

УДК [614.87 + 616-083.98 + 314.48] (470.22)

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-5-21-30

## ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ВЫЗОВЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В ПЕТРОЗАВОДСКЕ

© 2020 г. Д. С. Рыбаков, Б. З. Белашев

ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск

*Цель работы* – оценить влияние погодных факторов, загрязнения атмосферного воздуха на частоту вызовов скорой медицинской помощи (СМП) и смертность жителей северного города Петрозаводска. *Методы.* Изучены линейные корреляционные связи между месячными значениями указанных внешних факторов, частотой вызовов СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний и общей смертностью, построены графики многолетней зависимости показателей смертности от количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. *Результаты.* Отмечен рост среднесезонной температуры атмосферного воздуха с +3,1 °С (1994–2001) до +3,8 °С (2002–2017) и повторяемости северо-западного направления ветра (ПсЗНВ) за те же периоды в среднем на 29,5 %. Это направление ветра соответствует вытянутости города и является проблемным из-за распространения по нему выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на территорию с наибольшей численностью населения. Для периода 2002–2017 гг. отмечена сильная статистическая зависимость между годовым количеством выбросов и коэффициентами смертности – общим и от болезней системы кровообращения. С температурным (сезонным) фактором статистически значимо (от  $p < 0,001$  до  $p = 0,034$ ) связана частота вызовов СМП по поводу эссенциальной гипертензии, стенокардии (2015–2017) и хронической ишемической болезни сердца (2016, 2017). Для трехлетнего периода 2015–2017 гг. выявлена положительная корреляция между ПсЗНВ и числом обращений за СМП по поводу острого инфаркта миокарда ( $p = 0,015$ ) и инсульта ( $p = 0,011$ ). *Выводы.* Результаты исследования указывают на необходимость учета влияния погодных условий и загрязнения атмосферы на частоту вызовов СМП и динамику смертности населения.

**Ключевые слова:** погодные факторы, выбросы в атмосферу, вызовы скорой медицинской помощи (СМП), сердечно-сосудистые заболевания, коэффициенты смертности, коэффициенты линейной корреляции

## WEATHER CONDITIONS, AIR POLLUTION, EMERGENCY CALLS AND POPULATION MORTALITY IN PETROZAVODSK

D. S. Rybakov, B. Z. Belashev

Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

*The aim* of the present study is to assess the associations between weather factors, atmospheric air pollution and the number of emergency medical calls (EMC) and population mortality Petrozavodsk, Northwest Russia. *Methods.* Linear correlations between the monthly values of external factors, the number of EMC for people with cardiovascular diseases and the total mortality were studied. Graphs of the long-term associations between mortality rates and pollutant emissions from stationary sources were constructed. *Results.* Long-term average annual temperature of atmospheric air increased from +3.1 °C (1994-2001) to +3.8 °C (2002-2017) and the frequency of northwestern wind (FNWWD) increased by an average of 29.5 % during the same periods. This wind direction is associated with health-related problems in the city related to the spread of emissions from stationary contamination sources. A strong statistical relationship between the annual amount of emissions and mortality coefficients (total and from diseases of the circulatory system) for the period 2002-2017 was observed. A temperature (seasonal) factor is statistically significantly (from  $p < 0.001$  to  $p = 0.034$ ) associated with frequency of EMC for essential hypertension, angina pectoris (2015-2017) and chronic coronary heart disease (2016, 2017). A positive correlation between FNWWD and the number of EMC for people with acute myocardial infarction ( $p = 0.015$ ) and stroke ( $p = 0.011$ ) for a three-year period (2015-2017) was revealed. *Conclusions.* The results of the study indicate the need to take into account the influence of weather conditions and air pollution on the frequency of emergency medical calls and the patterns of mortality in urban settings.

**Key words:** weather factors, air emissions, emergency medical calls (EMC), cardiovascular diseases, mortality rates, linear correlation coefficients

### Библиографическая ссылка:

Рыбаков Д. С., Белашев Б. З. Погодно-климатические условия, загрязнение атмосферного воздуха, вызовы скорой медицинской помощи и смертность населения в Петрозаводске // *Экология человека*. 2020. № 5. С. 21–30.

### For citing:

Rybakov D. S., Belashev B. Z. Weather Conditions, Air Pollution, Emergency Calls and Population Mortality in Petrozavodsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 5, pp. 21-30.

Важными внешними факторами, влияющими на здоровье человека, являются погода и климат. В эпоху техногенеза выделяют две стороны такого влияния: длительное изменение климата, в том числе температурного и ветрового режимов атмосферы, и усиление

или ослабление воздействия составляющими погоды и климата на организм и целые популяции загрязненной окружающей среды [6, 8, 13, 14, 16, 17, 19].

Резкие понижения температуры в сочетании с перепадами давления атмосферы в зимний и весенний

периоды увеличивают число обращений за скорой медицинской помощью (СМП) в связи с гипертонической болезнью [12]. Сезонная динамика частоты вызовов СМП по поводу гипертонического криза с максимумом в зимний период и минимумом в летний отмечена также в [2]. Существует отрицательная корреляция между среднесуточной температурой воздуха и обращаемостью пациентов за СМП в связи с ухудшением самочувствия на фоне повышения артериального давления. Пиковое увеличение частоты обращений наблюдается при температурах ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1].

Артериальная гипертензия является одним из основных факторов риска развития ишемической болезни сердца (ИБС), включая инфаркт миокарда, и главной причиной цереброваскулярных заболеваний, в частности мозгового инсульта [4]. Эти заболевания чаще всего рассматриваются в связи с общей и сердечно-сосудистой смертностью. Уровень общей смертности, смертности от ИБС и инфаркта миокарда, цереброваскулярных болезней наряду с респираторными заболеваниями в настоящее время максимален зимой (январь, февраль) и минимален летом (июнь, август) [5].

Последние данные по Ирану [18] показали, что случаи острого коронарного синдрома в значительной степени связаны с изменениями погоды, причем особенно сильно при «переходе от холодной к жаркой погоде» в марте, апреле и мае. При этом в качестве переменных, положительно коррелирующих со случаями данного состояния организма, названы скорость ветра, суточное испарение, максимальная и минимальная относительная влажность воздуха.

Актуальность исследований, проводимых на Северо-Западе России в условиях глобальных и региональных природно-климатических изменений, связана с подтверждением статуса территорий с неблагоприятными метеорологическими условиями. Среди таких территорий значится Республика Карелия. По данным Л. Е. Назаровой [7], в районе Онежского озера дискомфортность климата в основном определяется низкими температурами в сочетании со значительным количеством облачности и высокой влажностью воздуха. Эффект улучшения дает регулирование антропогенной деятельности. Так, наиболее вероятной причиной снижения риска избыточной смертности в Республике Карелия и городе Петрозаводске, в том числе от болезней системы кровообращения, является сокращение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников [9, 10].

Данная работа нацелена на выявление воздействий погодных и экологических факторов на здоровье жителей Петрозаводска. Исследованы зависимости между показателями, характеризующими эти факторы, числом вызовов СМП по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также показателями смертности населения.

#### Методы

Из погодных факторов рассмотрены: температура атмосферного воздуха, амплитуды колебания темпе-

ратуры, давление атмосферы, перепады давления, влажность, облачность, скорость ветра, количество атмосферных осадков. Привлечены данные о повторяемости северо-западного направления ветра (диапазон СЗ  $300-330^{\circ}$ ) (ПсЗНВ), совпадающего с вытянутостью города вдоль берега Онежского озера. По данному направлению загрязняющие вещества распространяются от основных стационарных объектов Северной промышленной зоны, Петрозаводской ТЭЦ и РАО «РЖД» на территорию с наибольшей численностью городского населения [9, 10]. Все численные значения получены или рассчитаны по данным метеостанции «Петрозаводск», доступным на сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [11].

Количество вызовов СМП по Петрозаводску по поводу сердечно-сосудистых заболеваний – индексы МКБ-10: эссенциальная (первичная) гипертензия (I10), стенокардия (I20), острый инфаркт миокарда (I21), хроническая ИБС (I25), инсульт (I60-64) – рассчитывали по обезличенному каталогу 2015–2017 гг. (кроме данных с 20 по 31 декабря 2017 г.), предоставленному ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи» Петрозаводска. Данные по ежемесячному общему количеству случаев смерти за этот же период, а также годовому количеству случаев смерти за длительный период получены в Территориальном органе Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия (<http://krl.gks.ru/>).

Ежемесячные значения частоты вызовов СМП и смертности рассчитывали с учетом коэффициента годового выражения и среднегодовой численности населения. За коэффициент годового выражения принимали отношение количества дней в году к количеству дней в исследуемом периоде (месяце). По данным Росстата ([http://www.gks.ru/scripts/db\\_inet2/passport/munr.aspx?base=munst86](http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/munr.aspx?base=munst86)), среднегодовая численность населения Петрозаводского городского округа составила (человек): 276 229 (2015 г.), 277 831 (2016) и 278 871 (2017).

Соответствующие графические модели строили для выявления многолетней (2000–2017) зависимости между годовыми значениями суммарного количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и коэффициентами смертности населения – общим (ОКС) и от болезней системы кровообращения (КС<sub>БСК</sub>). При этом определяли и учитывали вероятное влияние ПсЗНВ на данную зависимость.

Для статистической обработки использован пакет «Анализ данных» программного продукта Microsoft Excel. Соответствие распределений данных нормальному закону проверяли с помощью показателей асимметрии и эксцесса по правилу трех сигм. Для оценки статистических связей рассчитывали значения коэффициента корреляции Пирсона. Для нелинейных связей по графикам зависимостей рассчитывали уравнения регрессии и коэффициенты детерминации, характеризующие степень адекватности статистических

моделей. Уровень значимости вычислений принимали не ниже  $p = 0,05$ .

**Результаты**

**Характеристики погоды**

*Температура атмосферного воздуха.* Среднесуточная температура воздуха изменялась от  $-17,5$  до  $+19,0$  °С (2015), от  $-26,2$  до  $+22,9$  °С (2016) и от  $-28,8$  до  $+20,3$  °С (2017). Самыми холодными в 2015 г. были январь, февраль и декабрь, в 2016 г. – январь, декабрь и ноябрь, в 2017 г. – февраль, январь и декабрь, самыми теплыми за весь период – летние месяцы (табл. 1). В связи с потеплением климата на изученной территории наблюдается рост

среднегодовых температур (табл. 2). В табл. 3 приведены коэффициенты линейной корреляции между значениями среднемесячной температуры воздуха и показателями других погодных факторов.

*Суточные амплитуды температуры.* Максимальные амплитуды составили:  $15,2$  °С (20 августа 2015 г.),  $17,2$  °С (1 мая 2016 г.) и  $16,2$  °С (17 июня 2017 г.), минимальные:  $0,5$  °С (17 января 2015 г., 11 декабря 2017 г.),  $0,4$  °С (23 декабря 2016 г.). Среднемесячные значения были максимальными в мае (2015 и 2016 гг.), а также в июне (2017), минимальными – в ноябре (2015 и 2016 гг.) и декабре (2017) (см. табл. 1).

Таблица 1

**Месячные значения погодных факторов**

Месяц	Температура атмосферного воздуха, °С	Суточные амплитуды колебания температуры, °С	Давление атмосферы на уровне моря, гПа	Суточные перепады давления, гПа	Относительная влажность воздуха, %	Общая облачность, баллы	Облачность нижнего яруса, баллы	ПсЗНВ, %	Скорость ветра всех направлений, м/с	Количество атмосферных осадков, мм
2015 г.										
1	-7,1	3,8	1005,9	8,7	88,3	8,7	4,4	2,4	3,2	42,8
2	-2,7	4,7	1009,6	9,5	85,0	7,7	4,2	7,1	3,7	39,0
3	+0,7	5,6	1021,0	8,3	70,2	6,0	2,6	8,5	3,4	17,0
4	+2,2	5,2	1006,1	8,1	76,9	8,2	3,1	12,9	3,1	36,4
5	+10,4	8,4	1011,5	5,2	67,1	7,1	2,6	7,7	2,9	60,9
6	+14,2	7,1	1010,9	4,6	65,0	7,3	3,1	5,8	3,0	48,9
7	+14,3	6,6	1007,2	4,3	79,7	8,2	3,7	9,7	2,2	80,9
8	+15,4	7,8	1018,3	4,4	74,7	5,9	2,4	7,3	2,5	65,4
9	+11,8	5,8	1018,0	5,7	84,8	7,5	2,6	5,4	2,3	35,7
10	+3,5	3,9	1018,7	7,5	85,0	8,2	4,0	12,5	3,2	17,1
11	+0,1	2,7	1006,6	7,0	91,6	9,0	6,3	4,6	3,3	49,7
12	-1,6	3,5	1007,3	10,3	90,5	8,3	4,3	8,1	3,3	55,0
2016 г.										
1	-14,9	5,3	1012,5	6,7	84,5	7,4	2,0	7,3	2,5	64,6
2	-2,3	3,3	1006,0	7,3	84,1	8,7	3,8	1,7	3,5	23,7
3	-1,3	5,4	1014,9	4,3	72,8	7,6	2,9	10,5	3,2	11,2
4	+3,5	6,8	1011,6	4,2	74,9	7,3	2,7	13,8	2,8	49,6
5	+12,7	9,2	1017,7	3,7	59,4	5,1	2,0	6,5	2,5	36,9
6	+14,2	7,8	1012,5	5,5	70,8	7,3	3,9	7,9	2,9	71,0
7	+18,4	6,0	1008,6	3,9	80,8	7,5	4,4	6,0	2,4	122,8
8	+15,3	6,4	1013,3	6,1	82,4	7,6	4,3	10,5	2,6	202,5
9	+10,0	4,7	1014,3	5,8	83,6	8,5	5,0	9,2	2,6	48,6
10	+2,8	3,5	1030,2	5,3	84,8	8,6	5,9	9,3	2,7	12,3
11	-4,3	2,7	1015,4	7,0	89,7	9,6	6,6	9,2	3,3	62,4
12	-4,4	3,4	1006,9	9,0	91,3	8,9	5,9	6,0	3,7	49,6
2017 г.										
1	-7,3	4,6	1013,0	7,5	86,9	7,7	5,6	9,7	3,3	29,0
2	-7,5	6,5	1015,0	8,9	85,3	7,5	3,8	11,2	2,9	26,0
3	-1,0	4,7	1009,8	6,5	79,4	7,1	3,8	7,7	3,3	21,7
4	+0,2	5,7	1009,5	8,2	75,7	7,6	4,3	9,6	3,3	58,2
5	+5,0	6,9	1015,8	6,6	64,6	7,0	3,4	14,5	2,8	41,1
6	+11,7	7,5	1005,4	4,9	68,5	7,0	2,9	10,4	2,9	68,1
7	+15,5	6,5	1008,9	3,3	79,2	7,9	4,4	13,3	2,3	74,7
8	+15,8	5,9	1012,4	5,1	80,0	7,8	3,6	3,2	2,6	62,6
9	+9,8	3,6	1020,0	6,0	88,7	8,6	5,3	6,3	2,5	138,4
10	+3,2	2,9	1009,7	7,0	89,9	9,0	5,0	8,1	2,7	45,1
11	-0,2	2,9	1009,8	5,0	90,6	9,1	6,1	4,2	3,0	36,8
12	-1,9	2,0	1005,3	7,5	92,2	9,7	5,6	4,4	3,0	60,2

Таблица 2  
Среднегодовые значения температуры атмосферного воздуха, ПсзНВ и годовые суммы атмосферных осадков в районе г. Петрозаводска

Год	Температура воздуха, °С	ПсзНВ, %	Сумма осадков, мм
1994	+2,6	6,20	629,5
1995	+3,9	5,41	597,2
1996	+2,7	5,33	480,6
1997	+2,6	8,46	554,3
1998	+2,1	6,34	651,0
1999	+3,3	5,65	527,0
2000	+4,6	5,81	660,8
2001	+3,0	6,47	659,5
2002	+3,2	8,49	489,0
2003	+3,5	9,73	681,3
2004	+3,4	8,85	719,0
2005	+4,3	6,27	556,6
2006	+3,4	7,16	603,9
2007	+4,2	7,43	573,2
2008	+4,4	6,76	710,4
2009	+3,3	7,84	696,2
2010	+2,6	8,97	593,6
2011	+4,3	8,84	625,0
2012	+2,8	7,48	710,9
2013	+4,5	8,01	542,5
2014	+4,7	7,88	451,8
2015	+5,1	7,67	548,8
2016	+4,1	8,16	755,2
2017	+3,6	8,50	661,9

Примечания: 1. Средние арифметические значения температуры воздуха: +3,1 °С (1994–2001), +3,8 °С (2002–2017). 2. Средние геометрические значения ПсзНВ: 6,15 и 7,96 % соответственно. 3. Средние арифметические значения суммы осадков: 595,0 и 620,0 мм соответственно.

Давление атмосферы за исследуемый трехлетний период в большей степени изменялось в 2015 г. – от 964,8 гПа (3 января) до 1 052,3 гПа (16 марта) (норма 1 013,25 гПа). Рассчитанные годовые средние арифметические и геометрические значения оказались близки и составили 1 011,1–1 013,7 гПа. Среднемесячные значения приведены в табл. 1.

Перепады атмосферного давления в течение отдельных суток достигали исключительно высоких значений (гПа): 29,0–29,1 (3 октября и 7 декабря

2015 г.), 23,3–24,3 (26 ноября и 28 декабря 2016 г.) и 27,1–26,6 (26 марта и 23 декабря 2017 г.). В среднем наибольшие колебания характерны для холодных месяцев, наименьшие – для теплого времени года (см. табл. 1). Соответственно зафиксирована обратная корреляция между нормально распределенными значениями среднемесячной температуры воздуха и перепадов давления (см. табл. 3).

**Влажность.** Суточная относительная влажность атмосферного воздуха в течение 2015–2017 гг. варьировала от 32,3 до 98,1 %. Наиболее влажными были зимние и осенние месяцы (см. табл. 1). Вместе с тем сильная отрицательная корреляционная связь установлена между среднемесячными значениями влажности и суточной амплитуды температуры ( $r = -0,860$ ;  $p < 0,001$ ), а для самой температуры эта связь оказалась значительно слабее (см. табл. 3).

**Облачность.** В качестве показателей рассчитаны количества общей облачности и облачности нижнего яруса. Максимальные среднемесячные значения отмечены для ноября, декабря и января (см. табл. 1). Исключение составляет морозный январь 2016 г., когда количество нижней облачности было небольшим. Среднемесячные значения в большей степени связаны не с температурой воздуха (см. табл. 3), а с ее амплитудой ( $r = -0,853$  и  $-0,764$ ;  $p < 0,001$  для общей и нижней облачности соответственно), а также относительной влажностью воздуха ( $r = 0,811$  и  $0,731$ ;  $p < 0,001$ ).

**Направление ветра.** В Петрозаводске переносу выбросов от основных стационарных источников на большую часть жилой застройки способствует ветер северо-западного направления [9, 10]. В 2002–2015 гг. по сравнению с 1994–2001 гг. его среднемноголетняя повторяемость возросла на 29,5 % (см. табл. 2). Особенности закономерностей в распределении ПсзНВ по месяцам не наблюдается (см. табл. 1).

**Скорость ветра.** Для района Петрозаводска среднесуточная скорость ветра разных направлений изменялась: в 2015 г. от 0,6 до 7,3 м/с (27 августа и 28 ноября соответственно), в 2016 г. – от 0,5 до 6,6 м/с (25 и 8 ноября), в 2017 г. – от 0,9 до 6,5 м/с (6 декабря и 20 января). Среднемесячные значения выше в холодные месяцы, кроме очень морозного января 2016 г. (см. табл. 1, 3), и для периода 2015–2017 гг. положительно коррелируют со среднемесячными значениями перепадов давления

Таблица 3  
Коэффициенты линейной корреляции между среднемесячными значениями температуры атмосферного воздуха и показателями других погодных факторов

Год	Суточные амплитуды колебания температуры, °С	Давление атмосферы на уровне моря, гПа	Суточные перепады давления, гПа	Относительная влажность воздуха, %	Общая облачность, баллы	Облачность нижнего яруса, баллы	ПсзНВ, %	Скорость ветра всех направлений, м/с	Количество атмосферных осадков, мм
2015–2017	<b>0,577</b>	0,122*	<b>-0,695</b>	<b>-0,475</b>	<b>-0,358</b>	-0,257	0,068	<b>-0,636</b>	<b>0,463*</b>
2015	<b>0,805</b>	0,346	<b>-0,922</b>	<b>-0,588</b>	-0,482	<b>-0,579</b>	0,143	<b>-0,809</b>	0,487
2016	<b>0,584</b>	0,055*	-0,558	-0,466	-0,403*	0,008	0,105	-0,490	0,400*
2017	0,350	-0,026	<b>-0,809</b>	-0,380	-0,116	-0,376	-0,001	<b>-0,758</b>	<b>0,712*</b>

Примечания: \* – для значений показателей других погодных факторов выбран логнормальный закон распределения; полужирным выделены статистически значимые коэффициенты корреляции:  $p = 0,000–0,032$  (2015–2017) и  $p = 0,000–0,049$  (по годам).

( $\gamma = 0,705$ ;  $p < 0,001$ ), в меньшей степени – амплитуды колебания температуры ( $\gamma = -0,449$ ;  $p = 0,006$ ).

**Атмосферные осадки.** Меньшее количество осадков в течение 2015–2017 гг. выпало в марте, большее – в теплые месяцы (см. табл. 1). Самый сильный ливень зафиксирован 8 августа 2016 г. (43,4 мм). При этом корреляции для отдельных лет различаются (см. табл. 3). Количество выпавших атмосферных осадков в многолетней динамике особенно сильно варьировало в последние годы (см. табл. 2).

**Выбросы загрязняющих веществ**

Количество годовых выбросов в атмосферу от всех стационарных источников г. Петрозаводска снизилось за период 2000–2012 гг. в 3,5 раза (до 3 150 т) [10]. В последующие три года оно находилось в пределах от 2 577 до 3 525 т [3].

Согласно имеющимся данным, основу общей массы выбросов в период 2000–2006 гг. составили (%): диоксид серы (31–54), монооксид углерода (19–29), оксиды азота (9,5–16) и твердые вещества (8,5–21), а в период 2007–2009 гг. – монооксид углерода (28–33), оксиды азота (24–28), твердые вещества (14–22), диоксид серы (8,7–19) [10].

Таким образом, для г. Петрозаводска характерно не только общее долговременное снижение выбросов от стационарных источников, но и качественное изменение структуры выбрасываемых загрязняющих веществ.

**Обращения за СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний**

За исследованный трехлетний период учтено 60 118 вызовов СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний по восьми нозологическим формам.

**Эссенциальная гипертензия** (38 007 вызовов). Максимальное относительное количество вызовов (здесь и далее приведены интенсивные показатели с учетом среднегодовой численности населения и коэффициента годового выражения) отмечено в январе 2017 г. (5,59 %), минимальное – июле 2016 г. (3,66 %). Среднее арифметическое за весь период составило ( $4,62 \pm 0,084$ ) %: 2015 г. – ( $4,71 \pm 0,117$ ) %, 2016 г. – ( $4,49 \pm 0,166$ ) %, 2017 г. – ( $4,65 \pm 0,151$ ) %.

**Стенокардия** (6 839 вызовов). Максимальное относительное количество вызовов отмечено в феврале 2015 г. (1,14 %), минимальное – августе 2016 г. (0,53 %). Среднее арифметическое за весь период составило ( $0,83 \pm 0,022$ ) %: 2015 г. – ( $0,93 \pm 0,030$ ) %, 2016 г. – ( $0,79 \pm 0,038$ ) %, 2017 г. – ( $0,78 \pm 0,031$ ) %.

**Острый инфаркт миокарда** (1 430 вызовов). Максимальное относительное количество вызовов отмечено в ноябре 2016 г. (0,242 %), минимальное – феврале и декабре 2016 гг. (0,127 %). Среднее арифметическое за весь период составило ( $0,173 \pm 0,0048$ ) %: 2015 г. – ( $0,163 \pm 0,0079$ ) %, 2016 г. – ( $0,173 \pm 0,0092$ ) %, 2017 г. – ( $0,184 \pm 0,0071$ ) %.

**Хроническая ИБС** (7 573 вызовов). Максимальное относительное количество вызовов отмечено в марте 2015 г. (1,35 %), минимальное – июле 2017 г. (0,61 %). Среднее арифметическое за весь период составило ( $0,92 \pm 0,036$ ) %: 2015 г. – ( $1,16 \pm 0,036$ ) %, 2016 г. – ( $0,82 \pm 0,033$ ) %, 2017 г. – ( $0,78 \pm 0,039$ ) %.

**Инсульт** (6 269 вызовов, из них 92,3 % по поводу инсульта, не уточненного как кровоизлияние или ин-

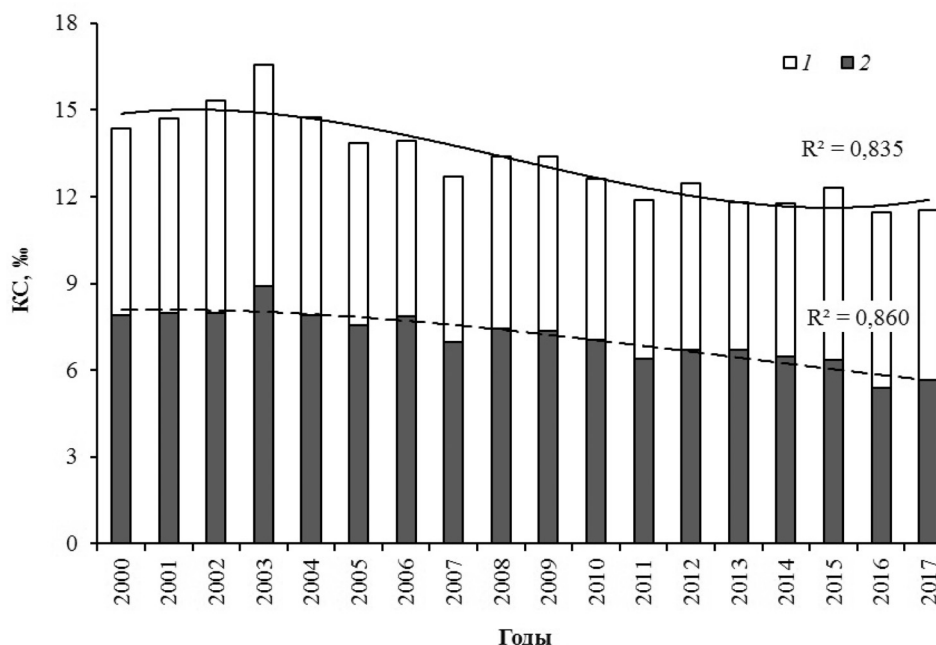


Рис. 1. Динамика смертности населения Петрозаводска в 2000–2017 гг. (данные за 2000–2012 гг. приведены по [9], за 2013–2017 гг. предоставлены Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия): коэффициенты смертности (КС): 1 – общий (ОКС), 2 – от болезней системы кровообращения; линии трендов – полиномиальные третьего порядка;  $R^2$  – коэффициенты детерминации

фаркт, 3,43 % – субарахноидального кровоизлияния, 2,57 % – инфаркта мозга и 1,69 % – внутримозгового кровоизлияния). Максимальное относительное количество вызовов отмечено в октябре 2017 г. (0,90 %), минимальное – августе 2017 г. (0,58 %). Среднее арифметическое за весь период составило  $(0,75 \pm 0,014)$  %: 2015 г. –  $(0,74 \pm 0,020)$  %, 2016 г. –  $(0,74 \pm 0,025)$  %, 2017 г. –  $(0,77 \pm 0,028)$  %.

В сумме по восьми нозологическим формам максимальное относительное количество вызовов СМП зафиксировано в апреле 2015 г. (8,79 %), минимальное – июле 2016 г. (5,72 %). Среднее арифметическое за весь период составило  $(7,30 \pm 0,129)$  %: 2015 г. –  $(7,72 \pm 0,165)$  %, 2016 г. –  $(7,01 \pm 0,235)$  %, 2017 г. –  $(7,18 \pm 0,225)$  %.

**Смертность.** Годовая смертность населения Петрозаводска была максимальной в 2003 г. (16,55 ‰), минимальной – в 2016 г. (11,46 ‰) (рис. 1). Общий коэффициент смертности тесно коррелирует с коэффициентом смертности от болезней системы кровообращения ( $r = 0,945$ ;  $p < 0,001$ ). В 2017 г. от этих болезней умерло 48,9 % от общего числа умерших. В 2013 г. это количество было максимальным за период 2000–2017 гг. и составляло 56,8 %.

Таблица 4

Уровни месячной общей смертности населения Петрозаводска в годовом выражении за период 2015–2017 гг.

Месяц	ОКС <sub>гв</sub> , ‰			Средние значения (2015–2017)
	2015	2016	2017	
1	12,24	13,51	13,44	13,06
2	12,84	10,90	11,94	11,89
3	13,26	11,01	12,64	12,30
4	12,12	11,11	11,06	11,43
5	13,22	10,62	11,76	11,87
6	10,75	10,80	11,71	11,09
7	11,38	11,60	10,49	11,16
8	11,90	11,98	11,76	11,88
9	12,47	12,25	11,67	12,13
10	12,36	11,43	10,57	11,46
11	12,82	12,12	11,06	12,00
12	12,28	10,20	10,53	11,00
Год (ОКС)	12,30	11,46	11,55	11,77

В последние три года наибольшей смертностью отличался январь 2016 г., наименьшей – декабрь 2016 г. (табл. 4). В 2015 г. для жителя Петрозаводска риск

Таблица 5

Статистически значимые коэффициенты линейной корреляции между месячными значениями показателей погоды и числом обращений за СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний за 2015–2017 гг.

Показатель	I10	I20	I21	I25	I60-64	I	ОКС <sub>гв</sub>
2015–2017 гг. ( $p = 0,000–0,049$ )							
Температура атмосферного воздуха	–0,765	–0,595				–0,716	
Давление атмосферы на уровне моря (lg)	–0,340						
Суточные перепады давления	0,550	0,473		0,385		0,566	0,331
Облачность нижнего яруса				–0,366			
ПсзНВ			0,401		0,420		
Скорость ветра всех направлений	0,572	0,535		0,344		0,548	
Количество атмосферных осадков (lg)	–0,337	–0,512		–0,343		–0,428	
2015 г. ( $p = 0,023–0,048$ )							
Температура атмосферного воздуха	–0,613	–0,648				–0,613	
Давление атмосферы на уровне моря	–0,616						
Суточные перепады давления		0,635					
Скорость ветра всех направлений		0,642					
Количество атмосферных осадков (lg)			0,580				
2016 г. ( $p = 0,000–0,031$ )							
Температура атмосферного воздуха	–0,854	–0,757		–0,740		–0,873	
Скорость ветра всех направлений	0,621						
Количество атмосферных осадков (lg)		–0,680					
2017 г. ( $p = 0,000–0,049$ )							
Температура атмосферного воздуха	–0,833	–0,794		–0,766		–0,876	
Суточные перепады давления	0,643			0,683		0,678	
Общая облачность			–0,578				
ПсзНВ					0,597		
Скорость ветра всех направлений	0,785			0,751		0,747	
Количество атмосферных осадков (lg)			–0,579	–0,700		–0,616	

**Примечания:** Индексы болезней см. в тексте; при расчете относительных величин обращений за СМП учитывались коэффициент годового выражения и среднегодовая численность населения (см. текст); в таблицу не включены показатели погоды со статистически не значимыми коэффициентами корреляции ( $p > 0,05$ ).

умереть был минимальным в летние месяцы, однако в дальнейшем эта ситуация отчетливо не наблюдается, а наименьшей смертностью характеризуется декабрь.

**Вызовы СМП и погодные факторы**

В среднесрочном исчислении (период 2015–2017 гг.) наблюдается сильная отрицательная корреляция между среднемесячной температурой атмосферного воздуха и частотой обращений за СМП по поводу эссенциальной гипертензии и стенокардии (табл. 5). Частота обращений (кроме обращений по поводу инфаркта и инсульта) также связывается с перепадами атмосферного давления, повышением скорости ветра и уменьшением количества атмосферных осадков.

Для отдельных лет наблюдаются различия. Так, наиболее сильная отрицательная корреляция с температурой воздуха отмечается для менее теплых лет – 2016 и 2017. При этом для 2017 г. получено больше статистически значимых коэффициентов корреляции между количеством вызовов СМП и другими связанными с температурой погодными факторами (перепады давления, скорость ветра, количество осадков).

В трехлетнем периоде рост частоты вызовов СМП (острый инфаркт миокарда, инсульт) наблюдается при ветре северо-западного направления. Соответственно коэффициенты корреляции с ПсзНВ (см. табл. 5) являются статистически значимыми ( $p = 0,015$  для инфаркта и  $0,011$  для инсульта). На примере инфаркта лучше всего это отношение проявлено для самых холодных месяцев (январь, февраль) и ноября, а также в меньшей степени – для мая и сентября (рис. 2). Коэффициент корреляции между суммой всех обращений за СМП по поводу инфаркта и инсульта и ПсзНВ несколько выше ( $r = 0,433$ ;  $p = 0,008$ ) по сравнению с отдельными для этих заболеваний значениями, представленными в табл. 5.

Общая смертность населения и погодные факторы

На показатели смертности в течение каждого года влияет множество факторов, что приводит к отсутствию их значимой корреляции с показателями погоды (см. табл. 5). Для трехлетнего периода намечается корреляционная связь между перепадами атмосферного давления и месячными значениями ОКС в годовом выражении (ОКС<sub>гв</sub>). Снижение смертности в декабре 2016 и 2017 гг. (см. табл. 4) повлияло на тесноту указанной связи. После исключения из выборки данных за эти месяцы значение коэффициента корреляции возросло до  $0,490$  ( $p = 0,003$ ;  $n = 34$ ) против  $0,331$  ( $p = 0,049$ ;  $n = 36$ ) (см. табл. 5). При этом именно в декабре 2016 и 2017 гг. отмечено значительное снижение ПсзНВ по сравнению с декабрем 2015 г. (см. табл. 1). Исключение из выборки всех данных табл. 1 с ПсзНВ  $\leq 6\%$  (наряду с декабрем 2016 и 2017 гг.) мало меняет значение коэффициента корреляции:  $r = 0,500$  ( $p = 0,009$ ;  $n = 26$ ). Одновременно в анализируемом трехлетнем периоде с исключением данных за те же месяцы усиливается отрицательная корреляция между ОКС<sub>гв</sub> и значениями температуры воздуха:  $r = -0,299$  ( $p = 0,076$ ;  $n = 36$ ),  $r = -0,425$  ( $p = 0,012$ ;  $n = 34$ ) и  $r = -0,504$  ( $p = 0,009$ ;  $n = 26$ ) соответственно.

**Смертность населения и выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников**

На рис. 3 представлены графики, характеризующие связь многолетней динамики ОКС и КС<sub>БСК</sub> с количеством выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в г. Петрозаводске. На приведенной диаграмме отмечены точки с отклонениями от графиков зависимости, связанными с годовыми отличиями ПсзНВ (см. табл. 2). Как показано на рис. 3, исключение таких точек из графических построений позволяет получить искомые зависимости,

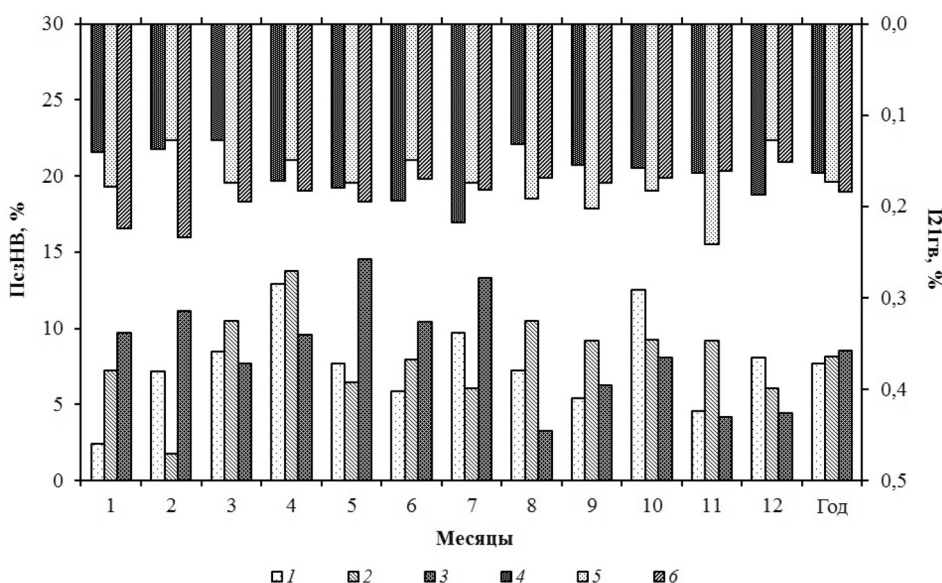


Рис. 2. Повторяемость северо-западного направления ветра и частота вызовов СМП по поводу острого инфаркта миокарда в годовом выражении: 1–3 (нижний ряд) – повторяемость направления ветра (ПсзНВ): 1 – 2015 г., 2 – 2016 г., 3 – 2017 г.; 4–6 (верхний ряд) – частота вызовов СМП (I21гв): 4 – 2015 г., 5 – 2016 г., 6 – 2017 г.

характеризуемые большими значениями коэффициента детерминации по сравнению теми, в которых эти точки присутствуют. Судя по величине коэффициента детерминации, неопределенность оптимизированной модели для  $KC_{БСК}$  несколько выше по сравнению с аналогичной моделью для ОКС. Можно также отметить совпадение адекватности логарифмической и линейной моделей для ОКС ( $R^2 = 0,934$  и  $0,929$  соответственно) и некоторое различие для  $KC_{БСК}$  ( $R^2 = 0,768$  и  $0,693$  соответственно).

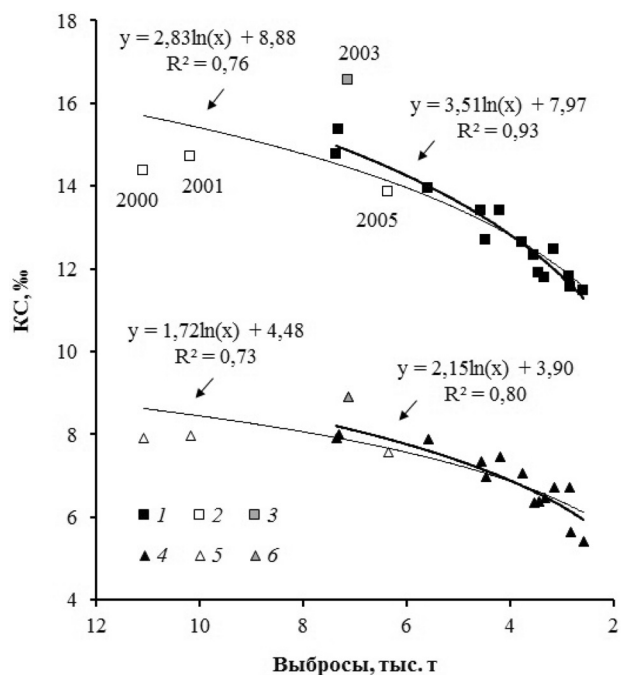


Рис. 3. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников и коэффициенты смертности населения г. Петрозаводска (ОКС – вверху,  $KC_{БСК}$  – внизу): годы с ПсзНВ: 1, 4 – 6,8–9,0 % (2002–2017, кроме 2003 и 2005); 2, 5 – 5,8–6,5 % (2000, 2001, 2005), 3, 6 – 9,7 % (2003); линии трендов: тонкие – 2000–2017 гг.; жирные – 2002–2017 гг. (кроме 2003 и 2005)

### Обсуждение результатов

Согласно проведенным исследованиям изменения погодных условий в течение 2015–2017 гг., связанные с сезонными различиями температуры и перепадов давления, статистически значимо влияют на частоту обращений за СМП по поводу эссенциальной гипертензии и стенокардии. С 2015 по 2017 г. усиливается влияние сезонного фактора на частоту вызовов СМП по поводу хронической ИБС.

Несмотря на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха от стационарных источников Петрозаводска в 2015–2017 гг. по сравнению с 2000-м в 3–4 раза, в изученном трехлетнем периоде тем не менее отмечается статистически значимая корреляция между показателем ПсзНВ, связанным с загрязнением районов с наибольшей численностью населения, и частотой обращений за СМП по поводу острого инфаркта миокарда и инсульта (см. табл. 5).

Наши исследования показали отсутствие статистически значимой корреляции между температурой

атмосферного воздуха и частотой вызовов СМП по поводу острого инфаркта миокарда, что не согласуется с результатами, полученными Wichmann et al. в Копенгагене для периода 1999–2006 гг. [20]. Причинами расхождений могут быть различающиеся методические подходы (использование обычной и кажущейся температуры воздуха соответственно), а также неодинаковые местные условия (например, в Копенгагене уровни загрязнения диоксидом серы настолько низки, что их контроль прекращен).

Связь между температурой воздуха и возникновением инфаркта миокарда обнаружена в Южной Корее при воздействии как тепла, так и холода при пороговой температуре (максимальные значения от +25,5 до +31,5 °С, средние – от +27,5 до +28,5 °С; минимальные – от –2,5 до –1,5 °С соответственно) [15]. В нашем случае максимальные среднесуточные температуры в исследованный период не превысили +22,9 °С, минимальные были гораздо ниже южнокорейских – от –28,8 до –17,5 °С.

Полученная нами статистическая связь между ОКС<sub>гв</sub> и показателями погоды оказалась статистически не значимой за исключением перепадов давления ( $p = 0,049$ ). Судя по расчетам, относительно благоприятным фактором для большей части населения, по которому происходит распространение загрязняющих веществ на большую часть плотно заселенных городских районов, является пониженная ПсзНВ ( $\leq 6$  %). Вместе с тем количество месяцев с такими метеоусловиями в многолетнем ходе составляет лишь 28 %. Кроме того, при ветре иных направлений и штилях опасному воздействию загрязнения могут подвергаться другие районы города, пусть и не столь заселенные.

Анализ данных за длительный период времени показал статистическую зависимость ОКС и  $KC_{БСК}$  от количества загрязняющих веществ, выбрасываемых стационарными источниками. При этом основные источники загрязнения располагаются в северо-западной части города. Очевидно, по этой причине проведенное статистическое моделирование и выявило для периода наибольших выбросов (6–11 тыс. т/год) значительные отклонения от построенных моделей, связанные с повышенной или пониженной повторяемостью северо-западного направления ветра. Судя по полученным графическим результатам, указывающим на различия в неопределенности построенных статистических моделей (см. рис. 3), следует ожидать влияния загрязнения от стационарных источников также и на динамику смертности населения от других причин смерти.

### Выводы

Результаты исследований, проведенных с использованием метеорологических, медицинских данных и данных государственной статистики по г. Петрозаводску, позволяют сделать следующие выводы:

- климатические изменения в районе исследований проявляются в быстром повышении среднегодовой температуры атмосферного воздуха и повторяемости ветра северо-западного направления, а экологические



— в значительном снижении выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников;

- температура атмосферного воздуха и перепады атмосферного давления влияют на здоровье населения, что в годовом ходе выражается в увеличении количества вызовов СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе эссенциальной гипертензии, стенокардии и ИБС, в холодный сезон и уменьшении — в теплый;

- частота вызовов СМП по поводу острого инфаркта миокарда и инсульта может повышаться при увеличении ПсЗНВ, перемещающего вредные выбросы от основных стационарных источников на территорию с наибольшей численностью населения;

- наблюдения за 2000–2017 гг. подтвердили наличие положительной корреляции между количеством годовых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников и смертностью населения. При этом обнаружено статистически подтверждаемое влияние на эту зависимость ПсЗНВ при исследовании как годовых, так и месячных значений;

- полученные данные о влиянии погодных условий и загрязнения воздуха на частоту обращений за СМП по поводу сердечно-сосудистых заболеваний и смертность населения рекомендуется учитывать при организации СМП и экологических мероприятий в Петрозаводске и Республике Карелия.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт геологии КарНЦ РАН).*

#### Благодарность

Авторы благодарят за содействие данной работе главного врача ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи» г. Петрозаводска Алексея Ильича Хейфеца.

#### Авторство

Рыбаков Д. С. подготовил первый вариант статьи, работал над ее улучшением, провел статистические расчеты, подготовил таблицы и рисунки, утвердил окончательный вариант для направления в редакцию; Белашев Б. З. работал с каталогом обезличенных данных, подготовил массивы данных по вызовам скорой медицинской помощи для статистических расчетов, работал над улучшением текста статьи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Рыбаков Дмитрий Сергеевич — ORCID 0000-0001-7103-3107; SPIN 8010-8790

Белашев Борис Залманович — ORCID 0000-0002-2081-658X; SPIN 2006-2760

#### Список литературы

1. *Беляева В. А.* Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления // Анализ риска здоровью. 2016. № 4. С. 17–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02
2. *Беляева В. А.* Сезонная и суточная динамика обращаемости населения г. Владикавказ с гипертоническими кризами за скорой медицинской помощью // Медицинский альманах. 2017. № 2 (47). С. 23–26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29253654> (дата обращения: 06.05.2019).
3. Государственный доклад о состоянии окружающей

среды Республики Карелия в 2017 году / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия. Петрозаводск, 2018. 292 с.

4. *Ивашкин В. Т., Кузнецов Е. Н.* Оценка риска при артериальной гипертензии и современные аспекты антигипертензивной терапии // Русский медицинский журнал. 1999. № 14. С. 635–642. URL: [https://www.rmj.ru/archive/dematologiya\\_kardiologiya/](https://www.rmj.ru/archive/dematologiya_kardiologiya/) (дата обращения: 04.07.2019).

5. *Карпов Ю. А., Булкина О. С., Лопухова В. В., Козловская И. Л.* Влияние климатических и метеорологических факторов на течение ишемической болезни сердца // Кардиологический вестник. 2013. Т. 8, № 2 (20). С. 41–48. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20799363> (дата обращения: 07.05.2019).

6. Климатические изменения: взгляд из России / под ред. В. И. Данилова-Данильяна. М.: ТЕИС, 2003. 416 с.

7. *Назарова Л. Е.* Об оценке комфортности климата в Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2011. № 4. С. 129–133. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16986136> (дата обращения: 29.06.2019).

8. *Ревич Б. А.* Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 7. С. 3–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16535208> (дата обращения: 06.05.2019).

9. *Рыбаков Д. С.* Геоэкология Карелии: геохимический подход к проблеме оценки риска. Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2017. 311 с.

10. *Рыбаков Д. С.* Статистическая оценка связи между показателями смертности и выбросами загрязняющих веществ в условиях урбанизации // Принципы экологии. 2014. № 1. С. 59–73. DOI: 10.15393/j1.art.2014.3361

11. Специализированные массивы для климатических исследований / ВНИИГМИ-МЦД; В. М. Веселов, И. Р. Прибыльская. Обнинск. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения: 06.05.2019).

12. *Хаснулин В. И., Гафаров В. В., Воевода М. И., Разумов Е. В., Артамонова М. В.* Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей Новосибирска // Экология человека. 2015. № 7. С. 3–8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24041123> (дата обращения: 06.05.2019).

13. *Яблоков А. В., Нестеренко В. Б., Нестеренко А. В., Преображенская Н. Е.* Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. М.: КМК, 2016. 826 с.

14. *Bell M. L., Davis D. L., Fletcher T.* A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution // Environ. Health Perspect. 2004. Vol. 112, N 1. P. 6–8. DOI: 10.1289/ehp.6539

15. *Brook R. D., Rajagopalan S., Pope C. A. 3rd, Brook J. R., Bhatnagar A., Diez-Roux A. V., Holguin F., Hong Y., Luepker R. V., Mittleman M. A., Peters A., Siscovick D., Smith S. C. Jr., Whitsel L., Kaufman J. D.* Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association // Circulation. 2010. Vol. 121. P. 2331–2378. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3181d8bec1

16. *Lee S., Lee E., Park M. S., Kwon B. Y., Kim H., Jung D. H., et al.* Short-Term Effect of Temperature on Daily Emergency Visits for Acute Myocardial Infarction with Threshold Temperatures // PLoS ONE. 2014. Vol. 9, N 4: e94070. DOI: 10.1371/journal.pone.0094070

17. *Li G., Zhou M., Cai Y., Zhang Y., Pan X.* Does temperature enhance acute mortality effects of ambient

particle pollution in Tianjin City, China // *Sci. Total Environ.* 2011. Vol. 409. P. 1811–1817. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.02.005

18. Sharif Nia H., Chan Y. H., Froelicher E. S., Pahlevan Sharif S., Yaghoobzadeh A., Jafari A., et al. Weather fluctuations: predictive factors in the prevalence of acute coronary syndrome // *Health Promot. Perspect.* 2019. Vol. 9, N 2. P. 123–130. DOI: 10.15171/hpp.2019.17

19. Vencloviene J., Braziene A., Dedele A., Lopatiene K., Dobožinskas P. Associations of short-term exposure to ambient air pollutants with emergency ambulance calls for the exacerbation of essential arterial hypertension // *Int. J. of Environ. Health Res.* 2017. Vol. 27, N 6. P. 509–524. DOI: 10.1080/09603123.2017.1405246.

20. Wichmann J., Ketzel M., Ellermann T., Loft S. Apparent temperature and acute myocardial infarction hospital admissions in Copenhagen, Denmark: a case-crossover study // *Environ. Health.* 2012. Vol. 11. P. 19. DOI: 10.1186/1476-069X-11-19

### References

1. Belyaeva V. A. The impact of meteo-factors on increase of arterial blood pressure. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risk Analysis]. 2016, 4, pp. 17–22. [In Russian]. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02

2. Belyaeva V. A. Seasonal and daily dynamics of Vladikavkaz population having hypertensive crises applying for emergency medical services. *Meditsinskii al'manakh* [Medical Almanac]. 2017, 2 (47), pp. 23–26. [In Russian]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29253654> (accessed: 06.05.2019).

3. *State Report on the Status of the Environment in the Republic of Karelia in 2017*. The Ministry for the Natural Resources and Ecology of the Republic of Karelia. Petrozavodsk, 2018, 292 p. [In Russian]

4. Ivashkin V. T., Kuznetsov E. N. Risk assessment in hypertension and modern aspects of antihypertensive therapy. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 1999, 14, pp. 635–642. [In Russian]. Available at: [https://www.rmj.ru/archive/dermatologiya\\_kardiologiya/](https://www.rmj.ru/archive/dermatologiya_kardiologiya/) (accessed: 04.07.2019).

5. Karpov Yu. A., Bulkina O. S., Lopukhova V. V., Kozlovskaya I. L. The impact of climatic and meteorological factors on the course of ischemic heart disease. *Kardiologicheskii vestnik* [Russian Cardiology Bulletin]. 2013, 8, 2(20), pp. 41–48. [In Russian]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20799363> (accessed: 07.05.2019).

6. *Klimaticheskie izmeneniya: vzglyad iz Rossii* [Climate change: a view from Russia]. Ed. V. I. Danilov-Danilyan. Moscow, TEIS Publ., 2003, 416 p.

7. Nazarova L. E. Ob otsenke komfortnosti klimata v Karelii [About assessment of comfortable climate of Karelia]. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk* [Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences]. 2011, 4, pp. 129–133. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16986136> (accessed: 29.06.2019).

8. Revich B. A. Heat-wave, air quality and mortality in European Russia in summer 2010: preliminary assessment. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 7, pp. 3–9. [In Russian]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16535208> (accessed: 06.05.2019).

9. Rybakov D. S. *Geoekologiya Karelii: geokhimicheskii podkhod k probleme otsenki riska* [Geoecology of Karelia: a geochemical approach to the problems of risk assessment]. Petrozavodsk, Karelian Research Center of the Russian Academy of Science. 2017, 311 p.

10. Rybakov D. S. Statistical estimation of the relationship between mortality rates and pollutant emissions in the conditions of urbanization. *Printsipy ekologii* [Principals of the Ecology]. 2014, 1, pp. 59–73. [In Russian]. DOI: 10.15393/jl.art.2014.3361

11. *Spetsializirovannye massivy dlya klimaticheskikh issledovaniy* [Specialized arrays for climate research]. V. M. Veselov, I. R. Pribyl'skaya. Obninsk. Available at: <http://aisori.meteo.ru/ClimatR> (accessed: 06.05.2019).

12. Hasnulin V. I., Gaфарov V. V., Voevoda M. I., Razumov E. V., Artamonova M. V. Influence of meteorological factors in different seasons on incidence of hypertensive disease complications in Novosibirsk residents. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 7, pp. 3–8. [In Russian]. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24041123> (accessed: 06.05.2019).

13. Yablokov A. V., Nesterenko V. B., Nesterenko A. V., Preobrazhenskaya N. E. *Chernobyl': posledstviya katastrofy dlya cheloveka i prirody* [Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2016, 826 p.

14. Bell M. L., Davis D. L., Fletcher T. A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution. *Environ. Health Perspect.* 2004, 112 (1), pp. 6–8. DOI: 10.1289/ehp.6539

15. Brook R. D., Rajagopalan S., Pope C. A. 3rd, Brook J. R., Bhatnagar A., Diez-Roux A. V., Holguin F., Hong Y., Luepker R. V., Mittleman M. A., Peters A., Siscovick D., Smith S. C. Jr., Whitsel L., Kaufman J. D. Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2010, 121, pp. 2331–2378. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3181d8bec1

16. Lee S., Lee E., Park M. S., Kwon B. Y., Kim H., Jung D. H., et al. Short-Term Effect of Temperature on Daily Emergency Visits for Acute Myocardial Infarction with Threshold Temperatures. *PLoS ONE.* 2014, 9 (4), p. e94070. DOI: 10.1371/journal.pone.0094070

17. Li G., Zhou M., Cai Y., Zhang Y., Pan X. Does temperature enhance acute mortality effects of ambient particle pollution in Tianjin City, China. *Sci. Total Environ.* 2011, 409, pp. 1811–1817. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.02.005

18. Sharif Nia H., Chan Y. H., Froelicher E. S., Pahlevan Sharif S., Yaghoobzadeh A., Jafari A., et al. Weather fluctuations: predictive factors in the prevalence of acute coronary syndrome. *Health Promot. Perspect.* 2019, 9 (2), pp. 123–130. DOI: 10.15171/hpp.2019.17

19. Vencloviene J., Braziene A., Dedele A., Lopatiene K., Dobožinskas P. Associations of short-term exposure to ambient air pollutants with emergency ambulance calls for the exacerbation of essential arterial hypertension. *Int. J. of Environ. Health Res.* 2017, 27 (6), pp. 509–524. DOI: 10.1080/09603123.2017.1405246

20. Wichmann J., Ketzel M., Ellermann T., Loft S. Apparent temperature and acute myocardial infarction hospital admissions in Copenhagen, Denmark: a case-crossover study. *Environ. Health.* 2012, 11, p. 19. DOI: 10.1186/1476-069X-11-19

### Контактная информация:

Рыбаков Дмитрий Сергеевич — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»

Адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11

E-mail: rybakovd@krc.karelia.ru