

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco690295>

EDN: RKZLGY



Оценка патогенности погодно-климатических условий Камчатского края

А.Р. Погорелов

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Климат — важнейший фактор в формировании среды обитания и здоровья человека. С учётом значимости климата на макро- и мезоуровнях особую востребованность приобретает региональный уровень исследований погодно-климатических условий для медицинских целей. Выбор в этом направлении Камчатского края обусловлен недостатком представлений о региональных медико-климатических условиях и потребностью в охране здоровья населения.

Цель. Региональная оценка патогенности погодно-климатических условий Камчатского края.

Методы. Исследование основано на метеоданных за 2010–2024 гг. по метеостанциям, охватившим все климатические подобласти и административные районы субъекта. Оценка строилась на расчёте комплексного биоклиматического индекса (индекса патогенности погоды) с построением рядов динамики среднегодовых показателей и годового хода. Для оценки пространственного распределения индекса разработана серия карт. Дополнительно реализован корреляционный анализ между показателями индекса и общей заболеваемостью населения.

Результаты. Определено практически однородное варьирование среднегодовых показателей индекса по территориям Камчатки. Это отражает устойчивость погодно-климатических условий, сезонных и территориальных различий их патогенности. Нарастание патогенности происходит по основному направлению от юго-восточных, центральных к северным районам. В тёплый период большую выраженность имеют различия между континентальными и прибрежными территориями, когда в первых из них индекс достигает наилучших (оптимальных) значений в крае. В холодный период, особенно в январе, в регионе повсеместно наблюдается острая патогенность. Наибольшее число корреляционных связей установлено между показателями заболеваемости и индекса за холодный период года (сильная связь — болезни органов дыхания).

Заключение. Для Камчатского края впервые проведена оценка патогенности погодно-климатических условий. Выявлена её относительно стабильная пространственно-временная дифференциация. Выделены наиболее пригодные и непригодные территории для реализации мероприятий медицинской, санаторно-курортной, туристско-рекреационной деятельности. К числу первых отнесены центральные внутриматериковые территории, вторых — остров Беринга и юго-западное побережье Камчатки.

Ключевые слова: медицинская климатология; биоклимат; дискомфортность климата; индекс патогенности погоды; климатические факторы; здоровье населения; заболеваемость населения; Камчатка.

Как цитировать:

Погорелов А.Р. Оценка патогенности погодно-климатических условий Камчатского края // Экология человека. 2025. Т. 32, № 9. С. 628–639.

DOI: 10.17816/humeco690295 EDN: RKZLGY

Assessment of the Pathogenicity of Weather and Climatic Conditions in the Kamchatka Territory

Artur R. Pogorelov

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Climate is one of the most important factors shaping human habitat and health. Given the significance of climate at the macro- and meso-levels, regional-level studies of weather and climatic conditions for medical purposes are particularly relevant. The choice of the Kamchatka Territory for this research is explained by the insufficient knowledge of regional medical and climatic conditions and the need to protect public health.

AIM: This study aimed to provide a regional assessment of the pathogenicity of weather and climatic conditions in the Kamchatka Territory.

METHODS: The study was based on meteorological data from 2010–2024 collected from meteorological stations covering all climatic subregions and administrative districts of the territory. The assessment was carried out using a composite bioclimatic index (weather pathogenicity index), with the construction of time series for mean annual values and annual cycles. To evaluate the spatial distribution of the index, a series of maps was developed. In addition, correlation analysis was performed between index values and overall population morbidity.

RESULTS: Almost homogeneous variation of mean annual index values was identified across the territories of Kamchatka. This reflects the stability of weather and climatic conditions, as well as seasonal and territorial differences in their pathogenicity. Increasing pathogenicity was observed along the main gradient from southeastern and central to northern areas. In the warm season, differences between continental and coastal areas were more pronounced, with the former showing the most favorable (optimal) values of the index across the territory. In the cold season, especially in January, acute pathogenicity was observed throughout the region. The greatest number of correlations was established between morbidity rates and index values during the cold season (with a strong association for respiratory diseases).

CONCLUSION: This study provides the first assessment of the pathogenicity of weather and climatic conditions in the Kamchatka Territory. A relatively stable spatiotemporal differentiation of pathogenicity was identified. The most suitable and unsuitable areas were determined for implementing medical, sanatorium–resort, and tourism–recreational activities. The most favorable areas were central inland territories, whereas the least suitable were Bering Island and the southwestern coast of Kamchatka.

Keywords: medical climatology; bioclimate; climate discomfort; weather pathogenicity index; climatic factors; public health; population morbidity; Kamchatka.

To cite this article:

Pogorelov AR. Assessment of the Pathogenicity of Weather and Climatic Conditions in the Kamchatka Territory. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(9):628–639. DOI: 10.17816/humeco690295 EDN: RKZLGY

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco690295>

EDN: RKZLGY

Kamchatka Territory气候条件致病性评估

Artur R. Pogorelov

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

摘要

论证: 气候是人类生存环境与健康形成的关键因素。鉴于气候在宏观和中观层面的重要性，对天气 - 气候条件进行区域性医学研究具有特别的医学意义。选择Kamchatka Territory作为研究对象，是由于对该地区医学 - 气候条件的认识不足，以及保障居民健康的需求。

目的: 区域性评估Kamchatka Territory天气 - 气候条件的致病性。

方法: 研究基于2010 - 2024年间气象台站数据，覆盖该地区所有气候亚区和行政区。通过计算综合生物气候指数（天气致病性指数），建立年均值动态序列和年度变化曲线。为评估指数的空间分布，绘制了一系列地图。此外，还进行了指数指标与居民总发病率之间的相关性分析。

结果: 研究表明，Kamchatka Territory各地年均指数值的变化几乎一致。这反映了天气 - 气候条件的稳定性，以及其致病性在季节和地域上的差异。致病性总体呈现由东南部和中部向北部递增的趋势。在暖季，大陆性地区与沿海地区的差异更为明显，其中大陆性地区的指数达到全区最优（最佳）水平。在寒季，尤其是1月，全区普遍表现为急性致病性。相关性分析显示，发病率与寒季指数之间建立了最多的相关联系（其中呼吸系统疾病的相关性最强）。

结论: 本研究首次对Kamchatka Territory天气 - 气候条件的致病性进行了评估。结果揭示了其相对稳定的时空分化格局。划分出了最适宜与最不适宜开展医疗、疗养、旅游与康养活动的区域。前者为中部大陆性地区，后者包括白令岛和Kamchatka Territory西南沿海地区。

关键词: 医学气候学；生物气候；气候不适宜性；天气致病性指数；气候因素；居民健康；居民发病率；Kamchatka。

引用本文:

Pogorelov AR. Kamchatka Territory气候条件致病性评估. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(9):628–639. DOI: 10.17816/humeco690295
EDN: RKZLGY

收到: 11.09.2025

接受: 19.09.2025

发布日期: 27.09.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Климатический фактор занимает важное место в формировании окружающей среды обитания и условий жизни человека. Климат на макро- и мезоуровнях рассматривается как общий энергетический фон формирования здоровья и предпосылка проявления патологических состояний среди населения [1, 2]. Именно поэтому в научно-практическом отношении особую актуальность и востребованность составляют оценочные исследования погодно-климатических условий для медицинских и медико-географических целей, реализованные на региональном уровне [3–5]. Результаты подобных исследований раскрывают региональные особенности потенциальной значимости погодно-климатических условий для населения, его здоровья и реализации различных видов жизнедеятельности. Важным аспектом также является получение информации о внутрирегиональных (территориальных) различиях, актуальной для проведения исследований более локального характера, регионального стратегирования и реализации мероприятий по адаптации к климатическим (биоклиматическим) рискам. Такие действия особенно важны в крупных северных регионах с дифференцированными и часто дискомфортными климатическими условиями [6, 7], к числу которых относится Камчатский край.

Камчатский край — один из наиболее отдалённых восточных регионов страны, территория которого полностью относится к районам Крайнего Севера и характеризуется весьма сложными условиями природно-климатической среды. Неоднократно указывалось, что климат оказывает сильное влияние на формирование здоровья населения Камчатки [8–10]. В условиях данного региона в связи с климатическими факторами выявлены риски распространения болезней органов дыхания [11] и более высокой заболеваемости внебольничными пневмониями в различные месяцы года [12]. Также на основе медико-социологических оценок местными жителями отмечается достаточно сильная зависимость между собственным здоровьем и погодно-климатическими условиями проживания [13]. Сказанное подтверждает необходимость и актуальность изучения проблемы погодно-климатических условий Камчатского края относительно здоровья населения на основании данных специальных биоклиматических (медико-климатических) индексов. В этом направлении для интересующего региона выполнен ряд работ локального характера, ограничивающихся только пределами краевой столицы — Петропавловска-Камчатского [14–18]. Лишь отдельные макрорегиональные исследования позволили осветить некоторые показатели биоклимата Камчатского края на общем фоне Дальнего Востока [19–21], два из которых посвящены проблеме влияния климатических условий на респираторную систему человека. Именно поэтому медико-климатическое изучение Камчатского края на региональном уровне остаётся недостаточно разработанной и актуальной научной задачей.

К настоящему времени создано множество биоклиматических индексов, позволяющих проводить исследования для медицинских целей. Из них ограниченное число пригодно для реализации комплексных исследований различных свойств погодно-климатических условий какой-либо территории. К последним относится общий индекс патогенности погоды (ИПП) или метеорологической ситуации — эмпирический индекс, основанный на оценке нагрузки окружающей среды [22], который считается одним из лучших биоклиматических индексов для изучения теплового стресса [23] и информативным для комплексной оценки влияния погоды на здоровье [24]. Данный индекс, предложенный Г.Т. Латышевым и В.Г. Бокшей, позволяет оценить степень патогенного (раздражающего) действия комплекса погодно-климатических условий на человека, прежде всего определить риски отрицательной реакции для больных людей [25]. Общий ИПП пригоден для комплексных исследований биоклиматической комфортности территорий регионального уровня и выявления внутрирегиональных различий [26–28]. Направленность индекса на медицинский (клинический) аспект оценки погодно-климатических условий актуальна в контексте необходимости улучшения качества жизни и охраны здоровья населения Камчатского края, а также долгосрочных перспектив развития в регионе санаторно-курортного дела и лечебно-оздоровительного туризма¹.

Цель исследования. Региональная оценка патогенности погодно-климатических условий Камчатского края, основанная на данных общего ИПП за 2010–2024 гг.

МЕТОДЫ

Оценка патогенности погодно-климатических условий основывалась на суточных метеорологических данных по 12 основным (репрезентативным) метеостанциям Камчатского края (табл. 1), полученных на специализированных электронных ресурсах Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (meteo.ru) и справочного информационного портала «Погода и климат» (pogodaiklimat.ru). Отобранные метеоданные приводили к сопоставимому виду и сводили в тематическую базу данных, в которой производили дальнейшие расчёты. Временной охват данных составил многолетний период 2010–2024 гг., что соответствует фактическому современному климату. Представленные метеостанции характеризуются равномерной расположенностью по территории Камчатского края, охватывают все его климатические подобласти (согласно климатическому районированию

¹ Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2035 г. Приложение № 1 к Постановлению Правительства Камчатского края № 541-П от 30 октября 2023 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agvet.kamgov.ru/document/frontend-document/view-npa?id=35121> Дата обращения: 11.08.2025.

Таблица 1. Общая погодно-климатическая характеристика метеостанций Камчатского края**Table 1.** General weather and climate characteristics of meteorological stations in the Kamchatka Region

Метеостанция (индекс ВМО)	Населённый пункт (АР)	КР	h	Многолетние среднегодовые показатели погодно-климатических условий						
				t _m	t _{min}	t _{max}	RH	V	N	P
Петропавловск-Камчатский (32583)	Петропавловск-Камчатский городской округ	В	32	+3,5	-16,9	+26,7	71,1	3,8	1007,6	5,0
Сосновка (32547)	Сосновка (Елизовский район)	В	40	+2,1	-25,4	+29,0	77,4	1,6	1007,6	4,7
Большереецк (32562)	Усть-Большереецк (Усть-Большереецкий район)	З	30	+1,4	-28,5	+24,2	84,7	3,7	1007,8	6,8
Соболево (32477)	Соболево (Соболевский район)	З	25	+0,8	-33,2	+25,7	81,3	2,5	1008,1	5,3
Мильково (32496)	Мильково (Мильковский район)	Ц	168	-0,9	-40,5	+29,3	73,7	1,5	1008,6	4,6
Эссо (32363)	Эссо (Быстринский район)	СХ	481	-1,5	-33,6	+28,9	72,8	1,3	1009,3	6,0
Усть-Камчатск (32408)	Усть-Камчатск (Усть-Камчатский район)	В	19	+0,8	-32,6	+25,5	81,1	4,1	1008,1	5,1
Тигиль (32293)	Тигиль (Тигильский район)	З	16	-1,4	-37,2	+28,3	76,7	1,8	1008,2	4,3
Оссора (32246)	Оссора (Карагинский район)	В	7	-0,9	-35,3	+26,1	78,1	3,2	1010,0	4,9
Каменское (25745)	Каменское (Пенжинский район)	С	35	-4,8	-42,5	+28,2	74,1	3,5	1012,2	6,3
Тиличики (25950)	Тиличики (Олюторский район)	В	89	-1,0	-27,0	+23,1	74,1	4,1	1009,5	4,7
Остров Беринга (32618)	Никольское (Алеутский район)	В	16	+3,5	-12,2	+18,0	86,5	6,8	1007,2	7,9

Примечание. ВМО — Всемирная метеорологическая организация; АР — административный район; КР — климатическое районирование (климатическая подобласть); В — Восточная Приморская; З — Западная; Ц — Центральная-Камчатская межгорная депрессия; СХ — Срединный хребет; С — Северная; h — высота метеостанции над уровнем моря, м; t_m — среднегодовая температура, °C; t_{min} — температура абсолютного минимума, °C; t_{max} — температура абсолютного максимума, °C; RH — относительная влажность воздуха, %; V — скорость ветра, м/с; N — нижняя облачность, баллы; P — атмосферное давление, гПа.

по В.И. Кондратьеву [29]) и административные (муниципальные) районы. Это позволило комплексно описать общие и внутренние региональные особенности патогенности погодно-климатических условий.

Собственно оценка патогенности погодно-климатических условий Камчатского края строилась на расчёте комплексного биоклиматического индекса — общего ИПП или I [25], равного сумме частных индексов патогенности по основным метеорологическим факторам (параметрам) и основанного на общей формуле [30]:

$$I=0,02(18-t)^2+10^{(h-70/20)}+0,2v^2+0,06n^2+0,06(\Delta P)^2+0,3(\Delta t)^2,$$

где t — среднесуточная температура воздуха, °C; h — среднесуточная относительная влажность воздуха, %; v — среднесуточная скорость ветра, м/с; n — облачность (нижняя), баллы; ΔP — межсуточное изменение атмосферного давления, гПа; Δt — межсуточное изменение температуры воздуха, °C.

Интерпретация индекса зависит от его величины. Чем выше значение индекса, тем патогенность погоды хуже (сильнее). В работе принята следующая классификация индекса [31], которая позволила дать качественную характеристику и определить соответствующие условия (или тип) патогенности: 0,0–9,9 — оптимальные (комфортные); 10,0–16,0 — слабо раздражающие; 16,1–18,0 — умеренно раздражающие; 18,1–24,0 — сильно раздражающие;

более 24 — острые. Дополнительно к данной классификации введён тип экстремальной патогенности, определяемой как двойное умноженное от минимальной величины индекса острого типа — более 48. Это необходимо для установления чрезвычайно высоких (экстремальных) значений ИПП в условиях разнообразных погодно-климатических условий большого по площади территории и северного по положению Камчатского края.

Суточные данные стали основой для дальнейшего расчёта ИПП за каждый календарный месяц и в среднем за год. Многолетние месячные данные позволили построить для всех метеостанций (территорий) годовой ход ИПП. Для каждого сезона по средним календарным месяцам (зима — январь; весна — апрель; лето — июль; осень — октябрь) с помощью серии карт, подготовленных в геоинформационном программном пакете QGIS 3.34.8, получена пространственная визуализация распределения ИПП. Всё это в совокупности позволило описать общегодовые, сезонные и территориальные особенности патогенности погодно-климатических условий Камчатского края.

Дополнительно проведён статистический корреляционный анализ для установления корреляционных связей между показателями ИПП и общей заболеваемости населения (совокупно по всем классам и по отдельным — болезням органов дыхания, системы кровообращения). При их расчёте использовали коэффициент Спирмена

(доверительный интервал 0,95). Выбор классов болезней органов дыхания, системы кровообращения обусловлен климатической зависимостью ряда входящих в них нозоформ и установленными связями данных классов болезней с рядом биоклиматических индексов [2, 26, 32], а также их широким распространением, эпидемиологической и социальной значимостью для здоровья населения исследуемого региона [33]. Данные по заболеваемости населения за 2010–2024 гг. получены в Камчатском краевом медицинском информационно-аналитическом центре. Анализ необходим для общего выявления потенциальной значимости патогенности погоды в увеличении заболеваемости населения на региональном уровне и определения перспективности выбранного индекса для дальнейших исследований, связанных с оценкой влияния погодноклиматических условий на здоровье населения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Многолетняя общая динамика среднегодовых показателей ИПП различных территорий Камчатского края за 2010–2024 гг. (рис. 1) не претерпевала выраженных изменений. Большинство территорий из года в год, как правило, отличалось практически однородным варьированием среднегодовых показателей, отражая тем самым устойчивость сложившихся погодноклиматических условий и различий их патогенности. В то же время северные территории (Каменское, Тилички, Оссора, Тигиль) отличались более высокими значениями среднегодовых показателей индекса в начале исследуемого периода, в дальнейшем показавшими снижение на 10,7–22,1% от максимума. Несмотря на это, северные территории продолжают характеризоваться высокими значениями среднегодового ИПП в сравнении с другими районами полуострова. В регионе наблюдается общая

территориальная закономерность, выраженная в увеличении среднегодовых показателей индекса от юго-восточных и центральных (внутриматериковых) к северным территориям. Относительно худшие в региональном контексте Камчатского края значения среднегодовых показателей ИПП характерны для северных (Каменское, Оссора, Тилички), западных (Усть-Большерецк, Соболево) и некоторых восточных, в том числе островных (Усть-Камчатск, Никольское) территорий. Относительно лучшие — для юго-восточных прибрежных и внутриматериковых территорий (Петропавловск-Камчатский, Сосновка, Мильково, Эссо, Тигиль). Максимальные значения устойчиво с 2013 г. типичны для территории за пределами основной части региона — острова Беринга (Никольское). Минимальные значения актуальны для краевой столицы — Петропавловска-Камчатского.

Годовой ход ИПП показывает как общие особенности, так и различия исследуемого процесса в Камчатском крае (рис. 2). Общая особенность просматривается в правильном годовом ходе по причине закономерной смены сезонов — понижении и увеличении индекса в более тёплые и холодные периоды года соответственно. Различия связаны с неоднородностью величин и качественных характеристик индекса, отражающих различную степень патогенности погодноклиматических условий территорий. Данные различия более выражены для прибрежных и континентальных территорий (рис. 3), когда в первом случае наблюдаются относительно меньшие вариации значений, во втором — напротив, они более выражены и резки в разные сезоны. На прибрежных территориях патогенность погоды ни в одном месяце не достигает оптимального (комфортного) уровня. В тёплый период года здесь устанавливается слабо раздражающий тип патогенности с наибольшей длительностью в Петропавловске-Камчатском (с мая по сентябрь). В Оссоре

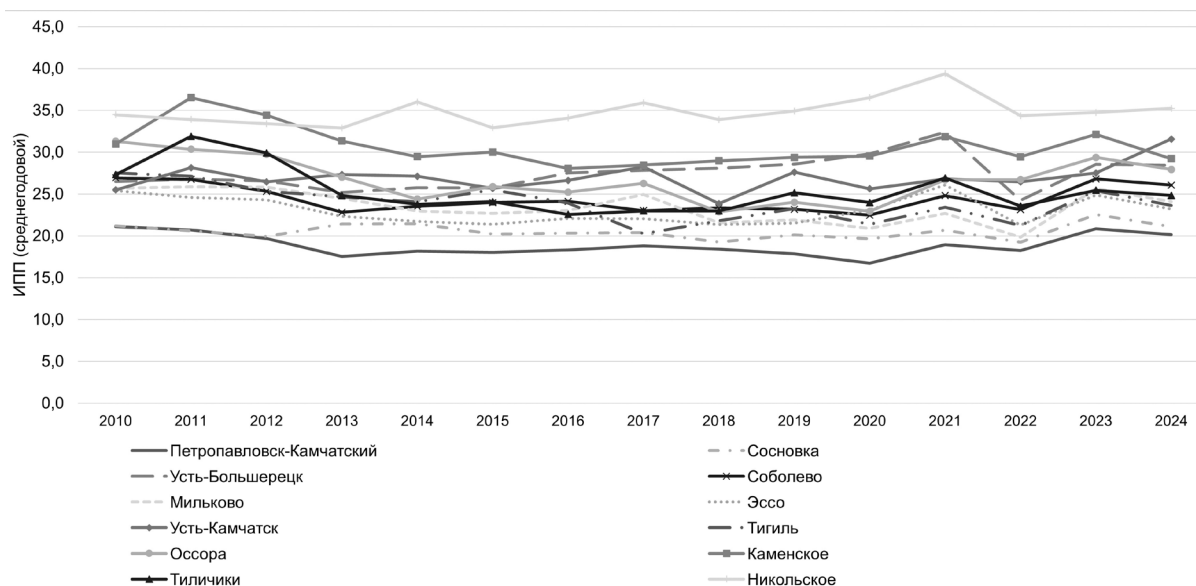


Рис. 1. Динамика среднегодового показателя индекса патогенности погоды (ИПП) в разрезе метеостанций Камчатского края в 2010–2024 гг.

Fig. 1. Temporal variation of the mean annual weather pathogenicity index (WPI) across meteorological stations of the Kamchatka Territory in 2010–2024.

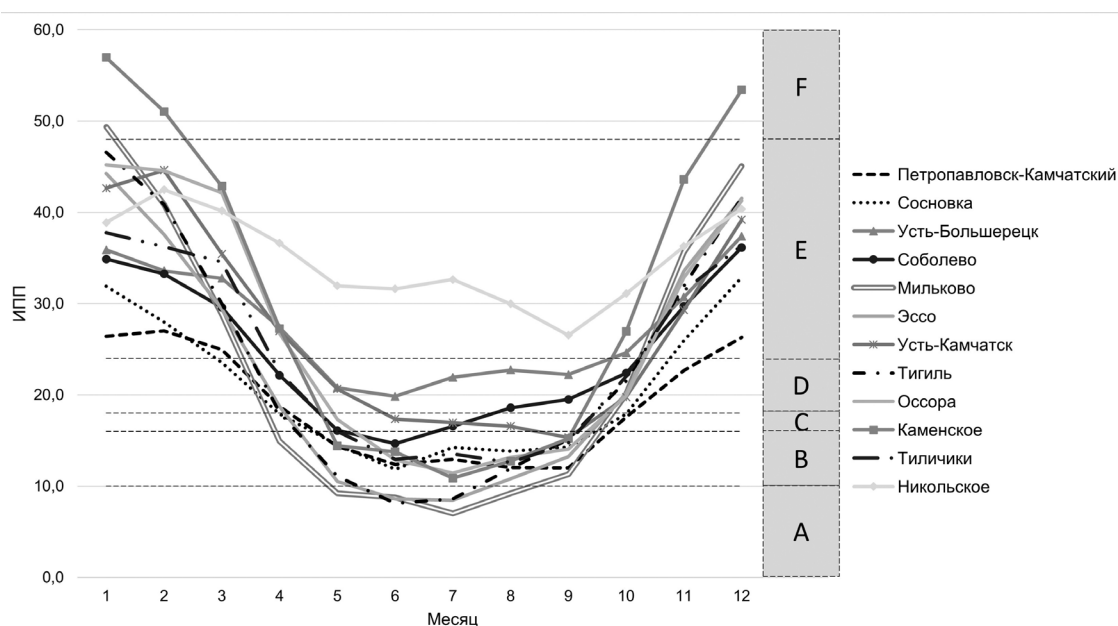


Рис. 2. Годовой ход индекса патогенности погоды (ИПП) в разрезе метеостанций Камчатского края в 2010–2024 гг. (тип патогенности: А — оптимальный; В — слабо раздражающий; С — умеренно раздражающий; D — сильно раздражающий; E — острый; F — экстремальный).
Fig. 2. Annual course of the weather pathogenicity index (WPI) across meteorological stations of the Kamchatka Territory in 2010–2024 (pathogenicity types: A, optimal; B, mildly irritating; C, moderately irritating; D, strongly irritating; E, acute; F, extreme).

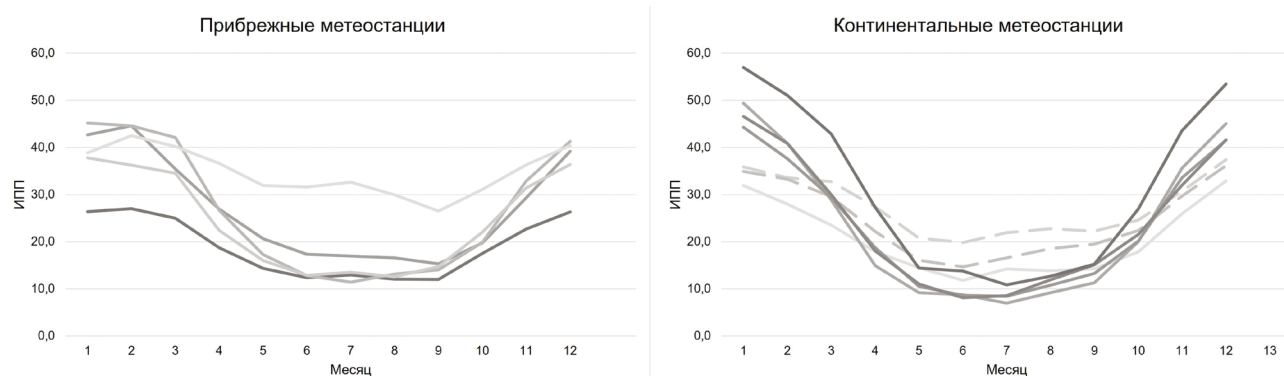


Рис. 3. Годовой ход индекса патогенности погоды (ИПП) в разрезе сгруппированных прибрежных и континентальных метеостанций Камчатского края в 2010–2024 гг.
Fig. 3. Annual course of the weather pathogenicity index (WPI) across grouped coastal and continental meteorological stations of the Kamchatka Territory in 2010–2024

и Тиличках такая патогенность погоды устанавливается с июня по сентябрь, в Усть-Камчатске — только в сентябре (пограничное значение — август; остальные месяцы лета — умеренно раздражающая погода). В холодное время года — всю календарную зиму, март и ноябрь (последний кроме Петропавловска-Камчатского) в прибрежных районах устанавливается острая патогенность погоды, которая в отдельных случаях длится дольше (в апреле — Усть-Камчатск, Оссора). Для межсезонья, как правило, характерна сильно раздражающая погода, на отдельных территориях — умеренно раздражающая (Петропавловск-Камчатский — октябрь, Оссора — май). Особым исключением не только для прибрежных, но и остальных территорий Камчатского края является остров Беринга, где круглогодично на протяжении всех месяцев наблюдается только острая патогенность погоды.

Несмотря на то что она не достигает экстремальных значений, отсутствие оптимальных, слабо или умеренно раздражающих типов патогенности погоды позволяет охарактеризовать островную территорию наихудшими погодно-климатическими условиями для здоровья населения.

Континентальные территории Камчатского края отличаются более выраженным годовым ходом индекса и соответственно разнообразными типами патогенности погодно-климатических условий. Исключением являются Усть-Большерецк и Соболево (выделены пунктирными линиями на рис. 3) со схожим годовым ходом прибрежных территорий, что связано, несмотря на их фактическое континентальное (неприбрежное) положение, близостью к морю (10–12 км). Оптимальный (комфортный) тип погоды устанавливается в Мильково (наибольшая длительность в регионе — с мая по август), Эссо и Тигиле

(в обоих случаях — июнь–июль; пограничное значение в мае и августе в Эссо). На остальных территориях, кроме Усть-Большерецка, наилучшим возможным типом погоды за год является слабо раздражающая патогенность, продолжительно наблюдаемая в Сосновке и Каменском (с мая по сентябрь). В юго-западной части региона в Соболево такой тип погоды достигается только в июне, в Усть-Большерецке — не достигается вовсе, в тёплый период года здесь наблюдается сильно раздражающая патогенность. Для всех континентальных территорий в холодное время года характерна острая патогенность погоды (повсеместно — ноябрь–февраль), нередко продолжающаяся до марта (кроме Сосновки). Наиболее длительный период острого типа погоды типичен для Усть-Большерецка и Каменского, в общей совокупности длится с октября по апрель. В отдельных континентальных районах ИПП достигает экстремальных значений — в январе (Милюково) и всю календарную зиму в декабре–феврале (Каменское). Несмотря на то что в Милюково январь отличается экстремальным значением индекса, в силу длительного и наиболее продолжительного в регионе установления оптимального (комфортного) типа данную территорию Центральной Камчатки можно отнести к наиболее благоприятным по погодно-климатическим условиям. С учётом пограничных значений ИПП в мае и августе, отсутствия экстремальных проявлений благоприятным по погодно-климатическим условиям также можно считать ещё одну территорию центральной части региона — Эссо. Длительный период года с экстремальными значениями индекса, отсутствие оптимального типа погоды в течение года позволяют отнести Каменское к территориям с фактически наиболее неблагоприятными для здоровья населения погодно-климатическими условиями, возможными в материковой части Камчатского края (Северной Кореи).

Камчатский край отличается территориальными различиями патогенности погодно-климатических условий в различные календарные сезоны года (рис. 4). В январе повсеместно на всей территории региона устанавливается острая патогенность погоды, которая может достигать экстремальных значений во внутриматериковых районах Центральной Камчатки (Милюково) и крайнего северо-запада (Каменское). В апреле продолжает наблюдаться острая патогенность погоды, но уже в меньшей части региона. В это время слабо раздражающие по патогенности погодно-климатические условия формируются в Центральной Камчатке (Милюково), умеренно раздражающий тип также наблюдается на отдельных континентальных территориях (Сосновка, Тигиль). В июле в большей части региона наблюдаются погодно-климатические условия от оптимальных (комфортных) до умеренно раздражающих по патогенности. Наилучшие (оптимальные) условия формируются в пределах внутриматериковых территорий полуострова (Милюково, Эссо, Тигиль), на севере и юго-востоке они достигают слабо раздражающего типа. Только в Усть-Большерецке погода держится на уровне

сильно раздражающей патогенности, а в Никольском (остров Беринга) устойчиво сохраняется острая патогенность. Неблагоприятная ситуация по патогенности погодно-климатических условий в последних пунктах связана с комплексным влиянием некомфортных для человека сравнительно низких температур, высокой относительной влажности, регулярных и нередко сильных ветров. В октябре в Камчатском крае начинает увеличиваться патогенность погодно-климатических условий, достигая сильно раздражающего типа на большей части территорий. Острый тип патогенности погоды сохраняется в Никольском, Усть-Большерецке и становится типичным для Каменского. Умеренно раздражающая погода сохраняется на юго-востоке — в Петропавловске-Камчатском и Сосновке.

Сезонные особенности в различиях ИПП в целом согласуются с ранее обозначенной общей территориальной закономерностью, наблюдаемой для среднегодовых показателей. В тёплое время года большую выраженность имеют различия между континентальными и прибрежными районами, когда в первых из них ИПП достигает наилучших значений в крае. Частная ситуация наблюдается в холодное время года, когда в отдельных наиболее континентальных районах ИПП достигает наихудших из возможных в крае значений (отчасти нарушая общую закономерность для центральной части полуострова). Наибольшая патогенность погодно-климатических условий в Камчатском крае и особенно в северных, центральных районах, как правило, устанавливается именно в январе. Это определяет данный месяц в региональном масштабе как наиболее патогенный по погодно-климатическим условиям и неблагоприятный для здоровья населения.

С учётом медицинской направленности ИПП определённый интерес представляет установление корреляционных связей между его показателями и фактическими проблемами здоровья населения на региональном уровне, определяемыми общей заболеваемостью. Для этой задачи был реализован корреляционный анализ с показателями заболеваемости (общей, болезней органов дыхания и системы кровообращения), показавший наличие 11 корреляционных связей с коэффициентом 0,3 и более, из них 3 — статистически значимые (табл. 2). Наибольшее число корреляционных связей (по всем показателям заболеваемости) выявлено с ИПП холодного периода года в январе. Здесь же установлены все статистически значимые связи с показателями заболеваемости всего населения — болезни органов дыхания (высокая — 0,78), детского населения — болезни органов дыхания (высокая — 0,76) и общая заболеваемость (заметная — 0,59). ИПП за среднегодовой и тёплый период года (июль) получил слабые корреляционные связи со многими показателями заболеваемости. Умеренная и заметная корреляционная связь установлена только с показателями заболеваемости детского населения болезнями системы кровообращения (обе статистически не значимы).

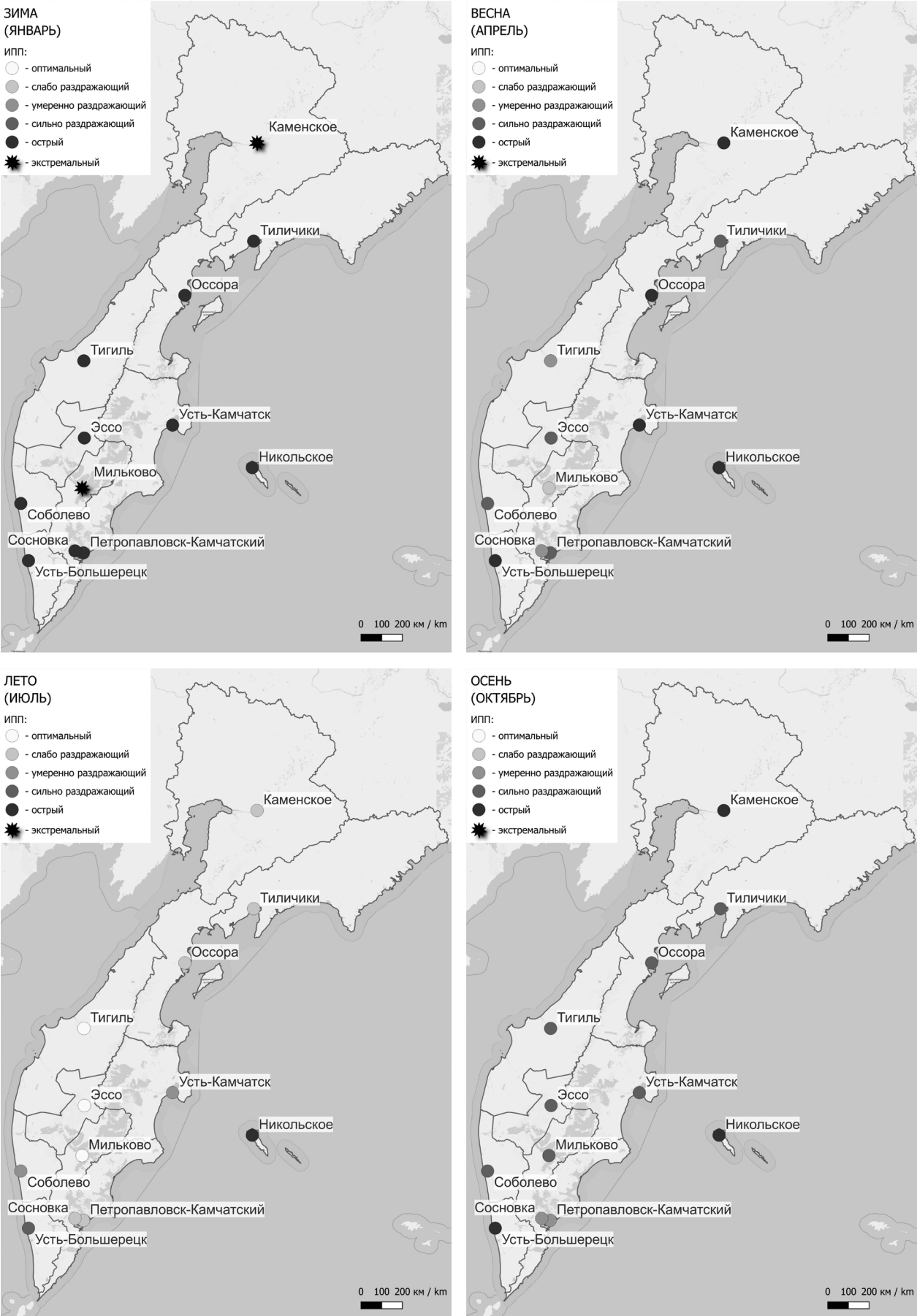


Рис. 4. Территориальные и сезонные различия индекса патогенности погоды (ИПП) в Камчатском крае.

Fig. 4. Territorial and seasonal differences in the weather pathogenicity index (WPI) in the Kamchatka Territory.

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа между показателями общей заболеваемости и индексом патогенности погоды ($r_s > 0,3$)**Table 2.** Results of the correlation analysis between overall morbidity indicators and the weather pathogenicity index ($r_s > 0.3$)

Показатели общей заболеваемости		Индекс патогенности погоды		
		среднегодовой	январь	июль
Всё население	Общая заболеваемость (все классы)	—	0,41	—
	Болезни органов дыхания	—	0,78*	—
	Болезни системы кровообращения	—	0,56	—
Взрослое население	Общая заболеваемость (все классы)	—	0,57	—
	Болезни органов дыхания	—	0,46	—
	Болезни системы кровообращения	—	0,55	—
Детское население	Общая заболеваемость (все классы)	—	0,59*	—
	Болезни органов дыхания	—	0,76**	—
	Болезни системы кровообращения	0,42	–0,34	0,58

Примечание. Статистически значимые коэффициенты корреляции: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$. Прочерк — корреляция, в том числе статистически значимая, со значением коэффициента более 0,3 не выявлена.

ОБСУЖДЕНИЕ

Региональная дифференциация патогенности погоднo-климатических условий в Камчатском крае выражается территориальными и сезонными особенностями, причины которых обусловлены различиями температурно-влажностного и ветрового режимов. Основные закономерности связаны с увеличением значений ИПП по направлению от юго-восточных и, как правило, центральных к северным территориям. Вместе с тем в регионе наблюдаются различия между континентальными и прибрежными территориями, выраженные годовым ходом ИПП, некоторыми сезонными и территориальными особенностями. Это отчасти согласуется с ранее полученными результатами исследования патогенности погоды на примере схожего по приморскому положению, но более южного дальневосточного региона — Приморского края [34]. В то же время прибрежные территории Камчатского края, в отличие от аналогичных в Приморском крае, отличаются более правильным годовым ходом ИПП (главным образом в связи с температурным фактором). Именно поэтому особенности континентального и прибрежного положения, в том числе в связи с различиями климатообразующих факторов, могут оказывать влияние на дифференциацию патогенности погоднo-климатических условий на региональном уровне. В прибрежных районах в тёплое время года нередко наблюдаются более высокие значения ИПП в сравнении с континентальными. Кроме того, островное положение территории в условиях северного климата круглогодично способствует формированию неблагоприятных для населения погоднo-климатических условий. Ярким примером служит остров Беринга (Никольское), где круглый год устойчиво сохраняется острая патогенность погоды.

В Камчатском крае отчётливо выражено повсеместное увеличение ИПП в зимний сезон, достигающего острого

типа, в отдельных случаях — экстремального. Полученная новая региональная информация о неблагоприятной обстановке по ИПП дополняет ранние макрорегиональные [19, 21] и локальные [16, 18] медико-климатические исследования, подтверждает значительный и устойчивый уровень биоклиматического дискомфорта (с холодовым стрессом) для населения Камчатского края прежде всего в холодное время года. Это также согласуется с полученными в настоящем исследовании результатами корреляционного анализа, по итогам которого большинство корреляционных связей (и всех статистически значимых) установлено между показателями заболеваемости и ИПП холодного периода года в январе. В частности, для территории Дальнего Востока ранее устанавливались статистически значимые корреляции с другими биоклиматическими индексами [2, 32]. В цитируемых исследованиях обнаруживались сильные корреляционные связи с заболеваемостью населения болезнями органов дыхания, что и на примере ИПП позволяет говорить о вкладе погоднo-климатического фактора в распространение данной группы заболеваний. Необходимо отметить перспективность ИПП для региональных исследований влияния климатических факторов на динамику и распространение болезней органов дыхания.

Сложившаяся в Камчатском крае общая пространственно-временная стабильность патогенности погоднo-климатических условий, оценённая с помощью соответствующего биоклиматического индекса, определила разные территории по степени комфортности для общего самочувствия и здоровья человека. Менее комфортные условия типичны для северных, прибрежных юго-западных и островных территорий, более комфортные — центральных и юго-восточных. С учётом внутрирегиональных особенностей данная информация необходима для рационального и эффективного планирования различных специальных мероприятий медицинской, санаторно-курортной

и туристско-рекреационной деятельности в Камчатском крае. Результаты оценки патогенности погодноклиматических условий позволяют рекомендовать реализацию перечисленных мероприятий в тёплое время года в центральных районах (Милюково, Эссо), для жителей Корякского округа (в первую очередь, Тигильского района) опорным пунктом можно рассматривать Тигиль. Дополнительно в тёплое время года и периоды межсезонья при соблюдении правил нахождения на открытом воздухе перспективны территории Юго-Восточной Камчатки (Сосновка, Петропавловск-Камчатский). Круглогодично непригодны, прежде всего для мероприятий санаторно-курортной деятельности, территории острова Беринга (Никольское) и юго-западного побережья Камчатки (Усть-Большерецк).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе специального комплексного биоклиматического индекса для Камчатского края впервые проведена оценка патогенности погодноклиматических условий на региональном уровне. К настоящему времени в регионе сложилась относительно стабильная пространственно-временная картина по исследованному процессу, что нашло подтверждение в динамике среднегодовых показателей ИПП, его сезонных и территориальных различий. Практически всем территориям края свойственен правильный годовой ход индекса, просматриваемый в равномерном снижении его величины к тёплому и увеличении к холодному времени года. При этом более выраженная контрастность годового хода актуальна для континентальных территорий. Общее ухудшение патогенности погодноклиматических условий наблюдается по основному направлению от юго-восточных и центральных к северным районам (общая территориальная закономерность региона). Исследование позволило выделить территории, пригодные для реализации мероприятий санаторно-курортной и смежной деятельности. Наиболее пригодны центральные внутриматериковые территории, круглогодично непригодны остров Беринга и юго-западное побережье Камчатки. Также результаты работы определили перспективность использования ИПП в региональных исследованиях влияния погодноклиматических факторов на здоровье населения и особенно проблем, связанных с респираторной заболеваемостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Grigorieva EA. Climate and human health: spatial aspects. *Health. Medical Ecology. Science*. 2017;(4):88–90. doi: 10.5281/zenodo.835339 EDN: ZVZYXV
2. Grigorieva EA, Khristoforova NK. Climate and human health at the Russian Far East. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;26(5): 4–10. doi: 10.33396/1728-0869-2019-5-4-10 EDN: SSKGTT
3. Klinskaja EO, Grigoreva EA. Weather conditions of the Jewish Autonomous Region as risk factor of development of diseases of

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.Р. Погорелов — определение концепции, работа с данными, визуализация, написание и редактирование рукописи. Автор одобрил рукопись (версию для публикации), а также согласился нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантирует надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо, т.к. исследование основано на метео данных.

Источники финансирования. Исследование проведено в рамках темы госзадания Минобрнауки РФ № 125022102815-5 (раздел 3).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: A.R. Pogorelov: conceptualization, data curation, visualization, writing—original draft, writing—review & editing. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable, because the study is based on weather data.

Funding sources: The study was conducted within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 125022102815-5 (Section 3).

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the Editorial Board, and the in-house scientific editor.

respiratory organs of the population. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2011;(3):45–49. EDN: OCSGBD

4. Stefanovich AA, Voskresenskaya EN. Changes in complex bioclimatic indicators in Crimea since the middle of the 20th century. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(1):65–77. doi: 10.17816/humeco111767 EDN: VLNKIA

5. Tupov SS, Koroleva EG, Pashkov SV. Bioclimatic indicators in regional medico-geographical studies. *Proceedings of Voronezh*

- State University. Series: Geography. Geoeology. 2023;(4):98–108. doi: 10.17308/geo/1609-0683/2023/4/98-108 EDN: XPSLUB
6. Revich BA, Kharkova TL. Climate risks of social development of the Yamal-Nenets Autonomous District. *Studies on Russian Economic Development*. 2023;34(4):536–542. doi: 10.1134/s1075700723040147 EDN: HGOVOK
 7. Grigorieva EA, Walsh JE, Alexeev VA. Extremely cold climate and social vulnerability in Alaska: problems and prospects. *Climate*. 2024;12(2):20. doi: 10.3390/cli12020020 EDN: TXDEQF
 8. Klochov AA. Population health as the major resource for social-economic development of Kamchatka. In: *Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Adjacent Seas: Proceedings of the V Scientific Conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress; 2004. P. 187–190. (In Russ.)
 9. Naymushina TA, Shmeleva EV. The territory of Kamchatka as a habitat for ethnic groups. In: *Kamchatka is inhabited by different peoples: materials of the XXIV Krashenninnikov readings*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka Regional Scientific Library; 2007. P. 129–132. (In Russ.)
 10. Perervenko OV, Antoniuik MV. Climate, ecological and hygienic characteristics of the spacecraft Kamchatka and health alien population. *Health. Medical Ecology. Science*. 2010;(3):8–12. EDN: MUDSYH
 11. Pogorelov AR. Medico-geographical assessment of the prevalence of respiratory diseases in northern and southern areas of the Russian Far East: comparison of Kamchatka and Primorsky Regions. *Public Health and Life Environment*. 2023;31(4):30–39. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-4-30-39 EDN: SZEKZI
 12. Rakhmanov RS, Potekhina NN, Grishin IA, et al. Epidemiological features of community-acquired pneumonia under extreme natural-climatic conditions. *Public Health and Life Environment*. 2017;(4):53–56. doi: 10.35627/2219-5238/2017-289-4-53-56 EDN: YLIDFN
 13. Pogorelov AR. Self-assessment of health and quality of life in the Kamchatka Region: results of the regional medico-sociological survey. *Social aspects of population health*. 2022;68(2):4. doi: 10.21045/2071-5021-2021-68-2-4 EDN: SZEKZI
 14. Rakhmanov RS, Mikhanoshina NV. On problem of evaluation of health risk for population due to natural-climatic conditions of Kamchatka. *Public Health and Life Environment*. 2014;(3):7–9. EDN: SKHPGX
 15. Pogorelov AR. Change of severity of weather in Petropavlovsk-Kamchatsky. In: *Geosystems and their components in Northeast Asia: evolution and dynamics of natural, natural resource and socio-economic relations*. Vladivostok: Dalnauka; 2016. P. 366–368. EDN: VWJMKZ
 16. Rakhmanov RS, Bogomolova ES, Razgulina SA, et al. To the question of assessment of health risk of the population of weather-climate conditions in the territory of the Avacha agglomeration of Kamchatka. *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2022;(2):100–112. doi: 10.24412/2411-3794-2022-10208 EDN: RWCTGL
 17. Rakhmanov RS, Spirin SA. Assessment of the influence of physical factors of the external environment on the heat feeling of a human in the conditions of Kamchatka. *Marine Medicine*. 2022;8(2):54–60. doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-54-60 EDN: MHHQNG
 18. Rakhmanov RS, Bogomolova ES, Spirin SA. To the question of the influence of meteorological factors on population health in the conditions of the Kamchatsky Krai. *Sanitary Doctor*. 2022;(8):607–614. doi: 10.33920/med-08-2208-08 EDN: VCUWAD
 19. Derkacheva LN. Medical and climatic conditions of the Far Eastern region and their impact on respiratory system. *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration*. 2000;(6):51–54. EDN: HRSDGN
 20. Grigorieva EA. The acclimatization stress for respiratory organs of people changing their geographic latitudes over the Russian Far East. *The Bulletin of the North-East Scientific Center*. 2011;(3):83–88. EDN: NXSWAX
 21. Gritsina OP, Yatsenko AK, Trankovskaya LV, et al. Analysis of bioclimatic comfort indicators in the Far Eastern Federal District. *Pacific Medical Journal*. 2025;(1):45–50. doi: 10.34215/1609-1175-2025-1-45-50 EDN: UIXZYB
 22. Grigorieva EA. *Climate as an ecological factor of human life* [dissertation]. Vladivostok; 2016. 363 p. Available from: https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/938/Григорьева_ДД_2017_11_01.pdf (In Russ.) EDN: PDEXFA
 23. de Freitas CR, Grigorieva EA. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *Int J Biometeorol*. 2017;61(3):487–512. doi: 10.1007/s00484-016-1228-6
 24. Stefanovich AA, Voskresenskaya EN. Modern assessment methods of comfort of bioclimatic conditions for resort areas. *Monitoring Systems of Environment*. 2021;(1):7–17. doi: 10.33075/2220-5861-2021-1-7-17 EDN: OXSSOO
 25. Boksha VG. *Handbook of climatotherapy*. Kyiv: Zdorovya; 1989. 203 p. (In Russ.) ISBN: 5-311-00337-5
 26. Vykhovanets YuG, Tetyura SM, Vykhovanets TA, et al. Assessment of the influence of meteorological and environmental factors on diseases of the circulatory system in the population of the industrial region. *Health Care of the Russian Federation*. 2025;69(1):70–76. doi: 10.47470/0044-197X-2025-69-1-70-76 EDN: FHHQXY
 27. Perevedentsev YuP, Shumikhina AV. The dynamics of the bioclimatic indices of environmental comfort in the Udmurt Republic, Russia. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2016;158(4):531–547. EDN: XWRPVV
 28. Perevedentsev YuP, Malkhazova SM, Aukhadeev TR, Shantalinsky KM. Medical and demographic consequences of climate change and the assessment of comfort level of weather-climatic conditions in the Volga Federal District. *Geography, Environment, Sustainability*. 2016;9(4):63–76. doi: 10.15356/2071-9388_04v09_2016_05 EDN: YMDBCR
 29. Kondratyuk VI. *Climate of Kamchatka*. Moscow: Gidrometeoizdat; 1974. 202 p. (In Russ.) URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007408384>
 30. Andreev SS. *Integral assessment of climatic comfort on the example of the territory of the Southern Federal District of Russia*. St. Petersburg: RGGMU; 2011. 302 p. (In Russ.) EDN: QMBWRV
 31. Aizenshtat BA, Lukina LP. *Thermal regime of man*. St. Petersburg: Gidrometeoizdat; 1993. 167 p. (In Russ.) ISBN: 5-286-00951-4
 32. Grigorieva EA. Climatic discomfort and morbidity at the Russian Far East. *Regional Problems*. 2018;21(2):105–112. doi: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-105-112 EDN: XSAFDF
 33. Pogorelov AR. Territorial differentiation of public health in Kamchatka Krai. *Regional Research*. 2022;(1):56–67. doi: 10.5922/1994-5280-2022-1-5 EDN: ZJBCSP
 34. Lisina IA, Vasilevskaya LN, Lebedeva OI, Volkova DI. A study of the spatial and temporal distribution of the total climate pathogenicity index of Primorsky Krai for 2011–2020. *Pacific Geography*. 2022;(4):72–81. doi: 10.35735/26870509_2022_12_7 EDN: DTXNIU

ОБ АВТОРЕ

* **Погорелов Артур Русланович;**

адрес: Россия, 690041, Владивосток, ул. Радио, д. 7;

ORCID: 0000-0001-7682-571X;

eLibrary SPIN: 3907-3488;

e-mail: pogorelov_ar@mail.ru

AUTHOR'S INFO

* **Artur R. Pogorelov;**

address: 7 Radio st, Vladivostok, Russia, 690041;

ORCID: 0000-0001-7682-571X;

eLibrary SPIN: 3907-3488;

e-mail: pogorelov_ar@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author