Исследование основано на созданной авторами базе данных по смертности населения в городах РФ. Для разработки и апробации типологической классификации был выбран 5-летний период с 2011 по 2015 гг. Выбор показателей для внесения в базу данных проводился на основе международной классификации болезней десятого пересмотра, МКБ-10 [WHO, 2019]. Общий принцип формирования системы медико-демографических показателей в базе данных основан на взаимодополняющем использовании первичной статистической информации и расчетных производных показателей. Первичные статистические материалы были получены в Федеральной службе государственной статистики для 169 городов с численностью населения свыше 100 000 человек. Они представляют собой данные об абсолютном коли-

честве умерших людей и отражены в статистической форме С51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти». Информация представлена отдельно для мужчин и женщин по возрастным категориям: 0–1 год, 1–4, 5–9 и т. д. с интервалом в пять лет до возрастной категории свыше 85 лет; всего 19 возрастных групп.

Исходные данные составили 306 причин смерти, включая как классы болезней согласно МКБ-10, так и отдельные нозоформы. Из них было отобрано 140 причин, включенных в базу данных, на основе их приоритетного значения для проведения медико-географического анализа состояния здоровья городского населения, а также имеющих возможную экологическую или социально-экономическую обусловленность.

На основе данных первичной статистики подготовлены производные (расчетные) медико-демографические показатели [Денисенко, Калмыкова, 2009]. Их расчет связан с тем, что для проведения корректного сравнительно-географического анализа медико-демографических процессов следует использовать стандартизованные показатели, для которых устранено влияние половозрастной структуры населения.

В настоящем исследовании применен метод прямой стандартизации, при которой повозрастные коэффициенты смертности реального населения взвешиваются по возрастной структуре стандарта. В качестве эталона выбран европейский стандарт Всемирной организации здравоохранения 1975 г., представляющий собой обобщенную возрастную структуру ряда европейских стран, которая принята в качестве основы при стандартизации демографических показателей. Для территории России европейский стандарт целесообразно использовать в силу того, что возрастная структура населения нашей страны близка к государствам Европы [Malkhazova et al., 2017].

Для вычисления производных показателей был разработан алгоритм автоматизированного расчета стандартизованных медико-демографических показателей с использованием СУБД MS Visual FoxPro 9.0 (рис. 1). Необходимость разработки такого алгоритма связана с тем, что информация об абсолютном количестве умерших по причинам смерти в городах РФ представляет собой большой массив данных, трудно обрабатываемый в ручном режиме. Разработанная программа позволяет выбрать необходимую комбинацию (год, причина смерти, возрастная группа, пол и др.) с последующим выводом таблиц MS Excel, содержащих возрастную коэффициент смертности, стандартизованный коэффициент смертности, нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала, а также его длину (рис. 2).

Таким образом, проведенная обработка первичного материала позволила получить производные данные, представляющие возрастную состав населения по 5-летним группам, смертность по причинам, соответствующим классам болезней согласно

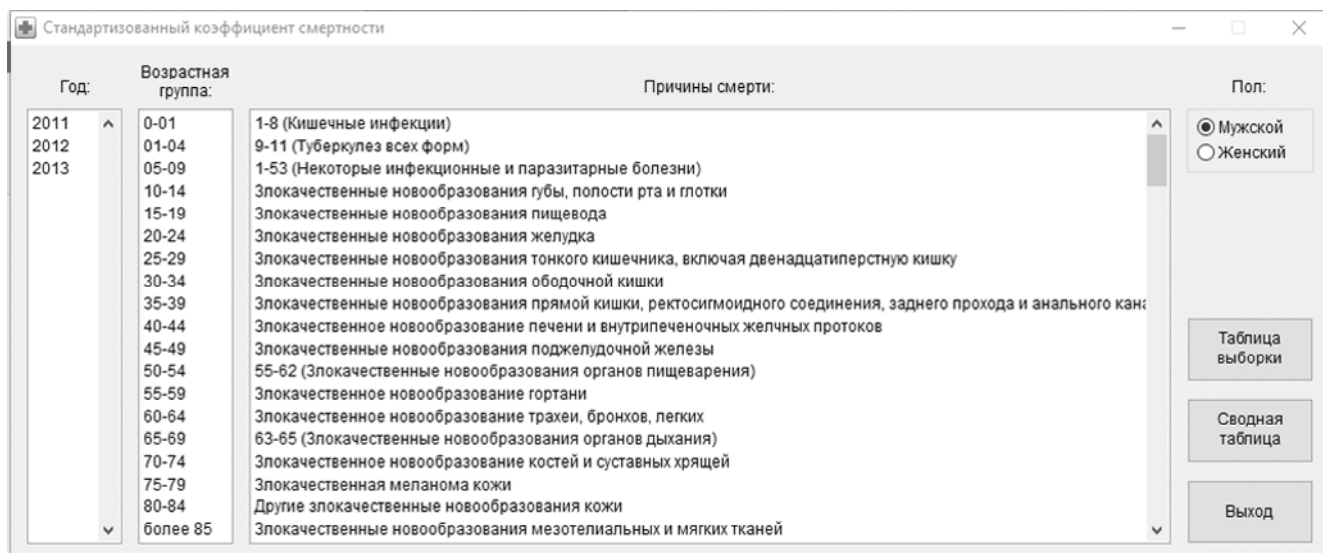


Рис. 1. Интерфейс программы расчета стандартизованного коэффициента смертности

Fig. 1. The interface of the standardized mortality rate calculation program

МКБ-10 и ряду патологий отдельно для мужчин и женщин.

Для разработки типологической классификации использована модель, в которой в основе группировки территориальных единиц (городов РФ) по комплексу показателей смертности от различных причин лежат условия их гомогенности [Тикун, 1997]. Для апробации были использованы показатели смертности по основным причинам смерти населения России: болезней системы кровообращения, в том числе ишемических и цереброваскулярных, болезней органов дыхания, в том числе пневмонии, болезней органов пищеварения, онкологических заболеваний, внешних причин смерти, инфекционных болезней, в том числе туберкулеза и ВИЧ-инфек-

ции, а также причин смерти, связанных с употреблением алкоголя. На первом этапе проводится нормировка исходных показателей по дисперсиям. Нормированные показатели образуют матрицу, на основе которой рассчитываются различные меры близости территориальных единиц – евклидовы расстояния. Для каждого варианта группировки подсчитывается сумма внутригрупповых различий; вариант, дающий минимальную сумму, принимается в качестве окончательного. Получаемый ряд группировок анализируется с учетом абсолютного и относительного коэффициентов неоднородности, на основе чего происходит объединение городов в группы, различные по анализируемым показателям смертности. По итогам применения алгоритма классификации было

1	141-150 (Цереброваскулярные болезни), Женщины, 2012																			
2	Город	0-01	01-04	05-09	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	более 85
3	Белгород		0	0	0	0	0	0	0,005	0,005	0	0,027	0,017	0,024	0,067	0,087	0,144	0,207	0,283	0,615
4	Старый Оскол		0	0	0	0	0	0	0,007	0	0	0,039	0,026	0,047	0,056	0,068	0,173	0,169	0,219	0,277
5	Брянск		0	0	0	0	0	0	0,004	0,005	0,015	0,027	0,026	0,065	0,114	0,197	0,34	0,412	0,483	1,094
6	Владимир		0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0,016	0,026	0,044	0,057	0,066	0,154	0,222	0,19	0,237
7	Ковров		0	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0,027	0,043	0,064	0,189	0,231	0,443	0,614	0,684	1,221
8	Муром		0	0	0	0	0	0	0,017	0,016	0,017	0,016	0,039	0,089	0,163	0,119	0,248	0,255	0,297	0,568
9	Воронеж		0	0	0	0	0,001	0,001	0	0,006	0,011	0,019	0,025	0,04	0,074	0,115	0,21	0,271	0,302	0,511
10	Иваново		0	0	0	0	0	0,004	0	0,004	0,019	0,033	0,017	0,059	0,119	0,136	0,218	0,356	0,31	0,676
11	Калуга		0	0	0	0	0	0	0,016	0,011	0,012	0,017	0,027	0,034	0,084	0,117	0,2	0,311	0,361	0,896
12	Обнинск		0	0	0	0	0	0	0	0	0,019	0	0,014	0,042	0,049	0,033	0,176	0,125	0,17	0,339
13	Кострома		0	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0,007	0,047	0,063	0,07	0,176	0,222	0,309	0,317	0,607
14	Курск		0	0	0	0	0	0,004	0	0	0,005	0,023	0,039	0,056	0,078	0,11	0,274	0,372	0,465	1,101
15	Липецк		0	0	0	0,006	0	0	0,003	0,007	0,004	0,011	0,02	0,069	0,062	0,125	0,175	0,209	0,168	0,268
16	Елец		0	0	0	0	0	0	0	0,035	0,019	0,018	0,075	0,063	0,111	0,184	0,225	0,383	0,443	0,641
17	Железнодорожный		0	0	0	0	0	0	0,01	0,011	0,028	0,04	0,011	0,031	0,137	0,146	0,231	0,444	0,281	0,853
18	Жуковский		0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,091	0,059	0,053	0	0,082	0,141	0,13	0,191	0,323
19	Королев		0	0	0	0	0,008	0	0,018	0,01	0	0	0,071	0,037	0,05	0,175	0,325	0,269	0,534	
20	Коломна		0	0	0	0	0	0	0	0,026	0	0,027	0,093	0,083	0,086	0,115	0,365	0,398	0,403	0,839
21	Орехово-Зуево		0	0	0	0	0	0	0,014	0,014	0,016	0,016	0,052	0,069	0,082	0,156	0,227	0,25	0,13	0,221
22	Подольск		0	0	0	0	0	0	0,008	0,009	0	0,017	0,044	0,065	0,139	0,22	0,298	0,35	0,652	
23	Серпухов		0	0	0	0	0	0	0,014	0,015	0,029	0,064	0,066	0,142	0,147	0,193	0,397	0,295	0,442	
24	Станд. коэфф. смертн.																			

Рис. 2. Фрагмент вывода итоговых таблиц стандартизованных коэффициентов смертности

Fig. 2. The output of the summary tables of standardized mortality rates (a fragment)

получено 14 различных территориальных групп городов. На основе анализа коэффициентов однородности группировок [Тикунов, 1997] лучшим был признан вариант классификации с выделением 6 различных групп городов по уровню и причинам смертности для женщин и 8 – для мужчин. Анализ результатов проведенного моделирования позволил выявить региональные особенности в распределении уровня и причин смертности населения РФ.

Следует отметить, что использованный алгоритм типологической классификации предназначен для классификаций объектов различной природы [Тикунов, 1997], однако впервые применен для оценки территориальных особенностей смертности населения.

Заключительным этапом работы является визуализация полученных результатов. С использованием геоинформационной системы Quantum GIS на основе стандартизованных коэффициентов построены аналитические карты смертности населения по причинам смерти и по возрастным группам и синтетические карты – по результатам типологической классификации.

Результаты исследований. Самые низкие показатели смертности среди женщин характерны для городов Европейской территории РФ, расположенных южнее Московской области, таких как Брянск, Елец, Чебоксары и др., а также для городов Северного Кавказа (рис. 3). Группа городов с низкими значениями смертности практически не выходит за пределы Урала, за исключением Тюмени и Нижневартовска. При этом относительно низкие показатели смертности отмечаются по всем причинам смерти.

Группы городов с наиболее высокими показателями смертности среди женщин формируют четыре территориальных группы (рис. 4). В центральной части РФ – это города высоко урбанизированной территории Московской области – Орехово-Зуево, Пушкино, Сергиев-Посад, Серпухов, Щелково; на Урале – промышленные центры, такие как Березники, Златоуст, Копейск, Магнитогорск, Первоуральск; на юге Сибири – города добывающей промышленности и металлургии – Абакан, Ачинск, Красноярск, Междуреченск, Новокузнецк, Прокопьевск и др.; на Дальнем Востоке – Артем, Владивосток, Комсомольск-на-Амуре, Магадан, Находка, Уссурийск, Южно-Сахалинск. Кроме того, высокий уровень смертности среди женщин наблюдается в Якутске и Норильске. Во всех этих городах наряду с естественными причинами смерти, такими как болезни системы кровообращения (включая ишемическую болезнь сердца), болезни органов дыхания (включая пневмонию), злокачественные новообразования, в особенности органов пищеварения и органов дыхания, ведущую роль играют и внешние причины смерти, в том числе убийства и самоубийства.

Наиболее низкие показатели смертности среди мужчин, в отличие от женщин, отмечаются не только в городах Европейской территории РФ, но и на Урале – в Екатеринбурге, Тюмени, а также в Западной Сибири – Новом Уренгое, Нижневартовске, Ноябрьске, Сургуте, Томске и др. Традиционно минимальный уровень смертности в РФ фиксируется в городах республик Северного Кавказа.



Рис. 3. Группа городов с низким уровнем смертности среди женщин

Fig. 3. A group of cities with low mortality rate among women



Рис. 4. Группа городов с высоким уровнем смертности среди женщин

Fig. 4. A group of cities with high mortality rate among women

Самые высокие показатели смертности мужчин от ненасильственных причин наблюдаются в ряде городов в центре и на севере Европейской территории РФ. Это города, расположенные севернее Нижегородской, Тульской и Владимирской областей – Вологда, Кострома, Череповец и др. Другая группа городов выделяется на юге Западной Сибири (Абакан, Ачинск, Красноярск) и Дальнем Востоке (Владивосток, Магадан, Находка, Южно-Сахалинск). Высокий уровень смертности среди мужчин, как и среди женщин, регистрируется в Норильске. Основными причинами смерти в отдельно перечисленных городах являются болезни органов дыхания, злокачественные новообразования, в первую очередь органов дыхания, пищеварения, болезни системы кровообращения.

Отдельно выделены группы городов с высоким уровнем смертности среди мужчин из-за внешних причин. Это Кызыл, Новокузнецк, Улан-Удэ и некоторые другие. Среди внешних причин для них характерны убийства и самоубийства, кроме того, наблюдается высокий уровень смертности от социально значимых патологий – туберкулеза, ВИЧ-инфекции, заболеваний, возникших в результате пагубного употребления алкоголя.

Обсуждение результатов. Несмотря на наметившуюся положительную динамику снижения смертности населения в России, на фоне других стран ситуация остается сложной. Можно отметить значительную территориальную дифференциацию городов России по показателю смертности. Так, города европейской части отличаются ее низким

уровнем как среди мужчин, так и среди женщин. Это может быть обусловлено более благоприятными природно-климатическими и экологическими особенностями территории и более доступными организациями здравоохранения. Низкие показатели смертности в таких городах газонефтедобычи, как Новый Уренгой, Нижневартовск, Ноябрьск, Сургут, Тюмень могут быть связаны с более высоким уровнем социально-экономического развития данных городов, более развитым медицинским обслуживанием, а также, в некоторых случаях, с демографическими особенностями северных регионов (оттоком населения старших возрастов после выхода на пенсию). Традиционно отмечаемый исследователями не всегда достоверный сбор данных в республиках Северного Кавказа не позволяет определить, связан ли низкий уровень смертности с образом жизни населения и природно-климатическими особенностями в регионе, либо в значительной степени с погрешностями в статистических данных.

Группы городов с высоким уровнем смертности имеют более выраженную территориальную дифференциацию. Однако общей чертой для них является то, что все они – крупные промышленные центры с выраженной отраслевой специализацией. Возможно, вклад в высокий уровень смертности в данном случае вносит неблагоприятная экологическая ситуация. Для городов, где наблюдается меньшее количество промышленных предприятий, таких как, например, Вологда и Кострома, основную роль в высоком уровне смертности может играть неблагоприятная социально-экономическая обстановка.

Следует отметить, что высказанные возможные причины различного уровня смертности для выделенных групп городов носят характер гипотез, требующих дальнейших исследований. Отдельным вопросом является выявление высокого уровня смертности в ближайших к столице городах Московской области.

Визуально можно проследить зависимость уровня смертности от показателя плотности города. Наиболее четко эта связь проявляется для женщин. Так, в городах с населением свыше 1 млн жителей у женщин наблюдается более низкий уровень смертности по всем причинам, чем в некрупных городах. Среди мужчин эта тенденция тоже прослеживается, но имеет менее выраженный характер.

Таким образом, полученные результаты являются основой для дальнейшего выявления статистически значимых причинно-следственных связей между уровнем смертности населения, состоянием окружающей среды и социально-экономической обстановки с привлечением детализированных социально-экономических и экологических данных. Подобный анализ целесообразно проводить на локальном уровне уже внутри выделенных групп городов.

Выводы:

– разработанная методика и проведенная типологическая классификация городов РФ по уровню и причинам смертности для мужчин и женщин позволили дифференцировать города по этим показателям;

– среди женщин высокий уровень смертности регистрируется, в первую очередь, в старейших промышленных центрах Урала и Сибири. Среди мужчин – в городах севера европейской части РФ, а также в промышленных городах юга Сибири. Более благополучная ситуация складывается в городах юга европейской части РФ и в нефтедобывающих центрах. Следует отметить, что в смертности среди мужчин прослеживается более дифференцированное территориальное распределение;

– созданная база данных и алгоритм расчета смертности населения в городах РФ с детальным разграничением на возрастные категории и причины смерти создают возможности для более глубокого пространственно-временного анализа медико-демографической ситуации в городах. Выделенные группы городов, различные по уровню смертности населения, представляют основу для дальнейших региональных и локальных исследований.

Благодарности. Обработка и анализ показателей смертности в городах России выполнены по проекту РФФИ № 18-05-60037; типологическая классификация разработана в рамках проекта РФФИ № 18-05-00236.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Денисенко М.Б., Калмыкова Н.М. Демография. Москва: ИНФРА-М, 2009. 432 с.

Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.

Banerjee S. Spatial Data Analysis. *Annual Review of Public Health*, 2016, vol. 37, no. 37, p. 47–60.

Barufi A.M., Haddad E., Paez A. Infant mortality in Brazil, 1980–2000: A spatial panel data analysis. *Bmc Public Health*, 2012, no. 12. DOI: 10.1186/1471-2458-12-181.

Kramer A., Khan M.M.H., Jahn H.J. Public Health in Megacities and Urban Areas: A Conceptual Framework. *Health in Megacities and Urban Areas*, 2011, p. 3–20.

Mackenbach J.P., Valverde J.R., Bopp M., Bronnum-Hansen H., Costa G., Deboosere P., Kalediene R., Kovacs K.,

Leinsalu M., Martikainen P., Menvielle G., Rodriguez-Sanz M., Nusselder W.J. Progress against inequalities in mortality: register-based study of 15 European countries between 1990 and 2015. *European Journal of Epidemiology*, 2019, vol. 34, no. 12, p. 1131–1142.

Malkhazova S.M., Pestina P.V., Shartova N.V. Public health in the regions of Russia at the beginning of the twenty-first century: Medical-geographical assessment. *Doklady Earth Sciences*, 2017, vol. 475, no. 1, p. 840–843.

WHO: *Global report on Urban Health equitable, healthier cities for sustainable development*. Geneva: WHO, 2016, 241 с.

WHO: *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision*. Geneva: WHO, 2019.

Zatonski W.A., Bhala N. Changing trends of diseases in Eastern Europe: Closing the gap. *Public Health*, 2012, vol. 126, no. 3, p. 248–252.

Поступила в редакцию 18.03.2020

После доработки 15.05.2020

Принята к публикации 06.07.2020

N.V. Shartova¹, V.N. Krainov²,
S.M. Malkhazova³, V.S. Tikunov⁴

SPATIAL ANALYSIS OF URBAN MORTALITY

The article deals with an attempt to develop a typological classification based on mortality data in cities with population of more than 100 000 inhabitants. The aim of the study is to reveal regional features of the level and structure of urban population mortality in the Russian Federation. A methodology has been developed and a typological classification of Russian cities has been carried out. As a result eight groups of cities for men and six groups for women with different rates and causes of male and female mortality have been identified and analyzed. The high female mortality rate was recorded principally in the oldest industrial centers of the Urals and Siberia. The high male mortality rate was recorded in the northern cities of the European part of the Russian Federation, as well as in the industrial cities of the south of Siberia. The external causes of death including murder and suicide also played an important role along with the natural causes. A group of cities with high male mortality rate due to external causes and socially significant pathologies, including Kyzyl, Novokuznetsk and Ulan-Ude, was identified separately. The lowest female mortality rates are in the cities of the European territory located south of the Moscow region. Compared to female rates, low male mortality was observed both in the cities of the European territory, and in the Ural (Yekaterinburg, Tyumen), as well as in Western Siberia (Novy Urengoy, Nizhnevartovsk, Noyabrsk, Surgut, Tomsk). Traditionally, the lowest mortality rate in the Russian Federation was recorded in the cities of the Northern Caucasus. Male mortality rates showed more differentiated territorial distribution. The dependence between mortality rate and the population numbers of a city was identified being the most evident for women. The database and the algorithm of calculation using the mortality rates with a detailed demarcation of age categories and causes of death are perspective for further analysis of the medical and demographic situation in cities.

Key words: mortality, territorial differentiation, typological classification, mathematical-cartographic modeling

Acknowledgements. Processing and analysis of mortality data for Russian cities was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 18-05-60037); the development of typological classification was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 18-05-00236).

REFERENCES

- Banerjee S. Spatial Data Analysis. *Annual Review of Public Health*, 2016, vol. 37, no. 37, p. 47–60.
- Barufi A.M., Haddad E., Paez A. Infant mortality in Brazil, 1980–2000: A spatial panel data analysis. *Bmc Public Health*, 2012, no. 12. DOI: 10.1186/1471-2458-12-181.
- Denisenko M.B., Kalmykova N.M. *Demografija* [Demography]. Moscow: INFRA-M, 2009, 432 p. (In Russian).
- Kramer A., Khan M.M.H., Jahn H.J. Public Health in Megacities and Urban Areas: A Conceptual Framework. *Health in Megacities and Urban Areas*, 2011, p. 3–20.
- Mackenbach J.P., Valverde J.R., Bopp M., Bronnum-Hansen H., Costa G., Deboosere P., Kalediene R., Kovacs K., Leinsalu M., Martikainen P., Menvielle G., Rodriguez-Sanz M., Nusselder W.J. Progress against inequalities in mortality: register-based study of 15 European countries between 1990 and 2015. *European Journal of Epidemiology*, 2019, vol. 34, no. 12, p. 1131–1142.
- Malkhazova S.M., Pestina P.V., Shartova N.V. Public health in the regions of Russia at the beginning of the twenty-first century: Medical-geographical assessment. *Doklady Earth Sciences*, 2017, vol. 475, no. 1, p. 840–843.
- Tikunov V.S. *Klassifikacii v geografii: renessans ili vyjadenie? (opyt formal'nyh klassifikacij)* [Classifications in geography: Renaissance or fading? (The experience of formal classifications)]. Moscow-Smolensk: Publishing House of the SSU, 1997, 367 p. (In Russian).
- WHO: *Global report on Urban Health equitable, healthier cities for sustainable development*. Geneva: WHO, 2016, 241 c.
- WHO: *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision*. Geneva, WHO, 2019.
- Zatonski W.A., Bhala N. Changing trends of diseases in Eastern Europe: Closing the gap. *Public Health*, 2012, vol. 126, no. 3, p. 248–252.

Received 18.03.2020

Revised 15.05.2020

Accepted 06.07.2020

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Geography; e-mail: shartova@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Engineer, e-mail: vkrainov@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Professor, Head of the Department, D.Sc. in Geography; e-mail: sveta_geo@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Integrated Mapping Laboratory, Professor, Head of the Laboratory, D.Sc. in Geography; e-mail: vstikunov@yandex.ru