

УДК: 351.777.8
DOI: 10.7868/S25000640190308

ФОРМИРОВАНИЕ ОЧАГОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КАК КРИТЕРИЙ «ОТКЛИКА» НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

© 2019 г. С.А. Епринцев¹, О.В. Клепиков^{2,3}, С.В. Шекоян¹, Е.В. Жигулина¹

Аннотация. В соответствии с современными представлениями риск как угроза здоровью человека отражает вероятность возникновения неблагоприятных эффектов, обусловленных состоянием среды обитания. Практическая потребность анализа и управления риском закономерно проявилась в России на рубеже XX–XXI веков. Целью проведенных исследований является изучение на примере регионов России современных тенденций формирования заболеваемости населения разных возрастных групп по классам заболеваний, причиной которых может служить экологическая обусловленность.

Анализ данных Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора позволил дифференцировать регионы Российской Федерации по уровням онкологической заболеваемости, астме и анемиям. Изучена заболеваемость как взрослого населения, так и детского (от 0 до 14 лет), поскольку здоровье детей в наибольшей степени подвержено воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. В регионах России с наибольшими показателями заболеваемости проведен анализ загрязненности атмосферы антропогенными поллютантами. Установлены закономерности формирования очагов заболеваемости населения и загрязнения атмосферы данных регионов различными поллютантами.

В ряде субъектов Российской Федерации четко прослеживается прямая корреляционная зависимость между заболеваемостью населения и качеством окружающей среды. В наибольшей степени формирование очагов заболеваемости как своеобразного «отклика» на качество окружающей среды наблюдается в Новгородской, Сахалинской, Иркутской, Вологодской областях, Забайкальском крае, Республике Бурятия, Республике Татарстан.

Ключевые слова: экологический риск, экологически обусловленные заболевания, антропогенные загрязнители, новообразования, астма, анемия.

FORMATION OF ENVIRONMENTAL FOCAL DISEASES AS A RESPONSE CRITERIA FOR THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT

S.A. Yepintsev¹, O.V. Klepikov^{2,3}, S.V. Shekoyan¹, E.V. Zhigulina¹

Abstract. In accordance with modern concepts, risk as a threat to human health reflects the likelihood of adverse effects due to the state of the environment. The practical need for risk analysis and management naturally manifested itself in Russia at the turn of the 20th and 21st centuries.

The purpose of the conducted research is to study, on the example of the Russian regions, the modern trends in the disease incidence of the population of different age groups by classes of diseases, the cause of which may be ecological conditionality.

Analysis of the data of the Federal Information Fund for Socio-Hygienic Monitoring of the Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Russian Consumer Protection Agency (Rospotrebnadzor) allowed to differentiate

¹ Воронежский государственный университет (Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation), Российская Федерация, 394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1, e-mail: esa81@mail.ru

² Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» (Federal Budget Healthcare Institution "Center for hygiene and epidemiology in the Voronezh Region", Voronezh, Russian Federation), Российская Федерация, 394038, г. Воронеж, ул. Космонавтов, 21

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий (Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation), Российская Федерация, 394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19

the regions of the Russian Federation according to the levels of cancer incidence, asthma and anemia. The incidence of both adults and children (from 0 to 14 years) has been studied, since the health of children is most affected by adverse environmental factors. In the regions of Russia with the highest incidence rates, the analysis of atmospheric pollution with anthropogenic pollutants has been carried out. Patterns of formation of morbidity foci and pollution of the atmosphere in these regions with various pollutants have been observed.

It has been established that in a number of subjects of the Russian Federation, direct correlation dependences between the morbidity of the population and the quality of the environment are clearly traced. Most of the formation of incidence foci as a kind of "response" to the quality of the environment can be traced in Novgorod Region, Zabaykalsky Krai, Sakhalin Region, Irkutsk Region, the Republic of Buryatia, the Republic of Tatarstan and Vologda Region.

Keywords: environmental risk, environmental diseases, anthropogenic pollutants, neoplasms, asthma, anemia.

ВВЕДЕНИЕ

Современные промышленно развитые территории являются центрами острейших экологических проблем. Вопросы эколого-гигиенической безопасности и профилактики экологически обусловленных заболеваний населения здесь приобретают высокую актуальность [1–5].

Экологический риск в современной интерпретации рассматривается как угроза появления у населения заболеваний вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [6–22].

В начале XXI века на территории России наблюдается существенный рост социально-экономического потенциала, что обуславливает необходимость разработки технологий анализа и управления экологическим риском для обеспечения устойчивого развития и экологической безопасности населения крупных промышленно развитых городов [1–8; 10; 11; 16; 17; 22–31].

Теоретические основы по изучению риска, обоснованные в трудах ведущих российских ученых-гигиенистов А.И. Потапова с соавторами [7], Г.Г. Онищенко и А.Х. Агирова [8], С.М. Новикова с соавторами [10], Р.В. Арутюняна с соавторами [11], Ю.А. Рахманина с соавторами [12; 13], Б.А. Ревича [9; 14; 15], С.Л. Авалиани с соавторами [16; 17], С.А. Куролапа с соавторами [2; 5; 18–22] и других [23–31], исходят из оценки угрозы для здоровья человека, обусловленной распространением в окружающей среде множества потенциально опасных химических веществ и иными вредными экологическими. Ключевое звено данной концепции – здоровье населения, а также его охрана от негативного влияния антропогенных поллютантов на основе мониторинга, выявления и устранения факторов экологического риска.

Исследования и оценка риска, проведенные в различных регионах России, показывают высокую продуктивность данной методологии как способа дифференциации факторов риска по степени воздействия на здоровье человека и пространственного гигиенического зонирования урбанизированных территорий крупных городов. Полученные результаты апробации теории экологических рисков представляется возможным рассматривать как основу последующего градостроительства и устойчивого развития урбанизированных территорий.

Изучение корреляционных зависимостей между заболеваемостью населения и факторами окружающей среды исходит из причинности отдельных заболеваний, в развитии которых большая роль принадлежит экологически опасным факторам [1–22].

Экологическая эпидемиология рассматривает ряд классов заболеваемости населения как ответную реакцию на снижение качества окружающей среды при воздействии антропогенных факторов риска и снижение адаптации населения к качеству окружающей среды [1; 2; 7–22].

Понижение уровней адаптации прослеживается в специфических реакциях организма человека на неблагоприятные, вредные и опасные техногенные факторы. При адаптации к отрицательным изменениям окружающей среды происходит напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов, что влечет за собой истощение их резервов и приводит к росту так называемых болезней цивилизации, а также к увеличению удельного веса хронических патологических процессов. Чрезмерное напряжение в течение долгого временного периода служит причиной истощения резервных возможностей организма и срыва адаптационных возможностей с появлением доклинических форм патологии

(преморбидных состояний), характеризующихся крайне низкой приспособляемостью к условиям окружающей среды [2; 9].

Анализ реакции организма на влияние негативных антропогенных факторов окружающей среды свидетельствует о том, что увеличение заболеваемости населения при этом не носит линейный характер. Первоначальная реакция проявляется в усилении защитных реакций в качестве ответа на действие слабых раздражителей, росте неспецифических реакций, активизации процессов обезвреживания ксенобиотиков в организме (фаза «стимуляции») [2; 9].

На рубеже XX–XXI веков в мировой и отечественной науке, а также в практике санитарного надзора получило активное развитие новое направление – оценка риска, связанного с состоянием среды обитания, для здоровья населения. Оно явилось результатом многолетних исследований российских и зарубежных медиков, экологов и математиков, реализуемых в рамках важнейшей проблемы современности – окружающая среда и здоровье человека. Главным ориентиром нового научного направления служит идея максимального снижения экологического риска для здоровья населения как важнейшего условия обеспечения устойчивого социально-экономического развития общества [2; 9].

Методической основой практического применения технологий оценки экологического риска служит вероятностный математико-статистический анализ, позволяющий оценить уровень взаимной связи между критериями общественного здоровья и факторами риска, построить математическую модель воздействия вредного фактора на здоровье населения, количественно оценить уровень риска для населения [2; 9].

При этом используют общепризнанные критерии доказательства причинно-следственных связей в системе «здоровье – факторы риска». Они сформулированы в процессе анализа результатов медико-экологических наблюдений при комплексной оценке связи загрязнения окружающей среды с обнаруживаемыми эффектами, но имеют общее методологическое значение [2; 9].

Таким образом, появление предпатологических сдвигов в состоянии здоровья населения исследуемой территории является важным информатором при проведении региональных медико-экологических исследований. В наибольшей

степени зависимость заболеваемости населения от экологических факторов наблюдается в урбанизированных регионах при постоянном воздействии на население неблагоприятных антропогенных факторов с сильным медико-биологическим эффектом [2; 9].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ данных Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора [32] позволил выявить территории Российской Федерации с наивысшими показателями заболеваний, причиной которых могут быть с высокой долей вероятности экологические факторы (критерии «отклика» на качество окружающей среды).

В качестве основных критериев «отклика» была выбрана заболеваемость взрослого населения по группам заболеваний, причиной которых могут быть экологические факторы (появление злокачественных новообразований, заболевания дыхательных путей, крови и т.д.), а также заболеваемость детей (от 0 до 14 лет) по аналогичным показателям. Выделение отдельно группы детского населения обусловлено тем, что дети в наибольшей степени подвержены воздействию факторов окружающей среды, что позволяет на примере данной группы более репрезентативно отразить заболеваемость по различным показателям.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка уровня заболеваемости взрослого населения злокачественными новообразованиями за 2013–2017 гг. показала, что наибольшие значения данного показателя наблюдаются в Орловской, Архангельской, Сахалинской, Омской, Тверской, Иркутской, Тульской областях, Республике Мордовия, городе федерального значения Севастополе и других регионах (табл. 1), причем в большинстве указанных регионов зафиксирован ежегодный рост заболеваемости.

Аналогичная оценка уровня заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения за 2013–2017 гг. показала по ряду регионов сходную картину (табл. 2). Существенный рост данного показателя наблюдается в Чукотском

Таблица 1. Регионы Российской Федерации с наибольшими значениями заболеваемости злокачественными новообразованиями населения в 2013–2017 гг.

Table 1. Regions of the Russian Federation with the highest incidence of malignant neoplasms of the population for 2013–2017

№	Регион Region	Число случаев на 100 тысяч населения по годам / Number of cases per 100 thousand population by year					Динамический показатель / Dynamic index
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Орловская область / Oryol Region	436,44	445,86	490,05	536,64	544,77	рост / increase
2	Архангельская область Arkhangelsk Region	430,47	456,28	464,42	490,15	500,5	рост / increase
3	Сахалинская область Sakhalin Region	399,96	434,8	486,29	516,32	492,26	рост / increase
4	Омская область / Omsk Region	530,25	455,91	548,03	476,03	489,54	снижение / decline
5	Республика Мордовия Republic of Mordovia	425,82	412,98	440,03	461,7	485,77	рост / increase
6	Тверская область / Tver Region	428,09	417,53	402,34	479,02	483,19	рост / increase
7	Иркутская область / Irkutsk Region	368	370,25	383,95	460,96	482,63	рост / increase
8	Севастополь / Sevastopol	–	412,08	358,17	453,56	482,33	–*
9	Тульская область / Tula Region	452,48	453,04	465,46	456,9	481,79	рост / increase
10	Пензенская область / Penza Region	420,05	438,86	441,28	470,67	475,73	рост / increase
11	Краснодарский край Krasnodar Region	394,28	394,17	392,49	414,92	473,71	рост / increase
12	Нижегородская область Nizhny Novgorod Region	404,02	428,47	426,95	456,5	462,53	рост / increase
13	Кировская область / Kirov Region	383,75	431,22	424,35	433,92	461,57	рост / increase
14	Курганская область / Kurgan Region	400	422,51	420,78	421,51	458,26	рост / increase
15	Республика Крым Republic of Crimea	–	357,07	328,81	400,56	447,76	рост / increase
16	Алтайский край / Altai Region	403,13	421,6	443,01	430,75	447,1	рост / increase
17	Ярославская область Yaroslavl Region	431,56	421,92	430,87	440,83	443,92	рост / increase
18	Калужская область / Kaluga Region	435,77	411,63	422,67	469,41	439,1	рост / increase
19	Новгородская область Novgorod Region	396,26	440,69	414,42	428,79	438,03	рост / increase
20	Брянская область / Bryansk Region	436,96	437,41	480,01	486,63	435,94	снижение / decline

Примечание. * «–» в колонке «Динамический показатель» означает невозможность достоверного определения динамического тренда для данного региона.

Note. * ‘–’ in the column “Dynamic index” means the impossibility of reliable determination of the dynamic trend for this region.

автономном округе. Также в качестве наиболее неблагоприятных территорий следует отметить Камчатский, Пермский, Забайкальский края, город федерального значения Севастополь, Архангельскую, Новгородскую, Сахалинскую и Рязанскую области, Еврейскую автономную область (табл. 2). Практически во всех регионах с высоким уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения наблюдается ежегодный рост данного показателя.

Анализ заболеваемости взрослого населения анемией в 2013–2017 гг. показал, что наибольшие значения наблюдаются в Чеченской Республике, Республике Дагестан, Республике Алтай, Алтайском крае, Республике Ингушетия, Ямало-Ненецком автономном округе, Республике Тыва, Чукотском автономном округе, Тюменской, Омской, Курганской областях и других регионах (табл. 3). В большинстве указанных регионов отмечена тенденция увеличения данного показателя.

Таблица 2. Регионы Российской Федерации с наибольшими значениями заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения (от 0 до 14 лет) в 2013–2017 гг.**Table 2.** Regions of the Russian Federation with the highest incidence of malignant neoplasms of the child population (from 0 to 14 years) for 2013–2017

№	Регион Region	Число случаев на 100 тысяч населения по годам / Number of cases per 100 thousand population by year					Динамический показатель / Dynamic index
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Чукотский автономный округ Chukotka Autonomous Region	9,09	14,60	28,50	54,10	62,2	рост / increase
2	Сахалинская область Sakhalin Region	18,52	8,49	10,22	16,21	22,56	рост / increase
3	Камчатский край / Kamchatka Region	3,78	5,62	11,09	5,46	21,51	рост / increase
4	Пермский край / Perm Region	18,86	18,18	15,6	21,53	20,91	рост / increase
5	Севастополь / Sevastopol	–	10,58	3,42	36,31	20,74	–
6	Забайкальский край Zabaykalsky Krai	10,82	11,14	16,65	13,43	20,65	рост / increase
7	Архангельская область Arkhangelsk Region	13,22	15,15	13,38	16,79	19,7	рост / increase
8	Новгородская область Novgorod Region	4,3	18,97	13,37	20,08	18,74	–
9	Еврейская автономная область Jewish Autonomous Region	9,46	15,63	21,63	9,2	18,34	–
10	Рязанская область / Ryazan Region	14,41	11,58	12,6	7,4	17,47	–
11	Республика Мордовия Republic of Mordovia	14,67	17,61	9,69	9,53	17,25	–
12	Волгоградская область Volgograd Region	13,15	11,95	13,05	13,37	17,15	рост / increase
13	Тамбовская область / Tambov Region	8,47	19,66	11,8	12,35	17,04	рост / increase
14	Ямало-Ненецкий автономный округ Yamalo-Nenets Autonomous District	9,08	9,34	15,24	13,09	17,03	рост / increase
15	Самарская область / Samara Region	13,85	16,21	15,71	12,68	16,77	рост / increase
16	Тверская область / Tver Region	14,71	12,25	16,75	19,44	16,68	рост / increase
17	Ярославская область Yaroslavl Region	14,73	11,86	11,22	15	16,62	рост / increase
18	Белгородская область Belgorod Region	16,09	16,58	16,58	12,91	16,29	–
19	Санкт-Петербург / St Petersburg	14,13	15,41	18,26	19,42	15,9	рост / increase
20	Республика Татарстан Republic of Tatarstan	9,77	13,21	12,49	13,16	15,63	рост / increase

Анализ заболеваемости детского населения анемией в 2013–2017 гг. показал, что наибольшие значения прослеживаются в Республике Дагестан (ежегодно порядка 6–7 тыс. случаев на 100 тыс. населения), что существенно превышает среднероссийский уровень (табл. 4). Также высокие значения отмечены в Республике Башкортостан, Пермском крае, Чеченской Республике, республи-

ках Коми, Алтай, Татарстан, Курганской области, Ямало-Ненецком автономном округе, Забайкальском крае (табл. 4), что очень схоже с заболеваемостью взрослого населения по данному показателю. Примерно в 50 % неблагополучных по данному показателю регионов происходит ежегодный рост значений заболеваемости детского населения (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Среди ряда причин онкологической заболеваемости населения одной из основных является загрязнение воздушной среды антропогенными поллютантами. Так, наивысший канцерогенный эффект в современных городах имеет совместное воздействие пыли, бензола, никеля, сажи, формальдегида и бенз(а)пирена [9; 14; 15].

Анализ данных Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора за 2017 г. [32] показал, что на территории Сахалинской области наблюдается превышение среднесуточных значений предельно допустимых концентраций (ПДК) бенз(а)пирена в атмосферном воздухе в 64 % отобранных проб, причем в 5 % – критические значения (превышения ПДК более чем в 5 раз). В 26 % отобранных проб атмосферного воздуха превышены среднесуточные ПДК пыли.

В Иркутской области зарегистрировано превышение среднесуточных ПДК формальдегида в 27 % отобранных проб воздуха. В 10 % проб – превышены среднесуточные значения ПДК пыли.

В Новгородской области превышение среднесуточных значений ПДК бенз(а)пирена наблюдается в более чем 4 % отобранных проб атмосферного воздуха.

Особое внимание следует уделить превышению предельно допустимых значений антропогенных поллютантов, являющихся канцерогенными факторами в регионах, где фиксируются высокие уровни заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения. К таким регионам относятся Сахалинская область, Камчатский край, Пермский край, Забайкальский край, Новгородская, Тамбовская и Белгородская области.

Так, в Пермском крае превышение среднесуточных значений ПДК бенз(а)пирена зафиксировано более чем в 35 % проб атмосферного воздуха.

В Забайкальском крае превышение среднесуточных значений ПДК по данному поллютанту в атмосферном воздухе отмечено более чем в 63 % проб, причем почти в 42 % критические значения – превышение ПДК более чем в 5 раз, что свидетельствует о высокой вероятности того, что данный факт может быть причиной формирования детской заболеваемости злокачественными новообразованиями. Также в данном регионе в 5 % проб атмосферного

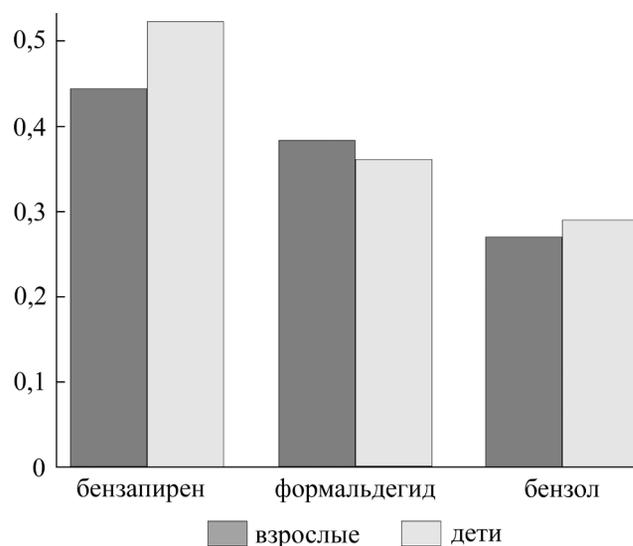


Рис. 1. Корреляционная зависимость появления злокачественных новообразований у взрослого и детского населения регионов России от загрязнения атмосферы поллютантами, обладающими канцерогенным эффектом: бенз(а)пиреном, формальдегидом, бензолом. Ось ординат – коэффициент корреляции.

Fig. 1. Correlation dependence of the appearance of malignant neoplasms in the adult and children’s population of the regions of Russia and pollution of the atmosphere with pollutants with a carcinogenic effect: benz(a)pyrene, formaldehyde, benzene. Y-axis – correlation coefficient.

воздуха наблюдается превышение среднесуточных значений ПДК фенола и в 4 % проб – пыли, что показывает возможное комплексное воздействие канцерогенных факторов.

На территории Тамбовской области зарегистрированы превышения среднесуточных значений ПДК бенз(а)пирена в 13 % проб атмосферного воздуха, а в Белгородской – фенола в 25 % проб.

Анализ появления злокачественных новообразований у взрослого и детского населения в регионах России с загрязнением атмосферы поллютантами, обладающими канцерогенным эффектом, показал достоверные корреляционные зависимости количества случаев заболеваний от содержания в атмосфере бенз(а)пирена, формальдегида и бензола (рис. 1).

Согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.101920-04 Роспотребнадзора [32], к появлению у населения заболеваний крови (в том числе анемии) может вести превышение референтных концентраций для хронического ингаляционного воздействия следующих приоритетных загрязнителей населенных мест: диоксида азота, оксида углерода, свинца, оксида азота, этенилбензола.

Таблица 3. Регионы Российской Федерации с наибольшими значениями заболеваемости анемией взрослого населения в 2013–2017 гг.**Table 3.** Regions of the Russian Federation with the highest incidence of anemia in the adult population for 2013–2017

№	Регион Region	Число случаев на 100 тысяч населения по годам / Number of cases per 100 thousand population by year					Динамический показатель / Dynamic index
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Чеченская Республика Chechen Republic	3082,7	3389,45	3263,29	3403,43	3977,4	рост / increase
2	Республика Дагестан Republic of Dagestan	3006,9	3100,44	3227,48	3012,7	2917,81	–
3	Республика Алтай / Altai Republic	562,74	528,08	644,95	602,05	644,21	рост / increase
4	Алтайский край / Altai Region	499,85	478,67	463,22	504,87	513,92	рост / increase
5	Республика Ингушетия Republic of Ingushetia	301,48	1378,22	893,54	572,66	512,04	–
6	Ямало-Ненецкий автономный округ Yamalo-Nenets Autonomous District	350,51	265,99	342,38	336,98	451,05	–
7	Республика Тыва / Tyva Republic	362,64	471,89	377,09	356,8	437,67	–
8	Чукотский автономный округ Chukotka Autonomous Region	255,88	360,92	316,34	486,25	418,25	рост / increase
9	Тюменская область / Tyumen Region	190,77	210,61	311,72	341,53	324,68	рост / increase
10	Омская область / Omsk Region	353,52	308,89	338,99	307,83	311,34	–
11	Курганская область / Kurgan Region	225,16	258,24	241,6	325,94	304,17	рост / increase
12	Республика Хакасия Republic of Khakassia	233,67	241,15	271,19	292,59	296,97	рост / increase
13	Иркутская область / Irkutsk region	245,14	259,47	264,41	260,59	295,8	рост / increase
14	Ненецкий автономный округ Nenets Autonomous Okrug	507,42	424,5	379,54	650,39	294,14	–
15	Кемеровская область / Kemerovo Region	200,32	264,69	263,85	284,04	292,9	рост / increase
16	Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	312,99	337,49	360,04	330,62	289,54	–
17	Республика Татарстан Republic of Tatarstan	296,11	289,59	323,12	302,59	283,78	–
18	Кировская область / Kirov Region	145,54	152,03	242,52	286,29	258,59	рост / increase
19	Республика Бурятия Republic of Buryatia	226,2	193,36	232,63	225,66	246,38	–
20	Саратовская область / Saratov Region	136,27	137,03	304,16	293,79	244,98	–

По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2017 г. [32], превышение среднесуточных ПДК содержания в атмосфере оксида азота наблюдается в Республике Бурятия и Республике Татарстан. Превышения среднесуточных ПДК диоксида азота зафиксированы в атмосфере Вологодской, Иркутской областей, республиках Бурятия, Марий Эл и Татарстан. Высокие концентрации оксида углерода наблюдаются в Вологодской области и Забайкальском крае. Превышения среднесуточных концентраций

свинца в атмосфере зафиксированы в Тюменской области.

Анализ заболеваемости анемией взрослого и детского населения в регионах России с загрязнением атмосферы поллютантами, являющимися причиной заболеваемости крови, показал достоверные корреляционные связи между заболеваемостью анемией детского населения и загрязнением атмосферы оксидом углерода (коэффициент корреляции 0,46) и диоксидом азота (коэффициент корреляции 0,39).

Таблица 4. Регионы Российской Федерации с наибольшими значениями заболеваемости анемией детского населения (от 0 до 14 лет) в 2013–2017 гг.

Table 4. Regions of the Russian Federation with the highest incidence of anemia in the child population (0-14 years) for 2013–2017

№	Регион Region	Число случаев на 100 тысяч населения по годам / Number of cases per 100 thousand population by year					Динамический показатель / Dynamic index
		2013	2014	2015	2016	2017	
1	Республика Дагестан Republic of Dagestan	6588,6	6751,1	7127,15	7075,6	6964,4	–
2	Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	2921,8	2793,9	2726,2	3195,2	2943,8	–
3	Пермский край / Perm Region	2588,8	2720,1	2516,6	2524,1	2540,1	–
4	Чеченская Республика Chechen Republic	4012,0	5010,3	4192,7	3586,6	2334,2	снижение / decline
5	Республика Коми / Komi Republic	2334,9	2017,1	1942,9	1930,1	2221,0	–
6	Республика Алтай / Altai Republic	2628,3	2560,9	2361,9	2562,7	2140,5	–
7	Республика Татарстан Republic of Tatarstan	2398,1	2256,2	2329,0	2170,1	2117,6	–
8	Курганская область / Kurgan Region	1738,0	1519,9	1721,6	1689,6	1904,8	–
9	Ямало-Ненецкий автономный округ Yamalo-Nenets Autonomous District	1588,4	1705,1	1621,6	1526,0	1884,9	рост / increase
10	Забайкальский край Zabaykalsky Krai	1962,6	2172,7	1871,3	2221,2	1880,3	–
11	Республика Марий Эл Mari El Republic	2085,7	1851,3	1950,4	1671,6	1641,6	снижение / decline
12	Саратовская область / Saratov Region	1513,9	1538,9	1593,5	1594,6	1613,8	рост / increase
13	Чувашская Республика Chuvash Republic	2948,1	2517,3	2370,7	1790,5	1561,0	снижение / decline
14	Омская область / Omsk Region	1905,9	1901,7	1736,6	1623,6	1534,4	снижение / decline
15	Вологодская область / Vologda Region	1605,2	1645,1	1499,7	1327,1	1500,9	–
16	Иркутская область / Irkutsk Region	1578,4	1638,6	1608,5	1584,4	1452,6	снижение / decline
17	Еврейская автономная область Jewish Autonomous Region	656,03	712,7	951,79	1352,7	1403,0	рост / increase
18	Удмуртская Республика / Udmurtia	1268,4	1333,7	1314,8	1503,2	1397,1	–
19	Челябинская область Chelyabinsk Region	1607,7	1527,9	1424,7	1361,4	1375,9	–
20	Алтайский край / Altai Region	1841,1	1819,4	1519,4	1558,3	1374,2	снижение / decline

Причиной возникновения заболеваний органов дыхания согласно вышеупомянутому руководящему документу Роспотребнадзора среди прочих факторов может стать загрязнение атмосферы диоксидом азота, аммиаком, фенолом, формальдегидом, пылью, диоксидом серы, фторидами, озоном, оксидом азота, сажей, оксидами кобальта, меди и никеля, мышьяком.

В ряде регионов с высоким уровнем (на общероссийском фоне) заболеваемости взрослого населения астмой атмосфера загрязнена перечисленными пол-

лютантами. На территории Иркутской области наблюдаются превышения ПДК содержания в атмосфере пыли, фенола, диоксида серы, формальдегида, фторидов. В Красноярском крае в ряде проб атмосферного воздуха превышены ПДК оксида азота, пыли, диалюминийтриоксида, оксидов кобальта, меди, никеля, диоксида серы, фторидов. В Свердловской области наблюдаются превышения среднесуточных ПДК в ряде проб атмосферного воздуха по оксиду азота, пыли, диалюминийтриоксида, свинца, диоксида серы, фтористых газообразных соединений.

Наиболее показательна прямая корреляция заболеваемости астмой детского населения с загрязнением атмосферы поллютантами, ведущими к появлению заболеваний органов дыхания. Обнаружена достоверная корреляция заболеваемости взрослого (коэффициент корреляции 0,41) и детского населения (коэффициент корреляции 0,47) с загрязнением атмосферы оксидом меди. В Новгородской области более чем в 10 % проб атмосферного воздуха зарегистрированы превышения среднесуточных ПДК содержания в атмосфере оксида меди. В Ленинградской области подобные превышения наблюдаются по оксиду и диоксиду азота, озону, диоксиду серы. В Ульяновской области обнаружены превышения ПДК содержания в атмосфере диоксидов азота и серы.

Таким образом, в ряде субъектов Российской Федерации четко прослеживаются прямые корреляционные зависимости между заболеваемостью населения и качеством окружающей среды. В наибольшей степени формирование очагов заболеваемости как своеобразного «отклика» на качество окружающей среды прослеживается в Новгородской области, Забайкальском крае, Сахалинской области, Иркутской области, Республике Бурятия, Республике Татарстан и Вологодской области. При этом следует учесть, что экологическая составляющая является лишь одной из причин формирования заболеваемости населения наряду с социально-экономическими, природными, генетическими и иными факторами.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (проект № 19-05-00660 А «Разработка модели оптимизации социально-экологических условий для населения крупных городов»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Епринцев С.А., Архипова О.Е. 2012. Экологическая комфортность урбанизированной территории Адлерского района города Сочи в условиях интенсивного антропогенного прессинга. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2: 100–104.
- Епринцев С.А., Куролап С.А., Дубровин О.И., Дубровина И.В., Минников И.В. 2013. Экологическая безопасность населения урбанизированных территорий (на примере населённых пунктов Воронежской области). *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 18(5-3): 2902–2904.
- Епринцев С.А., Шекоян С.В. 2014. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 10(2): 520–525.
- Мамчик Н.П., Механтьев И.И., Клепиков О.В. 1998. Качество питьевой воды и здоровье населения Воронежа. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2: 51.
- Куролап С.А., Клепиков О.В., Костылева Л.Н. 2010. Экологическая оценка качества воздушного бассейна г. Воронежа. *Экологические системы и приборы*. 5: 29–34.
- Yerprintsev S.A., Klevtsova M.A., Lepeshkina L.A., Shekoyan S.V., Voronin A.A. 2018. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 115: 012034. doi: 10.1088/1755-1315/115/1/012034
- Потапов А.И., Воробьев В.Н., Карлин Л.Н., Музалевский А.А. 2004. *Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды. Часть 2. Экологический контроль*. СПб., изд-во РГГМУ: 290 с.
- Онищенко Г.Г., Агиров А.Х. 2017. Интеллектуальные технологии в системе государственного санитарно-эпидемиологического надзора. *Медицина и высокие технологии*. 4: 5–12.
- Ревич Б.А., Авалиани С.Л. 2004. *Экологическая эпидемиология*. М., Академия: 384 с.
- Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурияну Т.Н. 2016. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ. *Гигиена и санитария*. 95(8): 711–716.
- Арутюнян Р.В., Воробьева Л.М., Панченко С.В., Печурова К.А., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Горяев Д.В., Тихонова И.В., Куркатов С.В., Скударнов С.Е., Иванова О.Ю. 2015. Оценка экологической безопасности Красноярского края на основе анализа риска для здоровья населения. *Атомная энергия*. 118(2): 113–117.
- Рахманин Ю.А., Демин В.Ф., Иванов С.И. 2006. Общий подход к оценке, сравнению и нормированию риска для здоровья человека в зависимости от различных факторов среды обитания. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 4: 5–9.
- Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. 2006. Пути совершенствования методологии оценки риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2: 3–5.
- Ревич Б.А. 2007. Место факторов окружающей среды среди внешних причин смерти населения России. *Гигиена и санитария*. 1: 25–31.
- Ревич Б.А. 1995. Загрязнение атмосферного воздуха и распространенность бронхиальной астмы среди детского населения Москвы. *Медицина труда и промышленная экология*. 5: 15–19.
- Авалиани С.Л., Мишина А.Л. 2011. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха. *Здоровье населения и среда обитания*. 3(216): 44–48.
- Авалиани С.Л., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Судакова Е.В., Сковронская С.А., Иванова С.В., Мацюк А.В. 2018. Оптимизация системы мониторинга качества среды обитания для целей управления риском здоровья населения. В кн.: *Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 15–16 мая 2018 г.)*.

- Пермь, изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета: 199–204.
18. Куролап С.А., Барвitenко Ю.Н., Щербаков В.М. 2008. Медико-географическая оценка атмосферных факторов, влияющих на население промышленного мегаполиса (на примере г. Воронежа). *Проблемы региональной экологии*. 3: 183–189.
 19. Куролап С.А. 2005. Региональная геоэкологическая диагностика и оценка качества жизни населения России. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2: 5–12.
 20. Куролап С.А., Федотов В.И., Нестеров Ю.А. 2004. Региональная оценка риска для здоровья населения и комплексное медико-географическое зонирование. В кн.: *Медико-экологическая диагностика. Сборник научных статей*. Воронеж, изд-во ВГУ: 36–43.
 21. Куролап С.А., Федотов В.И. 2000. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 1: 120–123.
 22. Куролап С.А., Виноградов П.М. 2012. Методические основы разработки геоинформационной системы для обеспечения экологического мониторинга промышленного города. *Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации*. 2(29): 222–223.
 23. Архипова О.Е. 2009. Концепция региональной эколого-информационной системы мониторинга. *Информационные технологии*. 5: 62–67.
 24. Архипова О.Е., Бойко В.В., Ковалева Г.В., Москаленко В.А., Тарасова Т.Т. 2011. Методические подходы к оценке природных и антропогенных изменений Азово-Черноморского побережья. *Информационные технологии*. 11: 44–48.
 25. Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Чибичян М.Б., Коган М.И. 2016. Эпидемиология рака предстательной железы в Ростовской области. *Пространственно-временная статистика. Онкоурология*. 12(4): 52–59.
 26. Архипова О.Е., Агапов Д.А. 2013. Оценка современной медико-экологической обстановки южного макрорегиона на основе технологий геопортала. В кн.: *Экология. Экономика. Информатика. Международная конференция «Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии», VI конференция «Геоинформационные технологии и космический мониторинг (пос. Дюрсо Краснодарского края, 8–13 сентября 2013 г.)*. Ростов н/Д, Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики им. И.И. Воровича Южного федерального университета: 103–106.
 27. Архипова О.Е., Приваленко В.В. 2013. Результаты эколого-геохимических исследований загрязнения атмосферы Адлерского района Большого Сочи. *Фундаментальные исследования*. 11-7: 1374–1382.
 28. Архипова О.Е., Садилов П.В., Сладкова Ю.М. 2009. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферы курорта выбросами одиночного точечного источника с использованием методов ГИС. *Вестник Сочинского государственного университета туризма и курортного дела*. 4(10): 9–14.
 29. Архипова О.Е., Герасюк В.С. 2018. Оценка состояния рекреационной зоны Таганрогского залива на основе анализа мультиспектральных данных (Landsat). *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 15(2): 65–74. doi: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-65-74
 30. Цыганкова А.Е., Бердников С.В. 2013. Применение космоснимков для изучения динамики береговой зоны Азовского моря в 1984–2009 гг. *Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право*. 2–1(11): 232–236.
 31. Бердников С.В., Немцева Л.Д., Лихтанская Н.В., Сапрыгин В.В., Сурков Ф.А. 2016. Компонент обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли системы комплексного наземно-космического мониторинга. В кн.: *Экология. Экономика. Информатика. Сборник статей*. Ростов-на-Дону, изд-во ЮНЦ РАН: 215–221.
 32. Федеральный информационный фонд СГМ. 2019. *ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора*. URL: https://www.fcgie.ru/fif_sgm.html (дата обращения: 15.06.2019).

REFERENCES

1. Yeprintsev S.A., Arkhipova O.Ye. 2012. [Environmental comfort of the urban area of Adler District of Sochi in intensive anthropogenic pressure]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2: 100–104. (In Russian).
2. Eprintsev S.A., Kurolap S.A., Dubrovin O.I., Dubrovina I.V., Minnikov I.V. 2013. [Ecological security of population of urban territories (on example of populated settlements of Voronezh Region)]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki*. 18(5-3): 2902–2904. (In Russian).
3. Eprintsev S.A., Shekoyan S.V. 2014. [Study the parameters of environmental quality of urban areas in the context of increased anthropogenic load]. *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. 10(2): 520–525. (In Russian).
4. Mamchik N.P., Mekhant'yev I.I., Klepikov O.V. 1998. [Drinking water quality and public health in Voronezh]. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2: 51. (In Russian).
5. Kurolap S.A., Klepikov O.V., Kostyleva L.N. 2010. [Environmental Assessment of the quality of the air basin in Voronezh]. *Ekologicheskie sistemy i pribory*. 5: 29–34. (In Russian).
6. Yeprintsev S.A., Klevtsova M.A., Lepeshkina L.A., Shekoyan S.V., Voronin A.A. 2018. Assessment of the dynamics of urbanized areas by remote sensing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 115: 012034. doi: 10.1088/1755-1315/115/1/012034
7. Potapov A.I., Vorob'ev V.N., Karlin L.N., Muzalevskiy A.A. 2004. *Monitoring, kontrol' i upravlenie kachestvom okruzhayushchey sredy. Chast' 2. Ekologicheskiy kontrol'*. [Monitoring, control and management of environmental quality. Part 2. Ecological control]. St Petersburg, Russian State Hydrometeorological University: 290 p. (In Russian).
8. Onishchenko G.G., Agirov A.H. 2017. [Intelligent Technologies In The State Sanitary And Epidemiological Surveillance]. *Meditsina i vysokie tekhnologii*. 4: 5–12. (In Russian).
9. Revich B.A., Avaliani S.L. 2004. *Ekologicheskaya epidemiologiya*. [Ecological epidemiology]. Moscow, Akademiya: 384 p. (In Russian).
10. Novikov S.M., Fokin M.V., Unguryanu T.N. 2016. [Actual problem of methodology and development of evidence-based health risk assessment associated with chemical exposure]. *Gigiena i sanitariya*. 95(8): 711–716. (In Russian).

11. Arutyunyan R.V., Vorob'eva L.M., Panchenko S.V., Pechkurova K.A., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Kurkatov S.V., Skudarnov S.E., Ivanova O.Y. 2015. [Environmental safety assessment of Krasnoyarsk Krai based on a public health risk analysis]. *Atomic energy*. 118(2): 147–154. doi: 10.1007/s10512-015-9970-0
12. Rakhmain Yu.A., Demin V.F., Ivanov S.I. 2006. [General approach to evaluation, comparison and norm-setting of health risks associated with various environmental factors]. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 4: 5–9. (In Russian).
13. Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Rummyantsev G.I. 2006. [Ways of improving the methodology of the risk of environmental factors to human health]. *Gigiena i sanitariya*. 2: 3–5. (In Russian).
14. Revich B.A. 2007. [Place of environmental factors among external causes of death in Russia]. *Gigiena i sanitariya*. 1: 25–31. (In Russian).
15. Revich B.A. 1995. [Atmospheric air pollution and the prevalence of asthma among the child population of Moscow]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 5: 15–19. (In Russian).
16. Avaliani S.L., Mishina A.L. 2011. [Harmonization of approaches to management of air quality]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 3(216): 44–48. (In Russian).
17. Avaliani S.L., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Sudakova Ye.V., Skovronskaya S.A., Ivanova S.V., Matsyuk A.V. 2018. [Optimization of the environment quality monitoring system for the purpose of managing the risk to public health]. In: *Aktual'nyye voprosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebiteley. Materialy VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. [Actual issues of risk analysis while ensuring sanitary and epidemiological welfare of the population and consumer protection. Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Perm, Russia, 15–16 May 2018)]*. Perm, Perm National Research Polytechnic University: 199–204.
18. Kurolap S.A., Barvitenko U.N., Sherbakov V.M. 2008. [Medical-geographical estimation of the atmospheric factors influencing the population of the industrial megacity (on example Voronezh)]. *Problemy regional'noy ekologii*. 3: 183–189. (In Russian).
19. Kurolap S.A. 2005. [Regional geoecological diagnostics and assessment of the quality of life of the population of Russia]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2: 5–12. (In Russian).
20. Kurolap S.A., Fedotov V.I., Nesterov Yu.A. 2004. [Regional Health Risk Assessment and Integrated Medical-Geographical Zoning]. In: *Mediko-ekologicheskaya diagnostika. Sbornik nauchnykh statey. [Medical and environmental diagnostics. Collection of scientific articles]*. Voronezh, Voronezh State University: 36–43. (In Russian).
21. Kurolap S.A., Fedotov V.I. 2000. [Geoecological bases of monitoring and ecological and hygienic zoning of the urban environment]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 1: 120–123. (In Russian).
22. Kurolap S.A., Vinogradov P.M. 2012. [Methodical development bases of geoinformation system for environmental monitoring support of industrial city]. *Ekologiya Tsentral'noy Chernozemnoy oblasti Rossiyskoy Federatsii*. 2(29): 222–223. (In Russian).
23. Arkhipova O.E. 2009. [The concept of regional ecological information system of monitoring]. *Informatsionnyye tekhnologii*. 5: 62–67. (In Russian).
24. Arkhipova O.E., Boyko V.V., Kovaleva G.V., Moskalenko V.A., Tapasova T.T. 2011. [Methodological approaches to the assessment of natural and man-made changes the coast of Azov and Black Seas]. *Informatsionnyye tekhnologii*. 11: 44–48. (In Russian).
25. Arkhipova O.E., Chernogubova E.A., Chibichyan M.B., Kogan M.I. 2016. [Epidemiology of prostate cancer in the Rostov region. Spatio-temporal statistics]. *Onkourologiya*. 12(4): 52–59. (In Russian).
26. Arkhipova O.E., Agapov D.A. 2013. [Evaluation of the modern medical and environmental situation of the southern macro-region based on geoportol technologies]. In: *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Mezhdunarodnaya konferentsiya "Geoinformatsionnyye nauki i ekologicheskoye razvitiye: novyye podkhody, metody, tekhnologii", VI konferentsiya "Geoinformatsionnyye tekhnologii i kosmicheskoy monitoring. [Ecology. Economy. Computer science. International conference "Geoinformation sciences and environmental development: new approaches, methods, technologies", VI conference "Geoinformation technologies and space monitoring" (Durso Vill., Krasnodar Region, Russia, 8–13 September 2013)]*. Rostov-on-Don, I.I. Vorovich Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics of the Southern Federal University: 103–106. (In Russian).
27. Arkhipova O.E., Privalenko V.V. 2013. [The results of ecological and geochemical researches of atmospheric pollution of Adler district of Sochi]. *Fundamental'nye issledovaniya*. 11-7: 1374–1382. (In Russian).
28. Arkhipova O.E., Sadilov P.V., Sladkova Ju.M. 2009. [Estimation of resort surface layer of the atmosphere contamination, caused by emission point source, using GIS]. *Vestnik Sochinskogo gosudarstvennogo universiteta turizma i kurortnogo dela*. 4(10): 9–14. (In Russian).
29. Arkhipova O.E., Gerasyuk V.S. 2018. [Assessment of the state of the Taganrog Bay recreational zone on the basis of multispectral data (Landsat) analysis]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 15(2): 65–74. (In Russian). doi: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-65-74
30. Tsygankova A.E., Berdnikov S.V. 2013. [The use of satellite imagery to study the dynamics of the coastal zone of the Sea of Azov in 1984–2009]. *Informatsionnyye tekhnologii i sistemy: upravlenie, ekonomika, transport, pravo*. 2–1(11): 232–236. (In Russian).
31. Berdnikov S.V., Nemtseva L.D., Likhtanskaya N.V., Saprygin V.V., Surkov F.A. 2016. [Component processing and interpretation of remote sensing systems data integrated ground-space monitoring]. In: *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Sbornik statey. [Ecology. Economy. Computer science. Digest of articles]*. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 215–221. (In Russian).
32. [The Federal Information Fund of the SGM]. 2019. *FBUZ FTSGiE Rospotrebnadzora*. Available at: https://www.fcgie.ru/fif_sgm.html (accessed 15 June 2019). (In Russian).

Поступила 21.03.2019