

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 51-76; 57.044

DOI 10.34014/2227-1848-2024-1-91-104

СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ И КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Марцев

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Россия

Цель исследования – оценка риска здоровью детского населения и вероятного влияния на него загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями во Владимирской области.

Материалы и методы. Проведен анализ официальных статистических сборников МИАЦ «Состояние здоровья населения Владимирской области» за 2005–2019 гг. На основании относительных данных по первичной заболеваемости детей по 16 классам болезней классификации ВОЗ (МКБ-10) рассчитаны значения реального (эпидемиологического) риска здоровью по административным районам области. Данные о состоянии окружающей среды получены из ежегодных докладов «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области» за 2001–2019 гг. Рассчитан среднесезонный коэффициент эмиссионной нагрузки, а также проведена идентификация приоритетных для региона аэроплютантов. Для выявления вероятных связей между качеством атмосферного воздуха и заболеваемостью населения проведен корреляционный анализ с определением коэффициентов парной корреляции Пирсона и ранговой корреляции Спирмена.

Результаты. Во Владимирской области у детей большинства административных территорий установлен очень высокий риск заболеваемости по классам болезней системы кровообращения, крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекающим иммунный механизм (D50–D89) и болезней нервной системы (G00–G99). Результаты анализа также позволили выявить административные территории, характеризующиеся очень высокими значениями риска по наибольшему числу классов болезней. Приоритетными загрязнителями воздушного бассейна в регионе являются оксиды углерода, азота и серы, а также метан, аммиак и пыль неорганическая 70–20 % двуокиси кремния. Корреляционный анализ позволил выявить ряд статистически значимых связей между приоритетными загрязняющими веществами и риском заболеваемости детей различными классами болезней. Продемонстрировано, что значения индекса потенциальной опасности могут быть использованы в качестве переменных при проведении математических расчетов в системе «здоровье населения – окружающая среда».

Ключевые слова: дети, заболеваемость, реальный (эпидемиологический) риск, загрязнение воздуха.

Введение. Здоровье детей является главной ценностью любого государства, обуславливающей его благополучие и устойчивое развитие.

Основным показателем популяционного здоровья, отражающим в т.ч. и воздействие факторов окружающей среды, является заболеваемость детей. В связи с большой чувстви-

тельностью детского организма к негативному воздействию компонентов среды заболеваемость детей может использоваться в качестве индикатора состояния окружающей среды [1–3]. Обычно при изучении заболеваемости населения (будь то географический, экологический или эпидемиологический аспекты) используют относительные величини-

ны (% , ‰) и их среднемноголетние значения [4, 5]. Это позволяет строить динамические ряды, ранжировать административные территории по значению заболеваемости, а также использовать математические методы (например, кластерный и корреляционно-регрессионный) [6]. Однако с помощью данной методологии невозможно оценить территории по степени риска. Для решения этой задачи может быть использован анализ реального (эпидемиологического) риска, позволяющий оценить здоровье населения, формирующееся под влиянием комплекса факторов среды обитания территорий, контрастно различающихся по качественным и количественным параметрам [7]. Показатели эпидемиологического риска, получаемые в результате данного анализа, являются количественными показателями здоровья и могут быть использованы как статистические данные при изучении причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье населения».

Известно, что одним из ведущих факторов негативного влияния на здоровье населения является загрязнение атмосферного воздуха [3, 6, 8, 9]. Выбросы промышленных предприятий, в отличие от автотранспортных, характеризуются специфичностью, обусловленной особенностями производства, а также локальной стационарностью. Это позволяет провести пространственный анализ вероятного влияния выбросов на состояние здоровья проживающего здесь населения.

Цель исследования. Оценка риска здоровью детского населения и вероятного влияния на него загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями во Владимирской области.

Материалы и методы. Объектами исследования стали заболеваемость детей и загрязнение атмосферного воздуха промышленными предприятиями Владимирской области.

В исследовании использованы официальные статистические сборники МИАЦ «Состояние здоровья населения Владимирской области» за 2005–2019 гг. Проведен анализ относительных (‰) данных по первичной заболеваемости детей (до 14 лет) по 16 классам бо-

лезней классификации ВОЗ (МКБ-10). В основу оценки риска заболеваемости положено определение показателей реального (эпидемиологического) риска, полученные значения которых были преобразованы в нормированные по предельной ошибке фонового уровня (Δ) величины. Основной расчетной характеристикой являлся нормированный показатель эпидемиологического риска (W^{Δ}), значение которого оценивалось по пяти степеням: низкий ($W^{\Delta} < 0$), умеренный ($0 < W^{\Delta} < 1$), повышенный ($1 < W^{\Delta} < 2$), высокий ($2 < W^{\Delta} < 3$) и очень высокий ($W^{\Delta} > 3$).

Данные о состоянии окружающей среды получены из ежегодных докладов «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области» за 2001–2019 гг. Для оценки влияния аэрополлютантов на здоровье детского населения использован предложенный Ю.Е. Саефом и соавт. [10] среднемноголетний коэффициент эмиссионной нагрузки, который рассчитывался путем суммирования валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2001–2019 гг. от стационарных источников по каждому административному району области отдельно в перерасчете на 1 чел., проживающего на данной территории, а также на 1 км² площади.

В связи с отсутствием в отчетах администрации региона за анализируемый период данных о составе отходящих в атмосферу токсикантах идентификация приоритетных аэрополлютантов по административным территориям региона проведена на основании статистических данных за 2020 г. Данный анализ осуществлен в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [11].

Для выявления вероятных связей между качеством атмосферного воздуха и заболеваемостью населения использован корреляционный анализ с определением коэффициентов парной корреляции Пирсона и ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимыми признавались результаты с уровнем значимости $p \leq 0,05$. Статистическая обработка данных и корреляционный анализ проведены с помощью программы STATISTICA.

Результаты и обсуждение. Расчет эпидемиологического риска позволил установить, что во Владимирской области у детей большинства административных территорий очень высокий риск заболеваемости по классам болезней системы кровообращения (I00–I99), крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям, вовлекающим иммунный механизм (D50–D89) и болезней нервной системы (G00–G99) (табл. 1). Стоит отметить, что данный анализ не направлен на получение информации о преобладании того или иного класса в структуре болезней. По полученным данным скорее можно судить о существенных разли-

чиях в значениях заболеваемости по административным территориям. Так, например, по классу «Болезни системы кровообращения» (I00–I99) в двух районах риск и значения заболеваемости значительно ниже, чем на остальных территориях. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) ассоциируются в первую очередь со взрослыми, однако, по мнению исследователей [12, 13], основные факторы риска развития ССЗ начинают формироваться уже в детском возрасте. Поэтому особо актуальным является проведение диагностических мероприятий среди детей, особенно на территориях с высоким риском заболеваемости.

Таблица 1
Table 1

**Нормированный показатель эпидемиологического риска
для детского населения Владимирской области**
Control parameter of epidemiological risk in children, Vladimir region

Административная территория Administrative territory	A00–B9	C00–D48	D50–D89	E00–E90	F00–F99	G00–G99	H00–H59	H60–H95	I00–I99	J00–J99	K00–K93	L00–L99	M00–M99	N00–N99	Q00–Q99	S00–T98
Александровский р-н Aleksandrovskiy district	1,78	0,56	1,91	5,83	5,45	4,35	1,02	2,90	9,17	1,44	1,81	2,77	3,82	0,99	0,74	3,03
Вязниковский р-н Vyaznikovskiy district	0,64	1,68	5,38	1,19	5,65	1,56	0,43	0,21	3,70	0,39	2,06	6,71	5,50	2,12	3,24	3,13
Гороховецкий р-н Gorokhovetskiy district	1,17	1,17	3,60	6,02	2,17	-0,36	2,50	7,43	-0,23	3,49	0,50	3,76	0,38	-0,22	7,86	3,20
Гусь-Хрустальный р-н Gus'-Khrustal'nyy district	2,35	7,17	4,79	0,67	3,79	8,71	4,80	2,46	9,48	2,85	4,47	6,00	9,15	5,31	6,61	5,27
Камешковский р-н Kameshkovskiy district	4,11*	-0,36	9,79	-0,02	1,51	10,30	0,29	-0,60	0,60	0,22	3,47	0,03	13,78	6,50	1,28	6,37
Киржачский р-н Kirzhachskiy district	1,05	0,15	10,28	0,75	2,12	6,98	2,76	0,59	4,21	3,12	3,56	1,00	2,85	1,78	1,28	2,58

Административная территория Administrative territory	A00-B9	C00-D48	D50-D89	E00-E90	F00-F99	G00-G99	H00-H59	H60-H95	I00-I99	J00-J99	K00-K93	L00-L99	M00-M99	N00-N99	Q00-Q99	S00-T98
Ковровский р-н Kovrovskiy district	2,40	1,57	1,95	20,81	4,24	8,20	3,52	4,31	7,62	3,31	3,81	1,38	1,08	3,89	1,99	5,25
Кольчугинский р-н Kol'chuginskiy district	2,36	3,00	0,63	1,78	5,15	11,23	2,46	3,49	3,28	3,17	2,52	3,70	7,42	2,35	1,05	7,59
Меленковский р-н Melenkovskiy district	1,31	1,88	4,99	5,45	4,34	3,01	3,31	1,08	14,23	1,43	4,97	5,40	3,91	2,96	2,54	1,03
Муромский р-н Muromskiy district	0,76	0,46	4,84	0,67	3,68	5,78	1,69	3,79	6,90	2,99	-0,08	-0,58	0,97	1,38	3,36	0,61
Петушинский р-н Petushinskiy district	1,06	1,47	6,70	4,15	3,41	4,82	2,41	4,55	7,41	2,65	5,63	3,65	2,20	4,97	2,07	2,95
Селивановский р-н Selivanovskiy district	2,49	-0,05	4,84	1,68	1,87	3,42	3,90	2,79	3,28	2,00	6,19	3,01	6,37	3,94	1,13	2,22
Собинский р-н Sobinskiy district	1,14	0,66	10,82	6,66	4,09	3,72	3,28	0,46	7,41	1,99	1,32	0,40	7,71	1,90	4,97	0,67
Судогодский р-н Sudogodskiy district	2,18	2,18	4,38	2,29	2,93	2,98	0,64	0,05	6,79	0,38	1,55	1,51	3,38	3,07	5,67	3,54
Суздальский р-н Suzdal'skiy district	0,67	5,03	3,96	2,73	1,97	3,04	0,97	2,02	5,56	1,77	3,12	1,73	3,71	3,05	4,03	0,87
Юрьев-Польский р-н Yur'ev-Pol'skiy district	1,09	0,86	3,13	5,73	2,88	1,89	9,36	1,35	4,73	2,91	2,23	4,38	0,50	1,63	3,60	3,00
г. Радужный Raduzhnyy city	2,05	6,05	7,02	7,52	2,22	15,01	5,61	3,02	12,37	2,19	4,27	3,33	8,54	5,44	13,51	3,01

Административная территория Administrative territory	A00-B9	C00-D48	D50-D89	E00-E90	F00-F99	G00-G99	H00-H59	H60-H95	I00-I99	J00-J99	K00-K93	L00-L99	M00-M99	N00-N99	Q00-Q99	S00-T98
г. Владимир Vladimir city	2,33	6,05	1,15	4,60	0,86	18,66	5,91	3,14	16,91	3,68	3,61	4,28	10,57	9,82	21,10	8,27

Примечание. Цветом выделены очень высокие значения эпидемиологического риска.

Note. Very high values of epidemiological risk are highlighted in color.

Результаты анализа также позволили выявить административные территории, характеризующиеся очень высокими значениями риска по наибольшему числу классов болезней. Это города Владимир и Радужный, а также Гусь-Хрустальный район. Результаты данного анализа могут быть обусловлены, помимо прочего, неудовлетворительным качеством окружающей среды [14].

Анализ ежегодных докладов администрации региона «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области» позволил проследить динамику выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. В период с 2001 по 2018 г. количество выбросов сократилось с 53,3 тыс. до 29,4 тыс. т, что, вероятно, обусловлено сокращением производственных мощностей или вовсе прекращением деятельности части промышленных предприятий. Однако в 2019 г. наблюдался существенный рост выбросов до 54,4 тыс. т загрязняющих веществ. Значительное увеличение количества выбросов произошло в Киржачском районе (0,397 тыс. т в 2018 г., 9,067 тыс. т в 2019 г.) и городе Владимире (5,541 тыс. т в 2018 г., 11,462 тыс. т в 2019 г.). В табл. 2 представлены данные по валовому количеству выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и коэффициенты эмиссионной нагрузки по административным территориям. Наибольшее количество выбросов за анализируемый период было зарегистрировано в промышленных центрах региона: областном центре, Гусь-Хрустальном, Муромском и Ковровском районах.

По большинству административных районов на одного человека приходилось 0,4–0,7 т загрязняющих веществ. Наиболее высокий показатель наблюдался в Гороховецком районе – 1,5 т на 1 чел. Самый высокий показатель из расчёта на площадь территории отмечен в региональном центре (г. Владимир), что обусловлено значительным количеством выбросов на относительно небольшой территории.

Качественный и количественный состав аэрополлютантов существенно отличался по административным территориям, что связано, как было упомянуто выше, со спецификой промышленных предприятий. В табл. 3 представлены количество выбросов и индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI) аэрополлютантов, вносящих по данным показателям наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха на каждой административной территории за 2020 г. В связи с тем что аэрополлютанты характеризуются разными весовыми коэффициентами неканцерогенной опасности, для каждой административной территории были определены приоритетные загрязнители исходя из количества выбросов и HRI. С точки зрения объема выбросов наибольшим значением характеризовался угарный газ в Киржачском районе (5568 т), наибольшие значения HRI имел диоксид азота в промышленных центрах региона (Владимир, Гусь-Хрустальный и Ковровский районы). Установлено, что приоритетными загрязнителями воздушного бассейна в регионе являются оксиды углерода, азота и серы, а также метан, аммиак и пыль неорганическая 70–20 % двуокиси кремния.

Таблица 2

Table 2

**Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
во Владимирской области**

The number of pollutant emissions into the atmosphere, Vladimir region

Административная территория Administrative territory	Количество выбросов за 2001–2019 гг., тыс. т Number of emissions for 2001–2019, thousand tons	Количество выбросов за 2001–2019 гг. на 1 чел., т Number of emissions for 2001–2019 per 1 person, tons	Количество выбросов за 2001–2019 гг. на 1 км ² территории, т Number of emissions for 2001–2019 per 1 km ² , tons
Александровский р-н Aleksandrovskiy district	33,1	0,3	18,0
Вязниковский р-н Vyaznikovskiy district	50,9	0,7	22,8
Гороховецкий р-н Gorokhovetskiy district	33,7	1,5	22,7
Гусь-Хрустальный р-н Gus'-Khrustal'nyy district	84,7	0,8	19,6
Камешковский р-н Kameshkovskiy district	13,3	0,4	12,2
Киржачский р-н Kirzhachskiy district	32,1	0,8	28,3
Ковровский р-н Kovrovskiy district	66,6	0,4	35,5
Кольчугинский р-н Kol'chuginskiy district	19,4	0,4	16,6
Меленковский р-н Melenkovskiy district	23,4	0,7	10,6
Муромский р-н Muromskiy district	84,0	0,6	76,8
Петушинский р-н Petushinskiy district	24,7	0,4	14,6
Селивановский р-н Selivanovskiy district	6,9	0,4	5,0
Собинский р-н Sobinskiy district	37,4	0,7	23,3
Судогодский р-н Sudogodskiy district	25,1	0,6	10,9
Суздальский р-н Suzdal'skiy district	13,1	0,3	8,8
Юрьев-Польский р-н Yur'ev-Pol'skiy district	24,5	0,7	12,8
г. Радужный Raduzhnyy city	2,8	0,2	24,7
г. Владимир Vladimir city	146,1	0,4	1065,1

Таблица 3
Table 3Качественный и количественный состав приоритетных загрязняющих веществ
воздушного бассейна Владимирской области

Qualitative and quantitative composition of priority air pollutants, Vladimir region

Административная территория Administrative territory	Приоритетные загрязнители воздушного бассейна Priority air pollutants			
	По количеству выбросов By the number of emissions		По индексу сравнительной неканцерогенной опасности (HRI) By Hazard Risk Index (HRI)	
	Название вещества Substance	Количество, т/г Quantity, tons per year	Название вещества Substance	HRI
Александровский р-н Aleksandrovskiy district	CH ₄	4 251	Пыль ₂₀₋₇₀ Dust ₂₀₋₇₀	437 082,1
Вязниковский р-н Vyaznikovskiy district	CO	822	NO ₂	113 962,3
Гороховецкий р-н Gorokhovetskiy district	SO ₂	111	SO ₂	23 180,1
Гусь-Хрустальный р-н Gus'-Khrustal'nyy district	NO ₂	2741	NO ₂	2 507 384,6
Камешковский р-н Kameshkovskiy district	CH ₄	3239	NO ₂	22 598,9
Киржачский р-н Kirzhachskiy district	CO	5568	SO ₂	157 198,1
Ковровский р-н Kovrovskiy district	CO	1608	NO ₂	1 228 556,9
Кольчугинский р-н Kol'chuginskiy district	CH ₄	553	NO ₂	80 219,4
Меленковский р-н Melenkovskiy district	CH ₄	1475	NH ₃	10 138,2
Муромский р-н Muromskiy district	CO	961	NO ₂	442 115,9
Петушинский р-н Petushinskiy district	CH ₄	4037	NO ₂	66 239,6
Селивановский р-н Selivanovskiy district	CO	177	NO ₂	5236,5
Собинский р-н Sobinskiy district	CO	1984	NO ₂	74 545,7
Судогодский р-н Sudogodskiy district	CO	384	NO ₂	114 781,2
Суздальский р-н Suzdal'skiy district	CH ₄	1026	NH ₃	18 764,7
Юрьев-Польский р-н Yur'ev-Pol'skiy district	CO	698	Пыль ₂₀₋₇₀ Dust ₂₀₋₇₀	49 826,4
г. Радужный Raduzhnyy city	CH ₄	135	SO ₂	2585,8
г. Владимир Vladimir city	CH ₄	2049	NO ₂	4 495 311,9

Известно, что наиболее крупным источником выбросов в атмосферу оксидов серы, азота и углерода являются предприятия теплоэнергетики и металлургические производства [15]. Причиной поступления в атмосферу метана и аммиака, как правило, является животноводство. Выбросы пыли чаще всего ассоциируются с производством цемента, поскольку его технология включает в качестве обязательного процесса тонкое измельчение материалов. Для цементных заводов обычно рассматривают выбросы пыли с содержанием SiO_2 до 20 масс. % и с содержанием SiO_2 от 20 до 70 масс. %.

Химические соединения воздуха антропогенного происхождения могут оказывать негативные эффекты на здоровье населения. Например, оксиды азота могут раздражать органы дыхания, особенно в присутствии двуокиси серы. В этом случае они действуют комплексно, оказывая зачастую синергетический эффект. Окись азота влияет на мозг, двуокись азота раздражает и зачастую разъедает слизистые оболочки, ее воздействию особенно подвержены слизистые глаз и легких. Под действием этих газов могут усугубляться уже имеющиеся заболевания дыхательной системы: бронхит, астма, а также быстрее распространяются инфекции дыхательных путей [16]. Аммиак раздражает специфические рецепторы слизистой оболочки носа, что способствует возбуждению дыхательного и сосу-

додвигательного центров, вызывая учащение дыхания и повышение артериального давления [17]. Метаболиты бензола обладают токсическими и мутагенными свойствами. Они оказывают неблагоприятное действие на функцию кроветворения, иммунную систему, изменяют структуру материала наследования. При длительном воздействии бензола в сравнительно больших концентрациях выражена его канцерогенность [18].

Был проведен корреляционный анализ в целях определения влияния выбросов загрязняющих веществ на детскую заболеваемость. Известно, что в большинстве случаев распределение признаков в экологических исследованиях существенно отличается от нормального. Использование при этом параметрических методов может привести к ошибочным результатам. Поэтому в таких случаях принято использовать непараметрические методы анализа. Однако результаты корреляционного анализа с вычислением коэффициента парной корреляции Пирсона в аналогичных исследованиях выглядят весьма логичными [2, 9, 19]. В связи с этим для большей информативности нами были использованы одновременно оба метода. Вначале в качестве переменных использовались коэффициенты эмиссионной нагрузки, валовые выбросы загрязняющих веществ (табл. 4); далее – индекс сравнительной канцерогенной опасности (табл. 5) и значения заболеваемости по классами болезней.

Таблица 4

Table 4

Результаты корреляционного анализа коэффициентов эмиссионной нагрузки, валовых выбросов и значений заболеваемости

Results of correlation analysis between emission load coefficients, gross emissions and morbidity values

	C00–D48	E00–E90	F00–F99	G00–G99	H60–H95	I00–I99	J00–J99	N00–N99	Q00–Q99	S00–T98
S, м ²				0,63		0,57		0,66	0,79	0,52
							0,59			
NO ₂	0,61									
NH ₃						0,51		0,48		

	C00– D48	E00– E90	F00– F99	G00– G99	H60– H95	I00– I99	J00– J99	N00– N99	Q00– Q99	S00– T98
Бензин Gasoline							0,53	0,47	0,77	0,48
					0,49	0,76				
Бутилацетат Butyl Acetate		0,78								
Метанол Methanol										
			0,49							
Формальдегид Formaldehyde				0,52		0,51		0,57		

Примечание. В числителе – коэффициент корреляции Пирсона, в знаменателе – коэффициент корреляции Спирмена. В табл. 5 обозначения те же.

Note. The numerator is the Pearson correlation coefficient; the denominator is the Spearman correlation coefficient. In table 5 the designations are the same.

Таблица 5
Table 5

Результаты корреляционного анализа индекса сравнительной неканцерогенной опасности и значений заболеваемости

Results of correlation analysis between HRI and morbidity values

	C00– D48	E00– E90	F00– F99	G00– G99	I00– I99	J00– J99	N00– N99	Q00– Q99	S00– T98
SO ₂						0,47			0,47
CO				0,54		0,50		0,49	
NO ₂	0,59			0,63	0,59		0,69	0,70	0,59
CH ₄				0,48	0,55		0,51	0,51	
Сажа Soot		0,78							
NH ₃				0,61	0,59		0,64	0,71	0,53
Бензин Gasoline				0,63	0,56		0,67	0,78	0,54
						0,67			
Бутилацетат Butyl Acetate		0,79							
Метанол Methanol		0,75	0,48						
		0,49	0,52						

	C00– D48	E00– E90	F00– F99	G00– G99	I00– I99	J00– J99	N00– N99	Q00– Q99	S00– T98
Бензол Benzene				0,56	0,58		0,58	0,72	0,48
Формальдегид Formaldehyde				0,62	0,59		0,64	0,74	0,49
				0,48	0,51				

Установлено, что на территориях с высоким коэффициентом эмиссионной нагрузки статистически значимо чаще регистрируются болезни нервной системы (G00–G99), системы кровообращения (I00–I99), органов дыхания (J00–J99), мочеполовой системы (N00–N99), врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (Q00–Q99), а также травмы и отравления (S00–T98). У двух классов болезней (G00–G99 и Q00–Q99) выявлено наибольшее число статистически значимых положительных корреляционных связей с аэрополлютантами. Наибольшее количество статистически значимых корреляционных связей с классами болезней выявлено у диоксида азота, аммиака, бензина, бензола и формальдегида. Большинство выявленных корреляционных связей характеризуются средней силой (0,3–0,7). Наибольшее число статистически значимых коэффициентов корреляции со значением 0,7 и выше обнаружено при оценке связи аэрополлютантов и заболеваемости врожденными аномалиями (Q00–Q99). Полученные результаты неплохо согласуются с данными Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [11] и результатами исследований [2, 9, 20]. Так, согласно руководству, критическими системами/органами при воздействии выявленных нами загрязнителей яв-

ляются органы дыхания (оксиды азота, серы, аммиак, бутилацетат, сажа, формальдегид), сердечно-сосудистая система (оксиды углерода, бензол), развитие (оксиды углерода, бензол, метанол), кровь (оксиды азота, углерода, бензол), глаза (бензин, формальдегид), нервная система (бензин, бензол, оксиды углерода).

Заключение. Впервые для Владимирской области был проведен расчет эпидемиологического риска здоровью детского населения, что позволило выявить административные территории и классы болезней с разной степенью реального риска. Данный подход предоставляет возможность для обоснования принятия оперативных решений по разработке комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий. На основании статистических данных о валовых выбросах загрязняющих веществ были определены приоритетные аэрополлютанты промышленных предприятий в регионе. Корреляционный анализ позволил выявить ряд статистически значимых связей между приоритетными загрязняющими веществами и риском заболеваемости детей различными классами болезней. Продемонстрировано, что значения индекса потенциальной опасности могут быть использованы в качестве переменных при проведении математических расчетов в системе «здоровье населения – окружающая среда».

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В., Жигулина Е.В. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий «отклика» на качество окружающей среды. Наука Юга России. 2019; 15 (3): 70–80.

2. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Кулагин А.А., Гиниятуллин Р.Х., Валеев Т.К. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха и состояния здоровья детского населения на территориях с развитой нефтяной отраслью. Гигиена и санитария. 2019; 98 (9): 949–955.
3. Мячина О.В., Есауленко И.Э., Пузин С.Н., Зуйкова А.А., Пашков А.Н., Шургая М.А., Пичужкина Н.М. Медико-социальные аспекты дезадаптации детей, проживающих на урбанизированной территории. Прикладные информационные аспекты медицины. 2018; 21 (3): 47–52.
4. Марцев А.А., Рудакова В.М. Ретроспективный анализ эпидемиологической обстановки по паразитарным заболеваниям во Владимирской области. Гигиена и санитария. 2018; 97 (9): 825–830.
5. Ватлина Т.В., Котова Т.В., Малхазова С.М., Миронова В.А., Орлов Д.С., Пестина П.В., Прохоров Б.Б., Румянцев В.Ю., Рябова Н.В., Солдатов М.С., Шартова Н.В. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»: научно-справочное издание. М.; 2015. 208.
6. Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г. Газовоздушные выбросы стеклотарного производства как фактор риска здоровью населения. Теоретическая и прикладная экология. 2020; 4: 155–161.
7. Потанов А.И., ред. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий: пособие для врачей. М.; 1999. 48.
8. Тихонова И.В., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., Пескова Е.В., Игнатова А.М. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния выбросов металлургического производства. Анализ риска здоровью. 2020; 3: 61–69.
9. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х., Рахматуллин Н.Р. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра. Ульяновский медико-биологический журнал. 2020; 1: 84–95.
10. Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.; 1990. 335.
11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: руководство Р 2.1.10.1920-04. М.; 2004. 143. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037399> (дата обращения: 20.08.2023).
12. Федько Н.А., Галимова О.И., Литвинова О.А. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у школьников с семейной отягощенностью ишемической болезнью сердца. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2008; 3: 25–28.
13. Логачева О.С., Кожевникова О.В., Пальцева А.Е., Намазова-Баранова Л.С., Геворкян А.К. Современные методы раннего выявления предикторов развития сердечно-сосудистых заболеваний у детей. Педиатрическая фармакология. 2013; 10 (2): 117–120.
14. Трифонова Т.А., Марцев А.А., Селиванов О.Г., Курбатов Ю.Н. Эколого-гигиеническая оценка почв промышленного города со стекольным производством по содержанию тяжёлых металлов и мышьяка. Гигиена и санитария. 2023; 102 (6): 549–555.
15. Демьянцева Е.А., Шваб Е.А., Реховская Е.О. Механизм образования и негативное влияние выбросов, содержащих оксиды азота. Молодой ученый. 2017; 2 (136): 231–234.
16. Суркова И.В. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха – причина экологически обусловленной заболеваемости населения. Современные тенденции развития науки и технологий. 2016; 3 (1): 74–83.
17. Осипова Н.А., Иванова Э.В., Василенко Д.В. Определение риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения г. Томска от загрязнения атмосферы. Современные проблемы науки и образования. 2013; 2: 506.
18. Eikmann T., Aguirre-Drexel A. *Wiss. und Umwelt*. 1988; 1: 11.
19. Трифонова Т.А., Марцев А.А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Владимирской области. Гигиена и санитария. 2015; 94 (4): 14–18.
20. Петров С.Б. Эколого-эпидемиологическая оценка заболеваемости населения болезнями системы кровообращения и органов дыхания в зоне влияния атмосферных выбросов многотопливной теплоэлектроцентрали. Экология человека. 2018; 6: 18–24.

Поступила в редакцию 26.09.2023; принята 24.01.2024.

Автор

Марцев Антон Андреевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет». 600000, Россия, г. Владимир, ул. Горького, 87; e-mail: martsevaa@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>.

Образец цитирования

Марцев А.А. Сопряженный анализ риска здоровью детского населения и качества атмосферного воздуха во Владимирской области. Ульяновский медико-биологический журнал. 2024; 1: 91–104. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-1-91-104.

CONJUGATE ANALYSIS OF HEALTH RISKS IN CHILDREN AND AIR QUALITY IN VLADIMIR REGION

A.A. Martsev

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

The purpose of this study is to assess health risks in children and the impact of air pollution from industrial enterprises in the Vladimir region on children's health.

Materials and Methods. The author analyzed official statistical digests Public Health in the Vladimir Region for 2005–2019. Based on relative data on primary child morbidity according to International Classification of Diseases (ICD-10 version), the values for real (epidemiological) health risks were calculated for Vladimir administrative regions. Data on environmental conditions were obtained from the annual reports On Environmental Conditions and Public Health of the Vladimir Region for 2001–2019. The average long-term emission load coefficient was calculated, and priority air pollutants for the region were identified. To identify probable correlation between air quality and public morbidity, a correlation analysis was carried out to determine the Pearson correlation coefficients and Spearman rank correlation.

Results. In the Vladimir region, children in most administrative territories have high morbidity risks according to classes of circulatory system diseases; blood, hematopoietic organs, certain disorders involving the immune mechanism (D50–D89) and nervous system diseases (G00–G99). Analysis results revealed administrative territories characterized by very high risk values and the largest number of disease classes. Priority air pollutants in the region are carbon oxide, nitrous oxide, sulphur oxide, methane, ammonia and inorganic dust containing 70–20 % of silicon dioxide. Correlation analysis identified a number of statistically significant correlations between priority pollutants and the morbidity risks in children according to various disease classes. The values of the potential hazard index can be used as variables when carrying out mathematical calculations in the population health - environment system.

Key words: children, morbidity, real (epidemiological) risk, air pollution.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

References

1. Eprintsev S.A., Klepikov O.V., Shekoyan S.V., Zhigulina E.V. Formirovanie ochagov ekologicheskoi obuslovennoy zaboлеваemosti kak kriteriy «otklika» na kachestvo okruzhayushchey sredy [Formation of environmental focal diseases as a response criterion for environmental quality]. *Nauka Yuga Rossii*. 2019; 15 (3): 70–80 (in Russian).
2. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Kulagin A.A., Giniyatullin R.Kh., Valeev T.K. Ekologo-gigienicheskaya otsenka zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа i sostoyaniya zdorov'ya detskogo naseleniya na territoriyakh s razvitoy neftyanoy otrasl'yu [Environmental and hygienic assessment of ambient air pollution and pediatric population health in areas with developed oil industry]. *Gigiena i sanitariya*. 2019; 98 (9): 949–955 (in Russian).
3. Myachina O.V., Esaulenko I.E., Puzin S.N., Zuykova A.A., Pashkov A.N., Shurgaya M.A., Pichuzhkina N.M. Mediko-sotsial'nye aspekty dezadaptatsii detey, prozhivayushchikh na urbanizirovannoy territorii [Medical and social aspects of maladaptation of children living in urban areas]. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*. 2018; 21 (3): 47–52 (in Russian).

4. Martsev A.A., Rudakova V.M. Retrospektivnyy analiz epidemiologicheskoy obstanovki po parazitarnym zabolevaniyam vo Vladimirskoy oblasti [Retrospective analysis of the epidemiological situation on parasitic diseases in the Vladimir region]. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 97 (9): 825–830 (in Russian).
5. Vatlina T.V., Kotova T.V., Malkhazova S.M., Mironova V.A., Orlov D.S., Pestina P.V., Prokhorov B.B., Rumyantsev V.Yu., Ryabova N.V., Soldatov M.S., Shartova N.V. *Mediko-geograficheskiy atlas Rossii «Prirodnoochagovye bolezni»: nauchno-spravochnoe izdanie* [Medical and geographical atlas of Russia “Natural focal diseases”: Scientific and reference publication]. Moscow; 2015. 208 (in Russian).
6. Trifonova T.A., Martsev A.A., Selivanov O.G. Gazovozdushnye vybrosy steklotarnogo proizvodstva kak faktor riska zdorov'yu naseleniya [Gas-air emissions from glass container production as a risk factor for public health]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2020; 4: 155–161 (in Russian).
7. Potapov A.I., ed. *Otsenka epidemiologicheskogo riska zdorov'yu na populyatsionnom urovne pri mediko-gigienicheskom ranzhirovanii territoriy: posobie dlya vrachey* [Assessment of epidemiological public health risk in the context of medical and hygienic ranking of territories: Physician’s manual]. Moscow; 1999. 48. (in Russian).
8. Tikhonova I.V., Zemlyanova M.A., Kol'dibekova Yu.V., Peskova E.V., Ignatova A.M. Gigienicheskaya otsenka aerogennoy vozdeystviya vzheshennykh veshchestv na zabolevaemost' detey boleznymi organov dykhaniya v zone vliyaniya vybrosov metallurgicheskogo proizvodstva [Hygienic assessment of aerogenic exposure to particulate matter and its impacts on morbidity with respiratory diseases among children living in the zone influenced by emissions from metallurgic production]. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; 3: 61–69 (in Russian).
9. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh., Rakhmatullin N.R. Gigienicheskaya otsenka vliyaniya vybrosov predpriyatiy neftekhimii i neftepererabotki na onkologicheskuyu zabolevaemost' naseleniya krupnogo promyshlennogo tsentra [Hygienic impact assessment of emissions of petrochemical plants and petroleum refineries on cancer morbidity in a large industrial center]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*. 2020; 1: 84–95 (in Russian).
10. Saet Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. *Geokhimiya okruzhayushchey sredy* [Environmental Geochemistry]. Moscow; 1990. 335. (in Russian).
11. *Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu: rukovodstvo R 2.1.10.1920-04* [Guidelines for assessing public health risk from environmental contaminants: Guideline R 2.1.10.1920-04]. Moscow; 2004. 143. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200037399> (accessed: August 20, 2023) (in Russian).
12. Fed'ko N.A., Galimova O.I., Litvinova O.A. Faktory riska serdechno-sosudistykh zabolevaniy u shkol'nikov s semeynoy otyagoshchennost'yu ishemicheskoy bolezn'yu serdtsa [Risk factors for cardiovascular diseases in schoolchildren with a family history of coronary heart disease]. *Meditinskii vestnik Severnogo Kavkaza*. 2008; 3: 25–28. (in Russian).
13. Logacheva O.S., Kozhevnikova O.V., Pal'tseva A.E., Namazova-Baranova L.S., Gevorkyan A.K. Sovremennyye metody rannego vyyavleniya prediktorov razvitiya serdechno-sosudistykh zabolevaniy u detey [Modern methods for early detection of predictors of cardiovascular disease development in children]. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2013; 10 (2): 117–120 (in Russian).
14. Trifonova T.A., Martsev A.A., Selivanov O.G., Kurbatov Yu.N. Ekologo-gigienicheskaya otsenka pochv promyshlennogo goroda so stekol'nym proizvodstvom po sodержaniyu tyazhelykh metallov i mysh'yaka [Ecological and hygienic assessment of soils on the content of heavy metals and arsenic in an industrial city with glass production]. *Gigiena i sanitariya*. 2023; 102 (6): 549–555 (in Russian).
15. Dem'yantseva E.A., Shvab E.A., Rekhovskaya E.O. Mekhanizm obrazovaniya i negativnoe vliyanie vybrosov, sodержashchikh oksidy azota [Mechanism of formation and negative impact of emissions containing nitrogen oxides]. *Molodoy uchenyy*. 2017; 2 (136): 231–234 (in Russian).
16. Surkova I.V. Antropogennoye zagryaznenie atmosfernogo vozdukha – prichina ekologicheskoi obuslovlennoy zabolevaemosti naseleniya [Anthropogenic air pollution as a cause of environmentally-related public morbidity]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii*. 2016; 3 (1): 74–83 (in Russian).
17. Osipova N.A., Ivanova E.V., Vasilenko D.V. Opredelenie riska razvitiya nekantserogennykh effektov dlya zdorov'ya naseleniya g. Tomska ot zagryazneniya atmosfery. [Determination of developmental risk of non-carcinogenic effects from air pollution on public health in Tomsk]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013; 2: 506 (in Russian).

18. Eikmann T., Aguirre-Drexel A. *Wiss. und Umwelt*. 1988; 1: 11.
19. Trifonova T.A., Martsev A.A. Otsenka vliyaniya zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na zaboлеваemost' naseleniya Vladimirskoy oblasti [Assessment of air pollution impact on public morbidity rate in Vladimir region]. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (4): 14–18 (in Russian).
20. Petrov S.B. Ekologo-epidemiologicheskaya otsenka zaboлеваemosti naseleniya boleznyami sistemy krovoobrashcheniya i organov dykhaniya v zone vliyaniya atmosferykh vybrosov mnogotoplivnoy teploelektrotsentrali [Ecological and epidemiological assessment of morbidity diseases of the circulatory system and respiratory systems in the zone of influence of atmospheric emissions of multifuel thermal station]. *Ekologiya cheloveka*. 2018; 6: 18–24 (in Russian).

Received September 26, 2023; accepted January 24, 2024.

Information about the author

Martsev Anton Andreevich, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Chair of Biology and Ecology, Vladimir State University. 600000, Russia, Vladimir, Gorky St., 87; e-mail: martsevaa@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-9163>.

For citation

Martsev A.A. Sopryazhennyy analiz riska zdorov'yu detskogo naseleniya i kachestva atmosfernogo vozdukha vo Vladimirskoy oblasti [Conjugate analysis of health risks in children and air quality in Vladimir region]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskij zhurnal*. 2024; 1: 91–104. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-1-91-104 (in Russian).