

УДК [614.87 + 616.2] (470.22)

DOI: 10.33396/1728-0869-2021-6-36-48

ПОГОДНЫЕ ФАКТОРЫ И ВЫЗОВЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПО ПОВОДУ БОЛЕЗНЕЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ГОРОДЕ ПЕТРОЗАВОДСКЕ

© 2021 г. Д. С. Рыбаков, Б. З. Белашев

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

Цель: оценить влияние погодных факторов на количество вызовов скорой медицинской помощи (ч_вСМП) по поводу болезней органов дыхания (БОД) в городе Петрозаводске.

Методы: Проведен линейный корреляционный анализ для оценки связи между среднемесячными значениями показателей погоды и ч_вСМП с диагнозами острые инфекции верхних дыхательных путей (ОИВДП) (J06), вирусная пневмония (J12), острый бронхит (J20), астма (J45) в 2015–2017 гг. Проведен сравнительный анализ теплого (14 месяцев со среднемесячной температурой от +9,8 до +18,4 °С) и холодного (22 месяца с температурой от –14,9 до +5,0 °С) периодов.

Результаты: В межгодовой динамике выявлено последовательное уменьшение ч_вСМП по поводу вирусной пневмонии. Отмечен сезонный характер влияния температуры воздуха и перепадов давления атмосферы на ч_вСМП, особенно по поводу ОИВДП. При сравнении теплого и холодного периодов влияние температурного фактора уменьшилось за исключением усиления его отрицательной связи с ч_вСМП по поводу острого бронхита. Анализ отдельных сезонов показал, что для уверенного снижения числа обращений по поводу острого бронхита благоприятными являются только летние месяцы. Летом при большей скорости ветра, меньших температуре и влажности воздуха повышено ч_вСМП по поводу острого бронхита. При уменьшении межсуточных перепадов давления и ослаблении ветра сокращается ч_вСМП по поводу ОИВДП и БОД. Осенью наблюдалась положительная корреляция между повторяемостью северо-западного направления ветра, переносащего атмосферное загрязнение от основных местных источников, и перепадами давления в течение суток, с одной стороны, и ч_вСМП по поводу БОД – с другой. Зимнее снижение влажности с декабря по февраль сопровождается увеличением ч_вСМП по поводу вирусной пневмонии и БОД. В весеннее время уменьшение ч_вСМП по поводу ОИВДП и БОД связано с меньшим количеством нижней облачности, увеличение – с большим.

Выводы: Выявлены статистически значимые связи между погодными факторами и ч_вСМП в г. Петрозаводске, которые необходимо учитывать при планировании работы СМП.

Ключевые слова: погодные факторы, вызовы скорой медицинской помощи, болезни органов дыхания, корреляционный анализ

WEATHER FACTORS AND AMBULANCE CALLS FOR RESPIRATORY CAUSES IN THE CITY OF PETROZAVODSK

D. S. Rybakov, B. Z. Belashev

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

Aim: To study associations between selected weather factors on the number of ambulance calls for selected respiratory diseases in the city of Petrozavodsk, Northwest Russia.

Methods: Data on the number of ambulance calls in the city of Petrozavodsk were obtained for the period from 2015-2017. Associations between weather factors and the number of ambulance calls for respiratory diseases were studied by correlation analysis. Pearson's correlation coefficients were calculated. Separate analyses were performed for acute upper respiratory tract infections (J06), viral pneumonia (J12), acute bronchitis (J20) and asthma (J45). An additional analysis was performed for the warm- (14 months with the mean monthly temperature from +9.8 to +18.4 °C) and the cold (22 months with a temperature from –14.9 to +5.0 °C) seasons.

Results: The overall number of ambulate calls for viral pneumonia decreased during the study period. Significant associations between air temperature and atmospheric pressure and the number of calls for respiratory deceases, particularly for acute respiratory tract infections. During the cold season the influence of the temperature factor on the number of calls decreased for the most cases except acute bronchitis. The lowest number of calls for acute bronchitis was observed during summers. In summer, the number of calls for acute bronchitis was positively associated with wind speed and inversely associated with mean temperature and humidity. The number of calls for acute respiratory infections was positively associated with intraday increase in barometric pressure and wind speed. In autumn, significant correlations were observed between the North-West wind, which carries air pollutants from the industrial part of the city to the residential area and the number ambulance calls. In winter, an inverse association between humidity and ambulance calls for viral pneumonia was found. In spring, significant associations between the number of ambulance calls for several respiratory causes and cloudiness were observed.

Conclusion: Significant associations between weather factors and the number of ambulance calls for respiratory causes were observed in the city of Petrozavodsk. Our results can contribute to better planning of ambulance services in town.

Key words: weather, ambulance calls, respiratory diseases, correlation analysis

Библиографическая ссылка:

Рыбаков Д. С., Белашев Б. З. Погодные факторы и вызовы скорой медицинской помощи по поводу болезней органов дыхания в городе Петрозаводске // Экология человека. 2021. № 6. С. 36–48.

For citing:

Rybakov D. S., Belashev B. Z. Weather Factors and Ambulance Calls for Respiratory Causes in the City of Petrozavodsk. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021, 6, pp. 36-48.

Погодно-климатические факторы в зависимости от их изменения в пространстве и во времени в разной степени и в разных сочетаниях влияют на здоровье человека [1, 4, 5, 8, 9, 16, 25]. Хорошо известны трагические случаи массовой гибели людей в результате одновременного воздействия опасных погодных и экологических (загрязнение атмосферного воздуха) условий [20]. Понимание неразрывности связи между здоровьем среды и здоровьем человека, необходимости использования трансдисциплинарных и системных подходов для ее познания приводит к созданию новых возможностей для «устойчивых» управленческих решений [19]. При этом дисциплинарные и междисциплинарные исследования безусловно остаются необходимыми для получения новых данных о многочисленных взаимодействиях в системе «природа – человек».

Одним из важных критериев оценки влияния различных факторов, включая метеорологические, на здоровье человека (населения) на определенной территории является частота вызовов скорой медицинской помощи (чвСМП) по поводу тех или иных заболеваний. Среди всего спектра заболеваний пристальное внимание в связи с широкой распространенностью и чувствительностью к погодно-климатическим изменениям уделяется болезням органов дыхания (БОД).

Во многих исследованиях отмечается сезонный характер чвСМП по поводу БОД. Максимум обращений приходится на зимний период, минимум – на летний. При увеличении минимальной, средней и максимальной декадной температуры атмосферного воздуха количество обращений падает [2].

К обострению бронхиальной астмы приводят рост относительной влажности, повышение атмосферного давления и выраженные суточные колебания температуры [6]. Вместе с тем усиление проявлений данной патологии может быть следствием не только погодных, но и иных внешних факторов, включая сезонное цветение аллергенных растений [7], рост концентрации приземного озона [10], присутствие в воздухе других загрязняющих веществ (диоксид серы, диоксид азота, взвешенные частицы) [28] и т. д. Для разных территорий и интервалов времени сочетание факторов различно.

По результатам исследования, проведенного в Канаде [27], ежедневная частота посещений отделений неотложной помощи по поводу острых инфекций верхних дыхательных путей и хронической обструктивной болезни легких в значительной степени была сезонной, с наибольшей частотой зимой и наименьшей летом. Суточные показатели посещений отделения неотложной помощи и госпитализаций по поводу астмы оказались самыми высокими осенью и самыми низкими – летом.

В Южной Корее выявлены месячные статистически значимые ($p < 0,001$) различия между количеством посещений отделений неотложной помощи и частотой госпитализаций детей и подростков (≤ 18 лет) в связи с пневмонией, при этом максимальное количество по-

сещений отделений по поводу гриппозной пневмонии приходилось на март > февраль > январь > апрель с резким сокращением в остальные месяцы [24].

В городе Пусан (Южная Корея) уровни содержания в атмосферном воздухе взвешенных частиц (особенно $\text{PM}_{2,5}$) и метеорологические факторы (температура воздуха, влажность) повлияли на госпитализацию по поводу респираторных заболеваний (острый бронхит, аллергический ринит, астма), особенно детей и пожилых людей. При этом влияние взвешенных частиц на респираторные заболевания усиливается по мере снижения относительной влажности [23].

Актуальность исследований, проводимых на Северо-Западе России в условиях глобальных и региональных природно-климатических изменений, связана с подтверждением статуса территорий с неблагоприятными метеорологическими условиями [15]. Среди таких территорий значится Республика Карелия. По данным Л. Е. Назаровой [11], в районе Онежского озера дискомфортность климата в основном определяется низкими температурами в сочетании со значительным количеством облачности и высокой влажностью воздуха.

Доля БОД в структуре общей заболеваемости населения Республики Карелия по данным 2016–2017 гг. составляет 25–26,7 %, или 570,3 и 613,7 на 1 000 человек населения соответственно [3].

Данная работа нацелена на выявление воздействий погодных факторов на степень заболеваемости органов дыхания жителей столицы Республики Карелия города Петрозаводска в разные интервалы времени (годы, сезоны, месяцы). Исследованы зависимости между показателями, характеризующими эти факторы, и чвСМП по поводу некоторых БОД.

Методы

Из погодных факторов рассмотрены: температура атмосферного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), амплитуды колебания температуры ($^{\circ}\text{C}$), давление атмосферы (гПа), перепады давления (гПа), относительная влажность (%), облачность (баллы), скорость ветра (м/с), количество атмосферных осадков (мм). 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 [14, 15]. Все численные значения получены или рассчитаны по данным метеостанции «Петрозаводск», доступным на сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [17].

Относительную чвСМП рассчитывали по увеличенному каталогу 2015–2017 гг. (кроме данных с 20 по 31 декабря 2017 г.), предоставленному ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи»

Петрозаводска. Данные получены по следующим нозологическим формам (в скобках приведены индексы МКБ-10): острые инфекции верхних дыхательных путей множественной и неуточненной локализации (ОИВДП) (J06), вирусная пневмония, не классифицированная в других рубриках (J12), острый бронхит (J20), астма (J45).

Средние месячные значения $\chi^2_{\text{СМП}}$ 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), среднегодовая численность населения Петрозаводского городского округа составила (человек): 276 229 (2015 г.), 277 831 (2016) и 278 871 (2017).

Расчеты с использованием месячных значений показателей погоды и $\chi^2_{\text{СМП}}$ проводили как по общей выборке трехлетнего периода 2015–2017 гг., так и по сезонным выборкам (зима, весна, лето, осень). Кроме того, сравнивали выборки холодного и теплого периодов, выделенных из общей совокупности по условной границе среднемесячной температуры +8 °С, соответствующей пятидневной среднесуточной температуре начала (сентябрь) и окончания (май, а в 2017 г. – июнь) отопительного сезона в Петрозаводске.

Для статистической обработки использовали пакет «Анализ данных» программного продукта Microsoft Excel. Соответствие распределений данных нормальному закону проверяли с помощью показателей асимметрии ($K_A = A/\sigma_A$, где A – асимметрия, $\sigma_A = (6/n)^{0,5}$ – ошибка асимметрии) и эксцесса ($K_E = E/\sigma_E$, где E – эксцесс, $\sigma_E = 2 \times (6/n)^{0,5}$ – ошибка эксцесса) [12]. Гипотезы о значимости различий выборочных средних и дисперсий нормально распределенных значений проверяли с помощью двусторонних кри-

териев Стьюдента (t) и Фишера (F) соответственно. Для получения корректных усредненных за три года среднегодовых и среднесезонных значений параметров погоды и $\chi^2_{\text{СМП}}$ объединение выборок осуществляли при статистически незначимом различии выборочных средних. Для оценки статистических связей рассчитывали значения коэффициента линейной корреляции Пирсона. Полученные из расчетов значения признавали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Характеристики погоды

Данные по средним месячным показателям погоды изучаемого периода приведены нами ранее [15]. Ниже описаны результаты расчетов и попарного сравнения средних для групп холодных и теплых месяцев, а также отдельных сезонов и их сочетаний.

Температура атмосферного воздуха. В 2015–2017 гг. среднесуточная температура воздуха изменялась в пределах от –28,8 (2017) до +22,9 °С (2016). Самым теплым был 2015 г., затем среднегодовая температура снижалась (табл. 1). При этом теплыми были месяцы: 2015 – август (+15,4 °С), июль (+14,3 °С), июнь (+14,2 °С), сентябрь (+11,8 °С), май (+10,4 °С), 2016 – июль (+18,4 °С), август (+15,3 °С), июнь (+14,2 °С), май (+12,7 °С), сентябрь (+10,0 °С), 2017 – август (+15,8 °С), июль (+15,5 °С), июнь (+11,7 °С), сентябрь (+9,8 °С). Остальные месяцы были холодными ($\leq +5$ °С). Таким образом, самая низкая среднемесячная температура теплых месяцев оказалась выше выбранной пороговой (+8 °С) на 1,8 °С, а самая высокая холодных – ниже на 3 °С. Отметим, что май 2017 г. оказался холодным (среднемесячная температура воздуха составила +5 °С), что обусловило продление отопительного сезона до 9 июня. Таким образом, все переходные месяцы (включают время начала и окончания ото-

Таблица 1

Годовые и сезонные значения погодных факторов

Показатель	2015–2017	2015	2016	2017	Холодные месяцы	Теплые месяцы	Зима	Весна	Лето	Осень
Температура атмосферного воздуха, °С	+4,3	+5,1	+4,1	+3,6	–1,60	+13,5	–5,5	+3,6	+15,0	+4,1
Суточные амплитуды колебания температуры, °С	5,3	5,4	5,4	5,0	4,4	6,7	4,1	6,4	6,8	3,6
Давление атмосферы на уровне моря, гПа	1012,2	1011,8	1013,7	1011,2	1011,8	1012,8	1009,1	1013,1	1010,8	1015,9
Перепады давления межсуточные, гПа	5,4	5,9	4,9	5,5	6,2	4,2	6,5–8,2*	5,3	3,9	5,5
Перепады давления в течение суток, гПа	6,4	7,0	5,7	6,4	7,3	4,9	8,4	6,1	4,7	6,3
Относительная влажность воздуха, %	80,5	79,9	79,9	81,8	83,4	76,1	87,6	71,2	75,7	87,6
Общая облачность, баллы	7,8	7,7	7,9	8,0	8,1	7,4	8,3	7,0	7,4	8,7
Облачность нижнего яруса, баллы	4,1*	3,6	4,1	4,5	4,4	3,6	4,4	2,7–3,8*	3,6	5,2
ПсзНВ, %	8,1	7,7	8,1	8,6	8,3	7,8	6,5	10,2	8,2	7,7
Скорость ветра всех направлений, м/с	2,9	3,0	2,9	2,9	3,1	2,6	3,2	3,0	2,6	2,8
Сумма атмосферных осадков, мм	1965,9	548,8	755,2	661,9	848,5	1117,4	389,9	333,0	796,9	446,1
Количество переменных в выборке (n)	36	12	12	12	24	14	9	9	9	9

Примечания: 1) * – пределы даны в связи с различием средних значений по выборкам одних и тех же сезонов отдельных лет: для перепадов давления (межсуточные), зима – 2015 г. (больше), 2016–2017 гг. (меньше); облачность нижнего яруса, весна – 2017 г. (больше), 2015–2016 гг. (меньше); 2) полужирным выделены средние значения, полученные при последовательном объединении выборок с помощью критерия Стьюдента.

пительного сезона) в дальнейших расчетах вошли в выборку теплого периода. Судя по данным табл. 1, сезонное распределение в той или иной степени, помимо температуры, характерно также для перепадов давления атмосферы и скорости ветра.

Результаты расчетов показали, что распределение значений температуры во всех исследованных выборках не отличается от нормального ($|K_A| = 0,068-2,11$; $|K_E| = 0,063-1,67$). Не отличается от нормального и распределение показателей других погодных факторов, за исключением сумм осадков по трехлетней ($n = 36$; $|K_A| = 5,57$; $|K_E| = 8,65$) и осенней ($n = 9$; $|K_A| = 2,40$; $|K_E| = 3,01$) выборкам и атмосферного давления по выборке 2016 г. ($n = 12$; $|K_A| = 2,32$; $|K_E| = 3,03$). После логарифмирования соответствующих нормально не распределенных значений получены необходимые пределы оценок репрезентативности показателей асимметрии и эксцесса для всех выборок: $|K_A| = 0,029-2,84$; $|K_E| = 0,013-2,98$. Отметим фактическое отсутствие отличия среднего арифметического (1 013,7 гПа) и среднего геометрического (1 013,6 гПа) значений атмосферного давления, полученных по выборке 2016 г. (см. табл. 1).

Проверка гипотез о значимости различий выборочных средних и дисперсий проведена для пар разных лет, холодного и теплого периодов, одних и тех же сезонов отдельных лет и разных групп сезонов трехлетнего периода.

Для пар разных лет трехлетнего периода различия статистически не значимы ($p_t = 0,066-0,995$ и $p_F = 0,170-0,998$), кроме различий дисперсий месячных сумм атмосферных осадков для пары 2015–2016 гг. ($p_t = 0,309$; $p_F = 0,002$).

Для пары холодного и теплого периодов различия средних в основном статистически значимы при статистически незначимых различиях дисперсий (p_t от $\ll 0,001$ до $0,024$ и $p_F = 0,118-0,887$). Исключением явились статистически незначимые различия средних количеств облачности нижнего яруса ($p_t = 0,064$; $p_F = 0,322$), ПсзНВ ($p_t = 0,605$; $p_F = 0,253$), атмосферного давления ($p_t = 0,619$; $p_F = 0,274$), а также статистически значимые различия дисперсий месячных сумм атмосферных осадков ($p_t = 0,005$; $p_F < 0,001$), среднемесячных температур воздуха ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,028$) и перепадов давления в течение суток ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,038$).

Сравнение выборок одних и тех же сезонов разных лет не выявило статистически значимых различий средних: температура ($p_t = 0,332-0,858$; $p_F = 0,156-0,952$), амплитуды колебаний температуры ($p_t = 0,345-0,983$; $p_F = 0,131-0,826$), давление атмосферы ($p_t = 0,325-0,861$; $p_F = 0,235-0,863$), относительная влажность ($p_t = 0,130-0,943$; $p_F = 0,116-0,979$), общая облачность ($p_t = 0,204-0,947$; $p_F = 0,045-0,887$), ПсзНВ ($p_t = 0,104-0,911$; $p_F = 0,005-0,993$), скорость ветра ($p_t = 0,161-1,000$; $p_F = 0,190-0,864$), атмосферные осадки ($p_t = 0,164-0,979$; $p_F = 0,017-0,931$). Статистически значимые различия средних выявлены для: перепадов давления (межсуточные) зимой для пар 2015–2016 и

2015–2017 гг. ($p_t = 0,021-0,036$; $p_F = 0,211-0,246$) и весной для пары 2016–2017 гг. ($p_t = 0,019$; $p_F = 0,501$); перепадов давления (в течение суток) весной для пары 2016–2017 гг. ($p_t = 0,005$; $p_F = 0,226$), облачности нижнего яруса весной для пар 2015–2017 и 2016–2017 гг. ($p_t = 0,027-0,029$; $p_F = 0,501-0,961$) и летом для пары 2015–2016 гг. ($p_t = 0,047$; $p_F = 0,320$). Для всех остальных пар сезонных групп по данным погодным параметрам различия средних статистически незначимы: перепады давления (межсуточные) ($p_t = 0,068-0,986$; $p_F = 0,019-0,951$), облачность нижнего яруса ($p_t = 0,277-0,753$; $p_F = 0,004-0,856$).

Для пар разных групп сезонов статистически значимыми во всех случаях явились различия среднемесячных значений температур (p_t от $\ll 0,001$ до $0,001$), кроме пары весна – осень ($p_t = 0,848$; $p_F = 0,817$). Статистически значимые различия определены между выборочными средними перепадов атмосферного давления (межсуточные) для пары лето – осень ($p_t < 0,001$; $p_F = 0,474$), незначимые – для пар весна – осень ($p_t = 0,701$; $p_F = 0,039$), весна – лето ($p_t = 0,062$; $p_F = 0,008$); для зим разных лет, согласно проверке различий средних, получены неоднородные выборки (см. табл. 1). При анализе данных по перепадам атмосферного давления (в течение суток) статистически значимые различия установлены для пар зима – лето, зима – осень, лето – осень, зима – весна (p_t от $\ll 0,001$ до $0,007$; $p_F = 0,247-0,909$), незначимые – для пар весна – лето ($p_t = 0,052$; $p_F = 0,042$), весна – осень ($p_t = 0,851$; $p_F = 0,053$).

Во всех случаях при попарном анализе различия дисперсий скорости ветра были статистически незначимы ($p_F = 0,380-0,872$), различия средних для пар зима – лето, весна – лето, зима – осень – статистически значимыми ($p_t = 0,001-0,045$), для пар лето – осень, зима – весна, весна – осень – незначимыми ($p_t = 0,134-0,578$). Одинаковая степень межсезонных различий отмечена для суточных амплитуд колебания температуры, относительной влажности воздуха и количеств облачности (общей). Так, различия статистически значимы (с учетом значимости/незначимости различий дисперсий) для пар лето – осень, зима – лето, зима – весна, весна – осень ($p_t \ll 0,001-0,015$; $p_F = 0,047-0,820$) и статистически не значимы для пар весна – лето, зима – осень ($p_t = 0,156-0,964$; $p_F = 0,049-0,946$). Количество облачности нижнего яруса весной 2017 г. статистически значимо было выше, чем в весенние сезоны 2015 и 2016 гг., а летом 2015 г. – выше, чем летом 2016 г. (см. табл. 1). В связи с этим для трехлетнего периода расчеты проведены только для пары зима – лето, при этом статистически значимые различия не выявлены ($p_t = 0,184$; $p_F = 0,870$).

Статистически одинаковыми по всем парам выборок явились дисперсии атмосферного давления и ПсзНВ ($p_F = 0,075-0,860$ и $p_F = 0,685-0,981$ соответственно), а статистически значимые различия средних отмечены только для пар зима – осень (давление) ($p_t = 0,025$) и

зима – весна (ПсзНВ) ($r_t = 0,023$), в остальных случаях различия незначимы: давление ($r_t = 0,055-0,342$), ПсзНВ ($r_t = 0,084-0,715$).

Далее характеристика параметров погоды дана на основе произведенных расчетов с учетом нормального распределения выборочных значений и однородности искомого выборки.

Суточные амплитуды колебания температуры. Максимальные амплитуды зарегистрированы для теплого периода (см. табл. 1), в том числе до $15,2\text{ }^\circ\text{C}$ 20 августа 2015 г., $17,2\text{ }^\circ\text{C}$ 1 мая 2016 г. и $16,2\text{ }^\circ\text{C}$ 17 июня 2017 г., минимальные – для холодного, в том числе до $0,5\text{ }^\circ\text{C}$ 17 января 2015 г. и 11 декабря 2017 г., $0,4\text{ }^\circ\text{C}$ 23 декабря 2016 г. Более высокими среднемесячными значениями суточных амплитуд в среднем характеризовались весенние и летние месяцы, более низкими – осенние и зимние. Тесная положительная корреляция среднемесячных значений амплитуды и самой температуры атмосферного воздуха выявлена (табл. 2) для весенних ($p << 0,001$) и осенних ($p = 0,004$) месяцев, статистически незначимая отрицательная – для зимних ($p = 0,064$) и летних ($p = 0,084$). При этом для трехлетнего периода, в ходе которого среднегодовая температура понижалась, теснота корреляционной связи между этими двумя параметрами уменьшилась (см. табл. 2).

Между амплитудой колебаний температуры, с одной стороны, относительной влажностью и облачностью (общая и нижнего яруса) – с другой, наблюдалась (см. табл. 2) отрицательная линейная корреляция как для общей трехлетней выборки, так и для выборок отдельных лет, а также теплого и холодного периодов. Статистически значимая корреляционная связь сохранялась в выборках всех сезонных групп с влажностью ($p = 0,003-0,040$), но не всех – с общей облачностью (зима, осень, лето: $p = 0,001-0,026$; весна: $p = 0,084$) и облачностью нижнего яруса (осень: $p = 0,002$; лето, весна, зима: $p = 0,052-0,120$).

Давление атмосферы за исследуемый трехлетний период менялось в пределах от $964,8\text{ гПа}$ (3 января 2015 г.) до $1\ 052,3\text{ гПа}$ (16 марта 2015 г.). Среднегодовые и среднесезонные значения в целом превысили норму для Петрозаводска $1\ 002,58\text{ гПа}$ (752 мм рт. ст. , <https://www.meteonova.ru/med/22820.htm>). (см. табл. 1). Наименьшее давление в среднем было характерно для зимних месяцев, наибольшее – для осенних. Для зимнего и весеннего сезонов, а также для 2015 г. наблюдалась (см. табл. 2) отрицательная корреляция с количеством общей облачности ($p = 0,002-0,013$).

Перепады атмосферного давления достигали исключительно высоких значений – максимально $28,9\text{ гПа}$ (межсуточные) и $29,1\text{ гПа}$ (в течение суток). В среднем наибольшими колебаниями характеризовались холодные месяцы, наименьшими – теплые (см. табл. 1). Соответственно для общей выборки зафиксирована обратная корреляция со среднемесячной температурой воздуха (см. табл. 2), причем наибольшая

теснота взаимосвязи отмечена для 2015 г., наименьшая – для 2016 г. При рассмотрении отдельных сезонов значимая корреляция перепадов давления с параметрами других погодных факторов, за исключением в некоторых случаях скорости ветра, не выявлена.

Влажность. Суточная относительная влажность атмосферного воздуха в течение 2015–2017 гг. менялась в пределах от $32,3$ до $98,1\%$. Наиболее влажными были зимние и осенние месяцы (см. табл. 1). Весной влажность снижалась в среднем с $70,2-79,4\%$ в марте–апреле до $59,4-67,1\%$ в мае, что для этого переходного времени объясняет ее отрицательную корреляцию с температурой воздуха ($p = 0,007$) (см. табл. 2). С влажностью сочетались суточные амплитуды колебания температуры (отрицательная корреляция) и количество облачности (положительная корреляция). Однако в части сезонных групп (кроме зимы) связь между влажностью и количеством облачности оказалась заметно слабее, чем в других группах.

Облачность. В качестве показателей рассчитаны количества общей облачности и облачности нижнего яруса. Их среднегодовые значения повышались с 2015 по 2017 г. (см. табл. 1). В целом облачность выше осенью и зимой, ниже – весной и летом. Для осенних месяцев получена отрицательная корреляция между количеством облачности и среднемесячной температурой воздуха ($p = 0,009-0,020$) (см. табл. 2).

Направление ветра. В Петрозаводске переносу выбросов от основных стационарных источников на большую часть жилой застройки способствует ветер северо-западного направления [14, 15]. В 2002–2015 гг. его среднесезонная повторяемость возросла на $29,5\%$ по сравнению с таковой за 1994–2001 гг. Наибольшей ПсзНВ в 2015–2017 гг. характеризовались весенние месяцы (см. табл. 1). По некоторым выборкам (зима, холодные месяцы, 2017 г.) для ПсзНВ прослеживается статистически значимая корреляция с давлением, амплитудой колебаний температуры, относительной влажностью и количеством общей облачности (см. табл. 2).

Скорость ветра. Для района Петрозаводска среднесуточная скорость ветра разных направлений в 2015–2017 гг. варьировала в пределах от $0,5$ (25 ноября 2016 г.) до $7,3\text{ м/с}$ (28 ноября 2015 г.). В целом более слабыми ветрами характеризовалось летнее время, относительно сильными – зимнее (см. табл. 1). Статистически значимые корреляции между скоростью ветра и среднемесячной температурой отличали все сезоны ($p = 0,002-0,029$), кроме летнего ($p = 0,141$) (см. табл. 2), при этом для осенних и весенних месяцев наблюдались отрицательные связи, а для зимних – положительная.

Атмосферные осадки. Наименьшее количество осадков в 2015–2017 гг. выпало в весенние месяцы, наибольшее – в летние (см. табл. 1). Самый сильный ливень зафиксирован 8 августа 2016 г. ($43,4\text{ мм}$). Аномальными по количеству осадков были июль 2016 г. ($122,8\text{ мм}$), август 2016 г. ($202,5\text{ мм}$)

Таблица 2

Коэффициенты линейной корреляции между средними месячными значениями погодных факторов

Показатель	2015–2017	2015	2016	2017	Холодные месяцы	Теплые месяцы	Зима	Весна	Лето	Осень
Температура воздуха										
Суточные амплитуды колебания температуры	0,577	0,805	0,584				–0,638	0,965	–0,606	0,844
Давление атмосферы на уровне моря							–0,628			
Перепады давления межсуточные	–0,680	–0,923	–0,598	–0,707			–0,665 ($ r < 0,5$)	–0,527	–0,525	
Перепады давления в течение суток	–0,695	–0,922	–0,558	–0,809			–0,519	0,519		
Относительная влажность воздуха	–0,475	–0,588						–0,816	0,650	–0,623
Общая облачность	–0,358						0,605	–0,568		–0,803
Облачность нижнего яруса		–0,579					0,606	(–0,630)	0,538	–0,749
Скорость ветра всех направлений	–0,636	–0,809		–0,758			0,719	–0,852	–0,531	–0,867
Сумма атмосферных осадков	0,463*			0,618						
Суточные амплитуды колебания температуры										
Давление атмосферы на уровне моря							0,908			
Перепады давления межсуточные	–0,505	–0,674	–0,758				–0,543 ($ r < 0,5$)	–0,554	0,546	
Перепады давления в течение суток	–0,527	–0,745	–0,681					–0,606		
Относительная влажность воздуха	–0,860	–0,844	–0,887	–0,846	–0,820	–0,866	–0,690	–0,858	–0,711	–0,797
Общая облачность	–0,853	–0,719	–0,936	–0,884	–0,856	–0,852	–0,914	–0,606	–0,729	–0,896
Облачность нижнего яруса	–0,764	–0,813	–0,710	–0,859	–0,760	–0,804	–0,556	(–0,632)	–0,663	–0,879
ПсЗНВ				0,683	0,686		0,674			
Скорость ветра всех направлений	–0,449	–0,574	–0,592					–0,860	0,512	–0,706
Давление атмосферы на уровне моря: lg – 2016 г.										
Относительная влажность воздуха							–0,558	–0,662		–0,657
Общая облачность		–0,741					–0,879	–0,780	–0,587	
Облачность нижнего яруса		–0,570						(–0,534)		
ПсЗНВ					0,464		0,845			
Сумма атмосферных осадков	–0,347*				–0,533					
Перепады давления межсуточные										
Перепады давления в течение суток	0,941	0,942	0,930	0,935	0,903	0,895	(0,879)	0,924	0,854	0,717
Относительная влажность воздуха	0,433		0,779				($ r < 0,5$)			
Общая облачность			0,732			0,502	($ r < 0,5$)			
Облачность нижнего яруса			0,512				($ r < 0,5$)	(0,549)		
Скорость ветра всех направлений	0,689	0,838	0,618	0,551	0,482		(0,568)	0,766	0,813	
Сумма атмосферных осадков		–0,540					($ r < 0,5$)			
Перепады давления в течение суток										
Относительная влажность воздуха	0,482	0,545	0,759							
Общая облачность	0,333		0,678							
Облачность нижнего яруса			0,502					(0,582)		
Скорость ветра всех направлений	0,705	0,799	0,675	0,603	0,507		0,507	0,686	0,559	0,554
Сумма атмосферных осадков		–0,520								
Относительная влажность воздуха										
Общая облачность	0,811	0,718	0,893	0,824	0,789	0,764	0,730	0,732		0,710
Облачность нижнего яруса	0,731	0,743	0,708	0,835	0,703	0,713	0,708	(0,625)	0,639	0,623
ПсЗНВ				–0,633	–0,615					–0,576
Скорость ветра всех направлений							–0,578	0,718	–0,816	0,504
Сумма атмосферных осадков							0,525		0,607	
Общая облачность										
Облачность нижнего яруса	0,799	0,786	0,806	0,818	0,764	0,819	0,582	(0,603)	0,727	0,911
ПсЗНВ				–0,638	–0,496		–0,679	0,570		
Скорость ветра всех направлений			0,587							0,629
Облачность нижнего яруса										
Скорость ветра всех направлений							0,592	(0,567)		0,605
Сумма атмосферных осадков							0,569	($ r < 0,5$)	0,563	
Скорость ветра всех направлений										
Сумма атмосферных осадков		–0,551		–0,605						

Примечания: 1) * – для суммы атмосферных осадков выбран логнормальный закон распределения; полужирным выделены статистически значимые коэффициенты корреляции: $p = 0,000–0,049$; 2) в таблицу не включены статистически незначимые коэффициенты $|r| < 0,5$; 3) в круглых скобках указаны результаты расчетов с использованием выборок со статистически различными средними (см. табл. 1); 4) количество переменных в выборках см. в табл. 1.

и сентябрь 2017 г. (138,4 мм). Всего за 14 теплых месяцев выпало 56,8 % осадков, а за 22 холодных – 43,2 % (см. табл. 1).

Обращения за скорой медицинской помощью по поводу БОД

За исследованный трехлетний период учтен 31 951 вызов СМП по поводу БОД по четырем нозологическим формам. Среднегодовые и среднесезонные относительные количества вызовов и их стандартные ошибки приведены в табл. 3.

Острые инфекции верхних дыхательных путей (23 013 вызовов). Относительное количество вызовов СМП по поводу ОИВДП за трехлетний период установлено в пределах от 1,14 % (июль 2015 г.) до 5,32 % (январь 2017 г.), среднее арифметическое составило 2,80 %, медианное – 2,70 %. Статистических различий между среднегодовыми значениями не выявлено ($p_t = 0,145-0,514$; $p_F = 0,473-0,915$). Различия средних в выборках одних и тех же сезонов отдельных лет являются статистически не значимыми для: зимы ($p_t = 0,350-0,835$; $p_F = 0,004$ для пар 2015–2016 и 2016–2017 гг.; $p_t = 0,550$; $p_F = 0,930$ для пары 2015–2017 гг.), лета и осени ($p_t = 0,144-0,607$; $p_F = 0,480-0,799$) и частично значимыми для весны ($p_t = 0,037$; $p_F = 0,531$ для пары 2015–2017 гг.; $p_t = 0,056-0,506$; $p_F = 0,425-0,854$ для пар 2015–2017 и 2015–2016 гг.). Относительное число обращений в холодный период было в 1,8 раза выше, чем в теплый, при этом статистически значимые различия средних двух выборок наблюдаются при статистически одинаковых дисперсиях ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,051$). Ряд сезонов по количеству обращений по данной нозологической форме выглядит следующим

образом: зима > весна > осень > лето (см. табл. 3), при этом средние по всем парам выборок, кроме пары весна – осень ($p_t = 0,658$; $p_F = 0,010$), значимо отличаются друг от друга: зима – лето ($p_t \ll 0,001$; $p_F < 0,001$), лето – осень ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,299$), весна – лето ($p_t = 0,001$; $p_F = 0,001$), зима – осень ($p_t = 0,005$; $p_F = 0,006$), зима – весна ($p_t = 0,025$; $p_F = 0,859$).

Вирусная пневмония, не классифицированная в других рубриках (3 739 вызовов). Относительное количество вызовов по поводу вирусной пневмонии установлено в пределах от 0,063 % (август 2017 г.) до 1,28 % (февраль 2015 г.), среднее арифметическое за весь период составило 0,455 %, медианное – 0,366 %. В отличие от ОИВДП для пневмонии отмечается противоположная динамика среднегодовых значений (см. табл. 3), причем различие средних в выборках крайних лет (2015 и 2017) статистически значимо ($p_t < 0,001$; $p_F = 0,066$). Различия средних в выборках зимнего времени отдельных лет являются статистически не значимыми ($p_t = 0,100-0,913$; $p_F = 0,312-0,906$), в отличие от весенних ($p_t = 0,009-0,046$; $p_F = 0,190-0,976$ для пар 2015–2016 и 2015–2017 гг.; кроме $p_t = 0,362$; $p_F = 0,199$ для пары 2016–2017 гг.), летних ($p_t = 0,002-0,030$; $p_F = 0,926-0,624$ для пар 2015–2016 и 2015–2017 гг.; кроме $p_t = 0,072$; $p_F = 0,689$ для пары 2016–2017 гг.) и осенних ($p_t = 0,030-0,046$; $p_F = 0,079-0,579$) сезонов. Относительное число обращений в холодный период было в 1,9 раза выше, чем в теплый, при этом статистически значимые различия выборочных средних наблюдаются при статистически различных дисперсиях ($p_t = 0,002$; $p_F = 0,020$). Ряд сезонов,

Таблица 3

Относительное число вызовов скорой медицинской помощи по поводу БОД, %

Год, сезон	J06	J12	J20	J45	БОД _i	
2015–2017	2,80±0,175	0,455±0,0477*	0,384±0,0229	0,248±0,0076	3,89±0,225	
2015	2,46±0,274	0,649±0,0743	0,343±0,0319	0,266±0,0169	3,72±0,377	
2016	2,83±0,283	0,450±0,0882	0,414±0,0462	0,233±0,0101	3,92±0,398	
2017	3,12±0,342	0,266±0,0415	0,396±0,0400	0,243±0,0103	4,03±0,420	
Холодные месяцы	3,40±0,180	0,556±0,0650	0,445±0,0198	0,266±0,0071	4,67±0,224	
Теплые месяцы	1,86±0,133	0,297±0,0428	0,289±0,0385	0,219±0,0128	2,67±0,184	
Зима	2015	0,881±0,1178	0,446±0,0351	0,271±0,0122	5,36±0,335	
	2016	3,94±0,298				0,846±0,1294
	2017	0,401±0,0556				
Весна	2015	0,681±0,0375	0,457±0,0318	0,300±0,0101	4,14±0,279	
	2016	2,92±0,279		0,422±0,0365		0,233±0,0043
	2017	0,353±0,0121		0,375±0,0146		0,276±0,0035
Лето	2015	0,375±0,0146	0,197±0,0237	0,205±0,0102	2,20±0,076	
	2016	1,56±0,069				0,226±0,0216
	2017	0,113±0,0157				
Осень	2015	0,657±0,0584	0,437±0,0221	0,245±0,0162	3,86±0,125	
	2016	2,79±0,101				0,306±0,0185
	2017	0,197±0,0118				

Примечания: 1) расчет выполнен на 100 человек населения с учетом коэффициента годового выражения; индексы болезней см. в тексте; 2) * – $|K_A| = 3,10$; $|K_E| = 1,90$; ср. геом. = 0,376 %; медиана = 0,366 %; 3) полужирным выделены среднесезонные значения, статистически значимо отличающиеся от сравниваемых с ними значений выборок тех же сезонов других лет; 4) курсивом даны средние значения, полученные при последовательном объединении выборок с помощью критерия Стьюдента; 5) количество переменных в выборках см. в табл. 1.

без учета данных за 2015 г., повторяет таковой для ОИВДП: зима > весна > осень > лето (см. табл. 3), при этом средние по данным 2016–2017 гг. значимо отличаются друг от друга в четырех парах выборок из шести: весна – лето ($p_t = 0,001$; $p_F = 0,954$), весна – осень ($p_t = 0,013$; $p_F = 0,798$), зима – лето ($p_t = 0,027$; $p_F = 0,005$), зима – осень ($p_t = 0,033$; $p_F = 0,003$), лето – осень ($p_t = 0,091$; $p_F = 0,843$), зима – весна ($p_t = 0,174$; $p_F = 0,005$). Отдельно проведен анализ для 2015 г.: зима > весна > осень > лето ($0,881 > 0,681 > 0,657 > 0,375$ %); весна – лето ($p_t = 0,012$; $p_F = 0,263$), остальные пары ($p_t = 0,054–0,853$; $p_F = 0,030–0,583$).

Острый бронхит (3 162 вызовов). Относительное количество вызовов по поводу острого бронхита установлено в пределах от 0,128 % (август 2015 г.) до 0,606 % (апрель 2017 г.), среднее арифметическое за весь период составило 0,384 % и совпало с медианным – 0,384 %. Статистических различий между среднегодовыми значениями не выявлено ($p_t = 0,224–0,774$; $p_F = 0,235–0,645$). Различия средних в выборках одних и тех же сезонов отдельных лет также статистически не значимы ($p_t = 0,132–0,814$; $p_F = 0,114–0,945$). Относительное число обращений в холодное время было в 1,5 раза выше, чем в теплое, при этом статистически значимые различия выборочных средних наблюдались при статистически одинаковых дисперсиях ($p_t = 0,002$; $p_F = 0,070$). Ч_вСМП по поводу острого бронхита, в отличие от других нозологических форм, оказалась выше в весеннее время: весна > зима > осень > лето, при этом средние выборок только летних месяцев значимо отличаются от таковых всех остальных сезонов: лето – осень, весна – лето, зима – лето ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,288–0,853$), зима – осень, зима – весна, весна – осень ($p_t = 0,615–0,830$; $p_F = 0,215–0,788$).

Астма (2 037 вызовов). Относительное количество вызовов по поводу астмы установлено в пределах от 0,145 % (июль 2015 г.) до 0,344 % (февраль 2015 г.), среднее арифметическое за весь период составило 0,248 % и совпало с медианным – 0,248 %. Статистических различий между среднегодовыми значениями не наблюдается ($p_t = 0,110–0,495$; $p_F = 0,106–0,945$). Различия средних в выборках одних и тех же сезонов отдельных лет являются статистически не значимыми для: зимы и осени ($p_t = 0,179–0,890$; $p_F = 0,081–0,998$), частично значимыми для весны ($p_t = 0,011–0,024$; $p_F = 0,304–0,817$ для пар 2015–2016 и 2016–2017 гг.; $p_t = 0,261$; $p_F = 0,220$ для пары 2015–2017 гг.) и лета ($p_t = 0,040$; $p_F = 0,805$ для пары 2016–2017 гг.; $p_t = 0,514–0,815$; $p_F = 0,094–0,137$ для пар 2015–2017 и 2015–2016 гг.). Относительное число обращений в холодное время было в 1,2 раза выше, чем в теплое, при этом статистически значимые различия выборочных средних наблюдаются при статистически одинаковых дисперсиях ($p_t = 0,002$; $p_F = 0,137$). В связи со статистически значимым отличием среднего выборки весны 2016 г. (см. табл. 3), выстраивание ряда сезонов и оценка различий средних осуществлены после объединения

данных 2015 и 2017 гг. Наибольшее количество обращений приходится на зимние и весенние месяцы, наименьшее – на летние: весна > зима > осень > лето ($0,288 > 0,274 > 0,246 > 0,212$ %). Значимое отличие средних обнаружено в двух из шести пар выборок: весна – лето ($p_t = 0,001$; $p_F = 0,408$), зима – лето ($p_t = 0,018$; $p_F = 0,797$), для остальных пар – различия незначимы ($p_t = 0,128–0,467$; $p_F = 0,078–0,450$). Отдельно проведен анализ для 2016 г.: зима > осень > весна > лето ($0,265 > 0,243 > 0,233 > 0,192$ %); весна – лето ($p_t = 0,019$; $p_F = 0,910$), зима – лето ($p_t = 0,027$; $p_F = 0,284$), для остальных пар – различия незначимы ($p_t = 0,066–0,659$; $p_F = 0,242–0,938$).

В сумме по четырем нозологическим формам БОД относительное Ч_вСМП зафиксировано в пределах от 1,76 % (июль 2015 г.) до 6,79 % (февраль 2015 г.), среднее арифметическое за весь период составило 3,89 %, медианное – 3,81 %. Среднегодовые значения статистически не различаются: ($p_t = 0,589–0,860$; $p_F = 0,729–0,864$). Различия средних в выборках одних и тех же сезонов отдельных лет также являются статистически не значимыми ($p_t = 0,093–0,984$; $p_F = 0,124–0,970$). Суммарное относительное число обращений за СМП в холодное время оказалось в 1,8 раза выше, чем в теплое, при этом статистически значимые различия средних наблюдаются при статистически одинаковых дисперсиях ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,121$). Соотношение среднесезонных значений определяется прежде всего вкладом Ч_вСМП по поводу ОИВДП, составляющего 72 % от общего числа рассмотренных вызовов. Для БОД₄ точно так же, как и для ОИВДП, выглядит ряд сезонов: зима > весна > осень > лето с соответствующими отличиями выборочных средних: лето – осень ($p_t \ll 0,001$; $p_F = 0,340$), зима – лето ($p_t \ll 0,001$; $p_F < 0,001$), весна – лето ($p_t \ll 0,001$; $p_F < 0,004$), зима – осень ($p_t = 0,004$; $p_F = 0,004$), зима – весна ($p_t = 0,020$; $p_F = 0,380$), весна – осень ($p_t = 0,380$; $p_F = 0,035$).

Вызовы скорой медицинской помощи и погодные факторы

В среднесрочном периоде 2015–2017 гг. установлена статистически значимая отрицательная корреляция между среднемесячной температурой воздуха и Ч_вСМП по поводу всех изученных заболеваний (табл. 4). Наиболее сильная корреляция отмечена для БОД₄ (четыре нозологических формы) и ОИВДП, наименьшая – для астмы. Частота обращений также связана с перепадами атмосферного давления, скоростью ветра всех направлений (положительная корреляция) и количеством атмосферных осадков (отрицательная корреляция).

В рассматриваемом трехлетнем периоде выделено 22 холодных месяца (средние температуры воздуха $\leq +5^\circ\text{C}$) и 14 теплых ($> +9,2^\circ\text{C}$). Для этих двух групп наблюдаются как сходства, так и различия (см. табл. 4). Так, и в том и в другом случае общее число статистически значимых коэффициентов корреляции по сравнению с общей выборкой уменьшается. Наиболее сильная отрицательная корреляция Ч_вСМП (острый бронхит, ОИВДП) с температурой воздуха

Таблица 4

Статистически значимые коэффициенты линейной корреляции между средними месячными значениями показателей погоды и числом вызовов скорой медицинской помощи по поводу БОД за 2015–2017 гг.

Показатель	J06	J12	J20	J45	БОД ₄
2015–2017 гг., $p = 0,000–0,039$					
Температура атмосферного воздуха	–0,813	–0,575*	–0,591	–0,495	–0,822
Суточные амплитуды колебания температуры	–0,430		–0,347		–0,413
Перепады давления межсуточные	0,699	0,519*	0,460	0,542	0,721
Перепады давления в течение суток	0,665	0,540*	0,436	0,543	0,695
Относительная влажность воздуха	0,345				
Скорость ветра всех направлений	0,598	0,548*	0,516	0,417	0,648
Количество атмосферных осадков [lg]	–0,402	–0,432*	–0,417	–0,527	–0,453
2015–2017 гг., холодные месяцы, $p = 0,008–0,026$					
Температура атмосферного воздуха	–0,491				–0,481
Перепады давления межсуточные				0,550	0,472
Перепады давления в течение суток				0,506	
Общая облачность				–0,538	
2015–2017 гг., теплые месяцы, $p = 0,000–0,043$					
Температура атмосферного воздуха	–0,738		–0,901		–0,835
Давление на уровне моря	0,673				0,658
Перепады давления межсуточные	0,658		0,558		0,622
Перепады давления в течение суток	0,547				
Облачность нижнего яруса		–0,546		–0,665	
Количество атмосферных осадков				–0,588	
2015–2017 гг., зима, $p = 0,033–0,035$					
Относительная влажность воздуха		–0,702			–0,709
2015–2017 гг., весна, $p = 0,003–0,008$					
Перепады давления межсуточные				(0,810)	
Перепады давления в течение суток				(0,835)	
Облачность нижнего яруса	(0,856)				(0,866)
2015–2017 гг., лето, $p = 0,000–0,044$					
Температура атмосферного воздуха			–0,696		
Перепады давления межсуточные	0,788				0,807
Относительная влажность воздуха			–0,681		–0,799
Скорость ветра всех направлений	0,788		0,722		0,957
2015–2017 гг., осень, $p = 0,013–0,023$					
Перепады давления в течение суток					0,737
ПсзНВ					0,781

Примечания: 1. * – для значений показателей чвСМП выбран логнормальный закон распределения. 2. В таблицу не включены статистически незначимые ($p > 0,05$) коэффициенты корреляции. 3. В круглых скобках указаны коэффициенты, полученные с использованием выборок со статистически различными средними (см. табл. 1, 2). Количество переменных в выборках см. в табл. 1.

отмечена для теплого времени. В этот же период чвСМП по поводу тех же заболеваний и БОД₄ положительно коррелирует с перепадами давления, прежде всего межсуточными. Частота обращений по поводу астмы отрицательно коррелировала с количеством облачности нижнего яруса и количеством выпадающих осадков. Для холодного времени положительные корреляционные связи установлены между чвСМП по поводу астмы и перепадами давления, отрицательные – с количеством облачности.

Анализ групп сезонных выборок выявил наибольшее количество статистических связей между чвСМП по поводу БОД и погодными факторами в выборке летних месяцев. Так, выявлена статистически значимая корреляция чвСМП по поводу: ОИВДП (положительная: с межсуточными перепадами давления – $p = 0,012$ и скоростью ветра – $p = 0,014$), острого бронхита (положительная: со скоростью ветра – $p =$

0,028; отрицательная: с температурой воздуха – $p = 0,037$ и относительной влажностью – $p = 0,044$), БОД₄ (положительная: со скоростью ветра – $p < 0,001$ и межсуточными перепадами давления – $p = 0,009$; отрицательная: с относительной влажностью – $p = 0,010$). Статистически значимая корреляция обуславливалась показателями групп одних и тех же летних месяцев разных лет. Так, межсуточные перепады давления и средняя скорость ветра были максимальными в июне (4,0–4,8 гПа и 2,9–3,0 м/с соответственно), минимальными в июле (3,1–3,3 гПа и 2,2–2,4 м/с) и промежуточными – в августе (4,0–4,4 гПа и 2,5–2,6 м/с), температура и влажность воздуха, наоборот, в июне были минимальными (+11,7–14,2 °С и 65–68,5 % соответственно), а в июле и августе – максимальными (+14,3–18,4 °С и 70,8–82,4 %). В этих условиях относительно повышенное чвСМП чаще приходилось на июнь, а

наименьшее — на июль (ОИВДП — 1,58–1,89 и 1,14–1,58 % соответственно, БОД₄ — 2,45–2,57 и 1,76–2,08 %, *острый бронхит* — 0,171–0,332 и 0,140–0,186 % при чвСМП по поводу последнего в августе 0,128–0,208 %).

В выборке осенних месяцев чвСМП по поводу БОД₄ (3,48–4,69 %) прямо коррелировало с перепадами давления (в течение суток) (5,0–7,5 гПа) и ПсзНВ (4,17–12,5 %).

В зимнее время в каждом из трех проанализированных лет декабрь характеризовался более высокой относительной влажностью (90,5–91,6 %) по сравнению с январем (85–88,3 %) и февралем (84,1–85,3 %), однако чвСМП по поводу вирусной пневмонии и БОД₄ в декабре оказалось меньше (средние значения 0,432 и 4,39 % соответственно), чем в январе (0,738 и 5,62 %) и феврале (0,958 и 6,07 %), что обусловило отрицательную корреляцию между параметром погоды и чвСМП.

Сильная прямая корреляционная связь чвСМП по поводу астмы с перепадами давления (межсуточное и в течение суток) в выборке весенних месяцев вызвана межгодовыми изменениями сезонных показателей (давление; чвСМП): 2016 г. (2,7–4,3 балла; 0,221–0,246 %), 2015 г. (4,7–8,3 балла; 0,273–0,332 %), 2017 г. (5,5–8,2 балла; 0,266–0,287 %). Также в этой выборке выявлена значимая положительная корреляция между чвСМП по поводу ОИВДП, а также БОД₄ и количеством облачности нижнего яруса, обусловленная статистически значимым ростом как числа вызовов в 2017 г. (3,20–4,63 % и 4,16–5,90 % соответственно) по сравнению данными за 2015–2016 гг. (1,87–3,0 % и 3,21–4,29 %), так и количеством облачности (3,41–4,33 в 2017 г. против 2,0–3,09 % в 2015–2016 гг.).

В исследованном периоде 2015–2017 гг. статистически значимо снизилось среднегодовое чвСМП по поводу *вирусной пневмонии*. Данное трехлетнее снижение сформировалось в результате аналогичного снижения чвСМП, наблюдаемого по выборкам весенних, летних и осенних сезонов разных лет (см. табл. 3). Различие средних из выборок отдельных лет явилось основанием для проведения линейного корреляционного анализа по каждому отдельному году. Расчеты показали усиление корреляционной связи в случае выборки нормально распределенных значений чвСМП 2017 г. (с температурой: $r = -0,856$; $p << 0,001$; перепадами давления: $r = 0,716-0,732$; $p = 0,003-0,002$; скоростью ветра: $r = 0,751$; $p = 0,001$; атмосферными осадками (lg): $r = -0,639$; $p = 0,013$). По выборкам 2015 и 2016 гг., для которых имеют место заметные увеличения обращаемости по поводу вирусной пневмонии (например, в феврале до 1,28 и 1,20 % соответственно), статистически значимая корреляция слабее (статистически незначимые коэффициенты не приводятся) — 2015 г. (с температурой: $r = -0,683$; $p = 0,006$; перепадами давления: $r = 0,676-0,713$; $p = 0,006-0,003$; скоростью ветра: $r = 0,736$; $p = 0,002$), 2016 г. (с температурой: $r = -0,655$; $p = 0,010$).

Обсуждение результатов

Применение комплекса статистических методов (проверка нормальности распределения случайных выборочных данных, попарная проверка значимости различий выборочных средних, линейный корреляционный анализ) при исследовании трехлетнего периода 2015–2017 гг. позволяет показать зависимость чвСМП по поводу ОИВДП от сезонных факторов (температура воздуха, атмосферное давление, скорость ветра). Меньшая зависимость для других БОД является следствием внутрисезонных (между отдельными месяцами той или иной сезонной группы) и межгодовых (между одними и теми же сезонами разных лет) различий (*вирусная пневмония*). Так, сравнение средних с использованием критерия Стьюдента показывает, что для уверенного снижения числа обращений по поводу *острого бронхита* благоприятными являются только летние месяцы. Для сокращения обострений *астмы* и *вирусной пневмонии* летний сезон благоприятен по сравнению с зимним и весенним сезонами, в то время как для пары лето — осень различия средних оказываются незначимыми. И наконец, отмечается статистически значимое снижение (межгодовое различие) в 2,4 раза чвСМП по поводу *вирусной пневмонии* с 2015 по 2017 г., что отличает это заболевание в доковидный период от других БОД. Причины снижения должны быть изучены дополнительно, в том числе с позиций масштабов и эффективности вакцинирования населения против гриппа.

Группы холодных и теплых месяцев обнаруживают уменьшение влияния температурного фактора на чвСМП по всем БОД, кроме *острого бронхита*, для которого в группе теплых месяцев отрицательная связь усиливается ($p << 0,001$ против $< 0,001$ для общей выборки). Последнее подтверждает наши представления о положительном влиянии теплой летней погоды на здоровье человека в условиях северного города. В обеих группах исчезает статистически значимая корреляция числа вызовов со скоростью ветра и количеством атмосферных осадков. Исключение составляют атмосферные осадки, выпадающие в теплое время и, как видно, способные влиять на снижение числа вызовов по поводу *астмы*. Одним из объяснений данного положительного влияния осадков является снижение запыленности города [13]. Впрочем, после дождя в воздухе может увеличиваться концентрация пылевых аллергенов, что может быть причиной обострений болезни [18].

Постоянно высокая влажность воздуха наряду с резкими перепадами температуры, превалированием отрицательных температур в течение года, частыми продолжительными туманами и т. д. отнесена к экзогенным факторам риска развития бронхолегочной патологии [5]. Тем не менее наши исследования показывают, что влажность воздуха не всегда проявляется как отрицательный фактор. Так, в зимнее время месяцы с наименьшей средней относительной влажностью выделяются большим чвСМП по поводу *вирусной пневмонии* и БОД₄. В исследованиях, про-

веденных в Окленде (Новая Зеландия) и Нью-Йорке, отмечена связь между холодной и/или сухой погодой и смертностью от гриппа и пневмонии [21, 22]. На примере Ольштына польскими исследователями показано [26], что частота госпитализаций по поводу астмы имеет статистически значимую ($p = 0,002$) обратную корреляцию со средней относительной влажностью воздуха. Вместе с тем авторы приводят ссылки на источники, в которых показано влияние как высокой, так и низкой влажности воздуха (наряду с другими погодными факторами) на возникновение дисфункций дыхательной системы. Все эти результаты являются важными для суждений о влиянии влажности воздуха на здоровье человека и требуют дальнейшего изучения ее воздействия на здоровье человека, в том числе в составе комплекса факторов, применительно к каждой конкретной урбанизированной территории.

Патогенным оказывается большое количество облачности нижнего яруса в весеннее время, коррелирующее с увеличением чвСМП по поводу ОИВДП и БОД₄. При этом дискомфортное сочетание данного фактора погоды, высокой влажности и низких температур, показанное в [11], для исследованного периода в части их совместного отрицательного воздействия на дыхательную систему не находит подтверждения. В условиях пониженных значений перепадов давления атмосферы (межсуточные и в течение суток) весной 2016 г. также наблюдается и понижение чвСМП по поводу *астмы*. По данным [6], к основным факторам, вызывающим бронхиальную обструкцию, относится в том числе повышение атмосферного давления, однако в представленной обзорной работе имеется упоминание и о его снижении, приводящем к повышению внутрибрюшного и внутриплеврального давлений, указывается, что «многие исследователи склоняются к мысли, что неблагоприятные реакции вызывает комплекс погодных факторов».

В теплые летние месяцы снижение влажности примерно до 65–70 % статистически значимо сопровождаются увеличением чвСМП по поводу *острого бронхита* и БОД₄ в июне по сравнению с июлем и августом, когда относительная влажность воздуха достигает 75–82 %. Кроме того, летом благотворное влияние на уменьшение обращаемости за СМП оказывает ослабление ветра, снижение перепадов давления, а в случае *острого бронхита* также повышение среднемесячной температуры воздуха вплоть до комфортных +18,4 °С (июль 2016 г.).

Для осенних месяцев разброс чвСМП по поводу БОД₄ находится в прямой зависимости от перепадов давления атмосферы (в течение суток) и ПсЗНВ. В последнем случае можно предполагать связь ухудшения здоровья населения с увеличением воздействия загрязняющих веществ, отходящих от основных стационарных источников, расположенных в северо-западной части города. Значительное снижение общих выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Петрозаводска после проведения газификации и закрытия ряда производств уменьшило риск влияния данного фактора, несмотря на рост ПсЗНВ [15].

Выводы

Результаты исследований, проведенных с использованием метеорологических, медицинских данных и данных государственной статистики о населении по городу Петрозаводску, позволяют сделать следующие выводы:

- в наибольшей степени в трехлетнем ходе от сезонного фактора (сезонные изменения температуры воздуха, перепадов атмосферного давления, скорости ветра) зависит обращаемость за СМП по поводу ОИВДП и в целом БОД всех четырех изученных нозологических форм;

- примененный комплекс статистических методов позволил составить ряды сезонов в порядке уменьшению чвСМП по поводу БОД (знак \geq означает отсутствие статистической значимости различия выборочных средних соседних групп сезонов, $>$ – значимость на уровне $0,001 < p < 0,5$, $>>$ – значимость на уровне $p << 0,001$): зима $>$ весна \geq осень $>>$ лето (ОИВДП, БОД₄), зима \geq весна $>$ осень \geq лето (2016–2017 гг.), зима \geq весна \geq осень \geq лето (2015 г.) и 2015 $>$ 2016 $>$ 2017 гг. (вирусная пневмония), весна \geq зима \geq осень $>>$ лето (острый бронхит), весна \geq зима \geq осень \geq лето (2015, 2017) и зима \geq осень \geq весна $>$ лето (2016) (астма);

- для определения возможных причин трехлетнего снижения среднегодового чвСМП по поводу вирусной пневмонии требуется привлечение более широкого комплекса данных, в том числе по распространенности гриппа и эффективности вакцинации против него;

- объединение выборок, сформированных после проверки статистической значимости различий выборочных средних из данных одних и тех же сезонов разных лет, позволяет сглаживать сезонный фактор, обнаруживая влияние на чвСМП по поводу разных БОД несезонных (апериодических) факторов;

- для каждого времени года в трехлетнем периоде прослеживается тот или иной фактор погоды или сочетание факторов, изменение которых в среднем может увеличивать риск вынужденных обращений за СМП по поводу БОД (в скобках): зимой – внутрисезонное снижение среднемесячной влажности воздуха (вирусная пневмония); весной – межгодовое увеличение среднесезонных перепадов давления (астма) и облачности нижнего яруса (ОИВДП, БОД₄); летом – внутрисезонное увеличение перепадов давления атмосферы (межсуточные) и скорости ветра (ОИВДП, БОД₄), внутрисезонное увеличение скорости ветра, понижение температуры и влажности (острый бронхит); осенью – внутрисезонное увеличение повторяемости северо-западного направления ветра (возможный перенос загрязняющих веществ от основных стационарных источников на город) и перепадов давления (в течение суток) (БОД₄);

- полученные результаты рекомендуется учитывать при организации скорой медицинской помощи в пределах города.

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 ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи» г. Петрозаводска.

Авторство

Рыбаков Д. С. подготовил начальный вариант статьи, работал над ее улучшением, провел статистические расчеты, подготовил таблицы, 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 / References

1. Акимов В. А., Дурнев Р. А., Соколов Ю. И. Защита населения и территорий Российской Федерации в условиях изменения климата. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2016. 388 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26013124> (дата обращения: 15.02.2021)

Akimov V. A., Durnev R. A., Sokolov Yu. I. *Protection of the population and territories of the Russian Federation in the face of climate change*. Moscow, FGBU VNII GOChS (FTs), 2016, 388 p. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26013124> (accessed: 15.02.2021) [In Russian]

2. Бериев О. Г., Тезиев Т. М., Савхалова С. Ч. Изучение влияния некоторых метеопказателей на здоровье населения города Владикавказ / Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3–5 октября 2019 г.) / под общей редакцией С. А. Куролапа, Л. М. Акимова, В. А. Дмитриевой. Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия». 2019. Т. 2. С. 317–319. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41390617> (дата обращения: 15.02.2021).

Beriev O. G., Teziev T. M., Savkhalova S. Ch. Study of the influence of some meteorological indicators on the health of the population of the city of Vladikavkaz. *Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye efekty, modeli, prognozy: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (g. Voronezh, 3–5 oktyabrya 2019 g.)*. T. 2. Ed. S. A. Kurolap, L. M. Akimov, V. A. Dmitrieva. Voronezh, Tsifrovaya poligrafiya Publ., 2019, pp. 317-319. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41390617> (accessed: 15.02.2021) [In Russian]

3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2017 году / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия. Петрозаводск, 2018. 292 с.

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. Григорьева Е. А. Смертность населения при экстремальных температурах: методика прогноза и результаты

оценки // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 11. С. 1279–1284. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1279-1284

Grigorieva E. A. Human health in extreme temperatures: forecast and results of the assessment. *Gigiena i sanitariya*. 2019, 98 (11), pp. 1279-1284. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1279-1284 [In Russian]

5. Доршакова Н. В. Регион Республики Карелия как территория повышенного риска заболеваемости населения болезнями органов дыхания: автореф. дис. ...докт. мед. наук. Архангельск, 1997. 37 с.

Dorshakova N. V. *Region of the Republic of Karelia as a territory of increased risk of morbidity of the population with respiratory diseases*. Avtoref. Dokt. Diss. Arkhangel'sk, 1997, 37 p. [In Russian]

6. Доценко Э. А., Крестьянинова Т. Ю., Боброва Е. П. Влияние погодно-климатических условий на течение бронхиальной астмы (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. 2004. № 2. С. 41–48. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29438994> (дата обращения: 15.02.2021).

Dotsenko E. A., Krestyaninova T. Yu., Bobrova E. P. Influence of weather-climatic conditions on bronchial asthma course (literature review). *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of Health and Ecology]. 2004, 2, pp. 41-48. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29438994> (accessed: 15.02.2021) [In Russian]

7. Жорина Ю. В., Абрамовских О. С., Игнатова Г. Л. Особенности сенсibilизации у взрослых с ремиссией атопической бронхиальной астмы // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 126–135. DOI: 10.17513/spno.29650

Zhorina Yu. V., Abramovskikh O. S., Ignatova G. L. Sensitization features in adults with remission of atopic bronchial asthma. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2020, 2, pp. 126-135. DOI: 10.17513/spno.29650 [In Russian]

8. Зенченко Т. А., Бреус Т. К. Влияние климата и погоды на самочувствие и здоровье людей. Современные представления // Геосферные исследования. 2020. № 3. С. 80–96. DOI: 10.17223/25421379/16/7

Zenchenko T. A., Breus T. K. Potential impacts of weather and climate slow variations on human health and wellness. Current perspectives. *Geosfernye issledovaniya* [Geosphere Research]. 2020, 3, pp. 80-96. DOI: 10.17223/25421379/16/7 [In Russian]

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

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

10. Котельников С. Н. Основные механизмы взаимодействия озона с живыми системами и особенности проблемы приземного озона для России // Труды ИОФАН. 2015. Т. 71. С. 10–41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30562488> (дата обращения: 19.02.2021).

Kotelnikov S. N. The basic mechanisms of interaction of ozone with live systems and features of a problem of ground ozone for Russia. *Trudy IOFAN* [Transactions of PGPI]. 2015, 71, pp. 10-41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30562488> (дата обращения: 19.02.2021) [In Russian]

11. 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).

Nazarova L. E. 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) [In Russian]

12. *Плохинский Н. А.* Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 364 с.

Plokhinsky N. A. *Biometrics*. Moscow, Mosk. Univer. Publ., 1970. 364 p. [In Russian]

13. *Рыбаков Д. С.* Современные тенденции в загрязнении атмосферного воздуха и продолжительности жизни в Республике Карелия // Труды КарНЦ РАН. 2019. № 11. С. 21–41. DOI: 10.17076/eco876

Rybakov D. S. Current trends in air pollution and life expectancy in the Republic of Karelia. *Trudy KarNTs RAN* [Transactions of KarRC RAS]. 2019, 11, pp. 21-41. DOI: 10.17076/eco876 [In Russian]

14. *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

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. DOI: 10.15393/j1.art.2014.3361 [In Russian]

15. *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. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-5-21-30

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. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-5-21-30 [In Russian]

16. *Соколов С. В.* Уровень климатической комфортности территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и оценка качества жизни населения по индексу здоровья // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 11. С. 17–22. DOI: 10.17513/mjpf.13141

Sokolov S. V. The level of climatic comfort of the territory of the Khanty-Mansi Autonomous Area - Ugra and the assessment of the quality of life of the population according to the health index. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research]. 2020, 11, pp. 17-22. DOI: 10.17513/mjpf.13141 [In Russian]

17. 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).

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

18. *Шамгунова Б. А., Заклякова Л. В.* Аэропаллинологические аспекты поллинозов // Астраханский медицинский журнал. 2010. Т. 5, № 1. С. 27–35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13085275> (дата обращения: 23.05.2021).

Shamgunova B. A., Zaklyakova L. V. Aeropallynologic aspects of pollinosis. *Astrakhanskii meditsinskii zhurnal* [Astrakhan Medical Journal]. 2010, 5 (11), pp. 27-35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13085275> (accessed: 23.05.2021) [In Russian]

19. Burke T. A., Cascio W. E., Costa D. L., Deener K., Fontaine T. D., Fulk F. A., Jackson L. E. Munns W. R., Orme-Zavaleta J., Slimak M. W., Zartarian V. G. Rethinking Environmental Protection: Meeting the Challenges of a Changing World. *Environ. Health Perspect.* 2017, 125 (3), pp. 43-49. DOI: 10.1289/EHP1465

20. 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

21. Davis R. E., Dougherty E., McArthur C., Huang Q. S., Baker M. G. Cold, dry air is associated with influenza and pneumonia mortality in Auckland, New Zealand. *Infl. and Other Resp. Vir.* 2016, 10 (4), pp. 310-313. DOI: 10.1111/irv.12369

22. Davis R. E., Rossier C. E., Enfield K. B. The impact of weather on influenza and pneumonia mortality in New York city, 1975–2002: a retrospective study. *PLoS ONE.* 2012, 7 (3), e34091. DOI: 10.1371/journal.pone.0034091

23. Jo E.-J., Lee W.-S., Jo H.-Y., Kim C.-H., Eom J.-S., Mok J.-H., Kim M.-H., Lee K., Kim K.-U., Lee M.-K., Park H.-K. Effects of particulate matter on respiratory disease and the impact of meteorological factors in Busan, Korea. *Respiratory Medicine.* 2017, 124, pp. 79-87. DOI: 10.1016/j.rmed.2017.02.010

24. Lee C. H., Won Y. K., Roh E.-J., Suh D. I., Chug E. H. A nationwide study of children and adolescents with pneumonia who visited Emergency Department in South Korea in 2012. *Korean J. Pediatr.* 2016, 59 (3), pp. 132-138. DOI: 10.3345/kjp.2016.59.3.132

25. Lee M., Ohde S., Urayama K. Y., Takahashi O., Fukui T. Weather and Health Symptoms. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2018, 15 (8), p. 1670. DOI: 10.3390/ijerph15081670

26. Romaszko-Wojtowicz, A., Cymes I., Dragańska E., Doboszyńska A., Romaszko J., Glińska-Lewczuk K. Relationship between biometeorological factors and the number of hospitalizations due to asthma. *Sci. Rep.* 2020, 10 (1), 9593. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66746-8>

27. Satia I., Cusack R., Greene J. M., O'Byrne P. M., Killian K J., Johnston N. Prevalence and contribution of respiratory viruses in the community to rates of emergency department visits and hospitalizations with respiratory tract infections, chronic obstructive pulmonary disease and asthma. *PLoS ONE.* 2020, 15 (2), e0228544. DOI: 10.1371/journal.pone.0228544

28. Wang W. Progress in the impact of polluted meteorological conditions on the incidence of asthma. *J. Thorac.* 2016, 8, e57-e61. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.12.64

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