

Биоклиматические показатели в региональных медико-географических исследованиях

С. С. Тупов¹✉, Е. Г. Королева¹, С. В. Пашков²

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Российская Федерация
(119991, г. Москва, Ленинские горы, 1)

²Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Казахстан
(150000, г. Петропавловск, ул. Пушкина, 86)

Аннотация. Цель работы – медико-географическая оценка климатической комфортности территории Северного Казахстана с помощью наиболее информативных биоклиматических параметров, и установление взаимосвязи между ними и заболеваемостью населения.

Материалы и методы. Произведен расчет основных биоклиматических показателей на основании многолетних измерений метеорологических характеристик 4 административных областей Северного Казахстана и 50-ти метеостанциям за 35-летний период и их корреляций с климатообусловленными классами заболеваний: болезни органов дыхания, болезни кожи и подкожной клетчатки, болезни мочеполовой системы, новообразования.

Результаты и обсуждение. На основе балльно-рейтинговой оценки количественных значений климатических и медико-статистических показателей проведено медико-биоклиматическое районирование 4 административных областей Северного Казахстана, выявлены территории с наиболее и наименее благоприятными условиями проживания и разным уровнем заболеваемости населения.

Выводы. Население Северного Казахстана находится в среднекомфортных медико-климатических условиях. По рассмотренным классам болезней наиболее информативным биоклиматическим индексом для этого региона оказалась эквивалентно-эффективная температура воздуха, а вся совокупность индексов оказалась взаимосвязанной с болезнями мочеполовой системы.

Ключевые слова: медико-географическая оценка, здоровье населения, комфортность климата, Северный Казахстан.

Источник финансирования: Статья выполнена в рамках темы госзадания № 121051100137-4 географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды», направление «Климат и окружающая среда».

Для цитирования: Тупов С. С., Королева Е. Г., Пашков С. В. Биоклиматические показатели в региональных медико-географических исследованиях // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2023, № 4, с. 98-108. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/98-108>

ВВЕДЕНИЕ

В современных медико-географических исследованиях все большее значение уделяется оценке качества среды и степени ее благоприятности для здоровья населения. Одним из направлений таких исследований является медико-географическая оценка территорий различного административного уровня, основанная на показателях общественного

(популяционного) здоровья с учетом показателей климатической комфортности среды обитания [8, 9].

Целью настоящего исследования является поиск и апробация наиболее информативных биоклиматических параметров Северного Казахстана, а также установление взаимосвязи между биоклиматом и заболеваемостью населения на примере региона, имеющего хорошо выражен-

© Тупов С. С., Королева Е. Г., Пашков С. В., 2023

✉ Тупов Степан Сергеевич, e-mail: tupov_steve@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

ную климатическую дифференциацию и подробно изученного в аспекте общественного здоровья на разных пространственных уровнях. Ранее выполненные исследования авторов выявили максимальные для Казахстана уровни заболеваемости болезнями органов дыхания и новообразованиями и региональную специфику отдельных областей (Павлодарская и Северо-Казахстанская области), в которых сложилась неблагоприятная ситуация по заболеваемости населения экологически обусловленными заболеваниями [7, 14].

Северный Казахстан – крупный природно-хозяйственный район Республики Казахстан, включающий в себя Акмолинскую, Костанайскую, Павлодарскую и Северо-Казахстанскую административные области и граничащий с Россией (рис. 1). На его территории отчетливо выражена дифференциация как природных условий, так и населения по комплексу социально-экономических и медико-демографических показателей.

Значительная протяженность Северного Казахстана в широтном и меридиональном направлениях (1300 и 900 км соответственно), а также его континентальное положение и рельеф предопределили хорошо выраженную пространственную дифференциацию климатических

условий, особенности циркуляции атмосферы, температуры и влажности господствующих воздушных масс. Северный Казахстан выделяется значительными перепадами температур как в течение года, так и в течение суток, что создает стрессовые ситуации для организма человека и снижает его устойчивость к действию внешних факторов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К настоящему времени для отдельных регионов разработан ряд биометеорологических индексов (параметров), применяемых для характеристики конкретных территорий или для прикладных оценок [18], в том числе вопросы применения их при изучении общественного здоровья ставятся и активно развиваются как в России [5, 7, 15, 19, 20], так и в Казахстане [11, 13, 16, 17].

Примененная в настоящем исследовании методика оценки комфортности климата построена на основе общепринятых и доступных показателей, позволяющих выполнить сравнительную медико-географическую характеристику климата различных территориальных единиц, но при этом учитывать особенности конкретных районов и выявлять внутрорегиональные различия в условиях проживания населения. Материалами

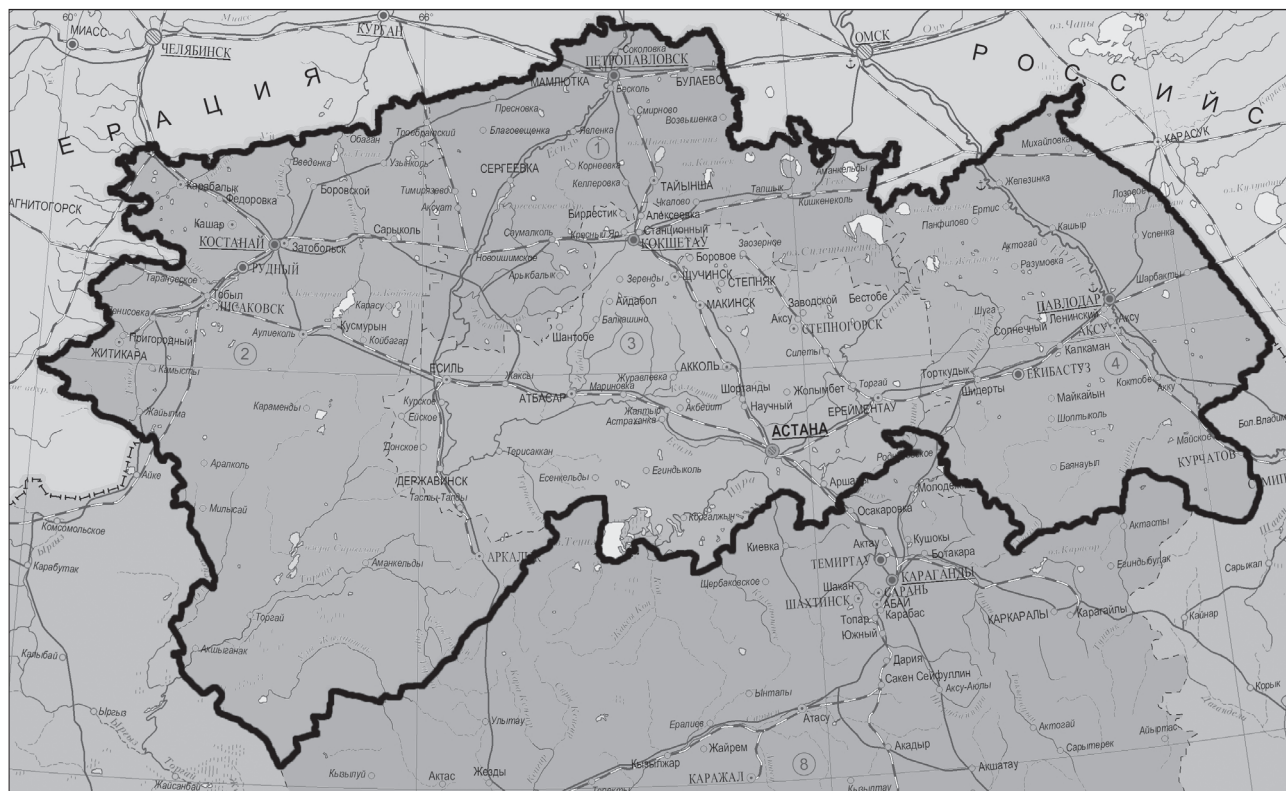


Рис. 1. Расположение Северного Казахстана на территории Республики Казахстан [12]
[Fig. 1. Location of the Northern Kazakhstan within the territory of the Republic of Kazakhstan [12]]

для расчетов биоклиматических индексов послужили материалы по климату Казахстана Государственного Учреждения «Комитет науки» Министерства Науки Республики Казахстан и Республиканского Государственного Предприятия «Казгидромет». В качестве первичной информации использованы ежедневные многолетние измерения метеорологических характеристик четырех административных областей Северного Казахстана и 50-ти метеостанций в административных районах этих областей за период 1981-2016 годов [1-4].

На основе собранных и структурированных в базы данных исходных значений выполнен расчет и определены следующие биометеорологические (биоклиматические) индексы для региона Северного Казахстана отдельно по теплому (май-сентябрь) и холодному (ноябрь-март) периодам: эквивалентно-эффективная температура воздуха; коэффициент Арнольди (макс.); коэффициент Сайпла (W), зима (среднее); коэффициент Сайпла (W) зима (максимальное); коэффициент Бодмана (S) январь (среднее); коэффициент Бодмана (S) январь (максимальное).

Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) – наиболее часто используемый показатель для оценки комфортности климата - рассчитывался по формуле:

$$\begin{aligned} \text{ЭЭТ} = T * [1 - 0003 * (100 - f)] - 0,385 v^{0,59} * \\ * [(36,6 - T) + 0,622 * (V - 1)] + \\ + [(0,0015V + 0,008) * (36,6 - T) - 0,0167] * \\ * (100 - f), \end{aligned} \quad (1)$$

где T, V, f – температура, скорость, относительная влажность воздуха, соответственно.

Параметр, являясь комплексным показателем теплоощущения человека, складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. При полном безветрии и относительной влажности 100 % тепловые ощущения человека зависят только от температуры воздуха [5]. Нами принято, что для Северного Казахстана оптимален диапазон комфортных ЭЭТ 15 – 20 °С.

Помимо ЭЭТ в данном исследовании рассчитывался коэффициент Арнольди (T) и индексы ветро-холодового стресса: Сайпла (W) и Бодмана (S) по следующим формулам:

$$T = T - 2 * v, \quad (2)$$

где T – температура наружного воздуха, °С; v – скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

$$W = (9,0 + 10,9 * \sqrt{v - v}) * (33^\circ\text{C} - t), \quad (3)$$

где v – скорость ветра, м/с; t – температура наружного воздуха, °С; 33°С – температура поверхности кожи.

$$S = (1 - 0,04T) * (1 + 0,272v), \quad (4)$$

где T – средняя месячная температура воздуха в январе, °С; v – средняя скорость ветра за январь, м/с.

Если в ЭЭТ оценки теплового ощущения человеком температуры наружного воздуха коррелируются за счет влажности, то в индексах холодового стресса эффект теплоощущения и дискомфорта уточняется поправкой на скорость ветра, от которой зависит выносливость человека в условиях холода зависит. Низкие температуры и высокие скорости ветра значительно снижают температуру кожи человека. При резком увеличении скорости ветра создаются условия, способствующие быстрому переохлаждению всего организма. Дискомфортным в зимнее время считается интервал со среднесуточными температурами ниже –15 °С, а при температурах ниже –30 °С происходят нарушения в сердечно-сосудистой и терморегуляторной системах. Ветро-холодовый индекс Сайпла (W, ккал/(м²·ч)) характеризует теплотери единичного открытого участка кожи при температуре кожи 33 °С или взвешенной температуре тела 36,6 °С и пропорционален разности между температурой кожи, тела и наружного воздуха; теплоощущения при этой оценке выражаются следующими категориями: 600-800 – прохладно; 800-1000 – холодно; 1000-1200 – очень холодно; 1200-2500 – жестко холодно; >2500 – невыносимо холодно [11]. Для характеристики холодового дискомфорта зимнего периода был использован также показатель жесткости погоды Бодмана (S), рассчитанный в баллах и сравниваемый с районами экстремально холодных регионов: S > 3,5 соответствуют районам Крайнего Севера; 3,5 > S > 3,0 – приравненным к ним районам; 3,0 > S > 2,5 – к районам, требующим климатической надбавки к зарплате, но не приравненным к Крайнему Северу [11].

Пример результатов расчетов биоклиматических индексов по данным метеостанций Северо-Казахстанской области представлен в таблице 1.

Аналогичные расчеты проведены для Акмолинской, Костанайской и Павлодарской областей.

В исследовании анализировались показатели общественного здоровья Северного Казахстана в масштабе административных районов по наиболее климатозависимым классам болезней: новообразования, мочеполовые заболевания, болезни органов дыхания, болезни кожи и подкожной

Расчет биоклиматических индексов (для Северо-Казахстанской области)
 [Table 2. Calculation of bioclimatic indices (for the North Kazakhstan region)]

Метеостанции / Weather stations	Коэффициенты / Coefficients					
	ЭЭТ / Equivalently effective temperature	Коэффициент Арнольди (Т) (макс) / Arnoldi co- efficient (T) (max)	Коэффициент Сайпла (W) (ср) зима / Cypel coeffi- cient (W) (av.) winter	Коэффициент Сайпла (W) (макс) зима / Cypel co- efficient (W) (max) winter	Коэффициент Бодмана (S) (ср) январь / Bodman coef- ficient (S) (av.) January	Коэффициент Бодмана (S) (макс) январь / Bodman coeffi- cient (S) (max) January
Петропавловск	-9,3	-28,7	1335,2	1446,4	2,28	2,31
Булаево	-6,8	-25,3	1179,6	1273,1	1,81	1,84
Возвышенка	-9,3	-29	1322,4	1438,7	2,17	2,20
Благовещенка	-8,0	-27,7	1283,2	1395,3	2,10	2,14

Таблица 2

Заболеваемость взрослого населения Северо-Казахстанской области отдельными классами заболеваний
 (на 100 тыс. человек)

[Table 3. Incidence of the adult population of the North Kazakhstan region by certain classes of diseases
 (per 100 thousand people)]

Город/район / City/ district	Болезни органов дыхания / Respiratory diseases	Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	Болезни мочеполовой системы / Diseases of the genitourinary system	Новообразования / Neoplasms
Петропавловск	31825,4	5222,8	6026,9	394,5
М. Жумабаева	18886,2	1474,2	2637	218,6
Аккайынский	22170,6	3017,3	4165,8	349,8
Жамбылский	20189	3176	6204,6	284,6

клетчатки. Из многолетних данных по заболеваемости для анализа взят последний «доковидный» 2019 год. Пример для Северо-Казахстанской области приведен в таблице 2. Аналогичные таблицы составлены для всех остальных областей.

Для определения значимости биоклиматических показателей с заболеваемостью населения на исследуемых территориальных единицах Северного Казахстана были выполнены расчеты *корреляционных связей* с помощью коэффициента линейной корреляции r между климатическими показателями и выбранными классами заболеваемости (значимость $>0,5$) при том, что корреляция значима на уровне 0,05 (табл. 3); *обобщенного биоклиматического индекса* (в баллах), скорректированного по воздействию на заболеваемость населения:

$$C = \frac{a - \min}{\max - \min} * 5 \quad (5)$$

где C – оценка в баллах; a – среднее значение показателя в условных единицах; \min – мини-

мальное значение показателя; \max – максимальное значение показателя.

В этих оценках учитывался ранее рассчитанный K_i (значимость отдельных биоклиматических индексов в заболеваемости населения), а *показатель комфортности медико-климатических условий* рассчитывался по формуле:

$$K_{\text{МК}} = \frac{C_1 K_1 + C_2 K_2 + C_3 K_3 + \dots + C_n K_n}{K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n},$$

где $K_{\text{МК}}$ – показатель комфортности медико-климатических условий; C – оценка в баллах i -го показателя; K_i – коэффициент значимости i -го показателя.

Далее количественные значения климатических и медицинских показателей были преобразованы в балльно-рейтинговые оценки. Они варьировали от минимального значения 1,87 (наиболее высокая климатическая комфортность, низкая заболеваемость) до максимального

32,31 (наиболее низкая климатическая комфортность, высокая заболеваемость). Подробно методика изложена в работах И. В. Архиповой [5], С. В. Пашкова и Г. З. Мажитовой [11, 13]. Полученные значения для областей Северного Казахстана приведены в таблице 4. Затем баллы были просуммированы по каждой территориальной единице, обобщенный суммирующий балл принят в качестве интегрального показателя, и на его основе проведено районирование территории Северного Казахстана по степени медико-биоклиматической комфортности территории (рис. 2). На заключительном этапе на основе полученных биоклиматических индексов, методом интерполяции с помощью программного обеспечения SAGA GIS 2.1.2 проведено моделирование климатической комфортности каждой административной области Северного Казахстана. Также были составлены картографические модели биоклиматической комфортности для здоровья населения по каждой исследуемой области (рис. 3) и выделены территориальные единицы по степени медико-климатической благоприятности. В матричной легенде цветом показаны диапазоны значений климатической комфортности, соответствующие определенной градации. Соответствие градаций характеристикам климата выполнено на основе методик российских и зарубежных авторов [5, 19, 20]. В целом, чем выше балл, тем сильнее выражена дискомфортность климатических условий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Корреляционный анализ. Начальным результатом проведенного исследования является поиск и выявление взаимосвязей климатических характеристик региона и патологических состояний заболеваний населения. Выявлено, что в трех из четырех обследованных областей (за исключением Акмолинской области) найдены корреляции средней силы ($>0,5$), примерно одинаковые по выраженности (от $-0,51$ до $0,69$), но разные по имеющемуся влиянию. Положительные значения корреляции, выраженные коэффициентом Арнольди, отображают прямую корреляционную связь между биоклиматом и заболеваемостью новообразованиями (за исключением Северо-Казахстанской области), но имеются и отрицательные связи (ЭЭТ и болезни кожи и подкожной клетчатки). Это отображает более сложные, чем корреляция, взаимосвязи между выбранными параметрами, но это учитывалось при определении коэффициента

значимости в расчетах совмещенного влияния биоклиматических показателей и заболеваемости населения. Наиболее частые корреляции биоклиматических параметров оказались в случае с заболеваемостью новообразованиями – они есть в Северо-Казахстанской, Павлодарской и Костанайской областях, причем в последней из них – наиболее заметные ($>0,6$). Больше всего корреляций выявлено в Северо-Казахстанской области, где на всю заболеваемость влияет ЭТТ, а более всего зависимы от климата болезни мочеполовой системы, в заболеваемости которыми есть корреляции со всеми проанализированными биоклиматическими индексами.

Медико-географическая оценка комфортности климата

На рисунке 2 приведено медико-географическое районирование территории Северного Казахстана по интегральному показателю заболеваемости климато-обусловленными заболеваниями (четыре класса болезней), рассчитанному в баллах. Районы с минимальными значениями показателя ($5,0-8,0$) характеризуются низкой заболеваемостью населения; с максимальными значениями ($15,0-20,0$), напротив, – высокой заболеваемостью; между этими предельными диапазонами имеется еще три варианта: средняя, выше средней, повышенная. Как уже было отмечено выше, для каждой области границы ранговых значений различны, в связи с чем цифровые диапазоны в легендах к картам отличаются.

Анализ медико-географического районирования Северного Казахстана показал, что высокая заболеваемость в 2019 году наблюдалась в крупных городах: Петропавловске, Кокшетау, Костанайе, Павлодаре, Экибастузе и Аксу, а также в отдельных районах: Жамбылском в Северо-Казахстанской области и Денисовском в Костанайской области. В каждой области есть условно здоровые районы, их больше всего на территории Северо-Казахстанской области, а всего в Северном Казахстане 13 таких субъектов. Наиболее протяженные по площади территории во всех областях (кроме Акмолинской) имеют среднюю и выше средней заболеваемость.

Затем были оценены биоклиматические индексы, скорректированные с заболеваемостью взрослого населения в 2019 году и преобразованные в балльную систему. Результаты медико-биоклиматического моделирования приведены на рисунке 3, расчеты для его проведения – в таблице 3.

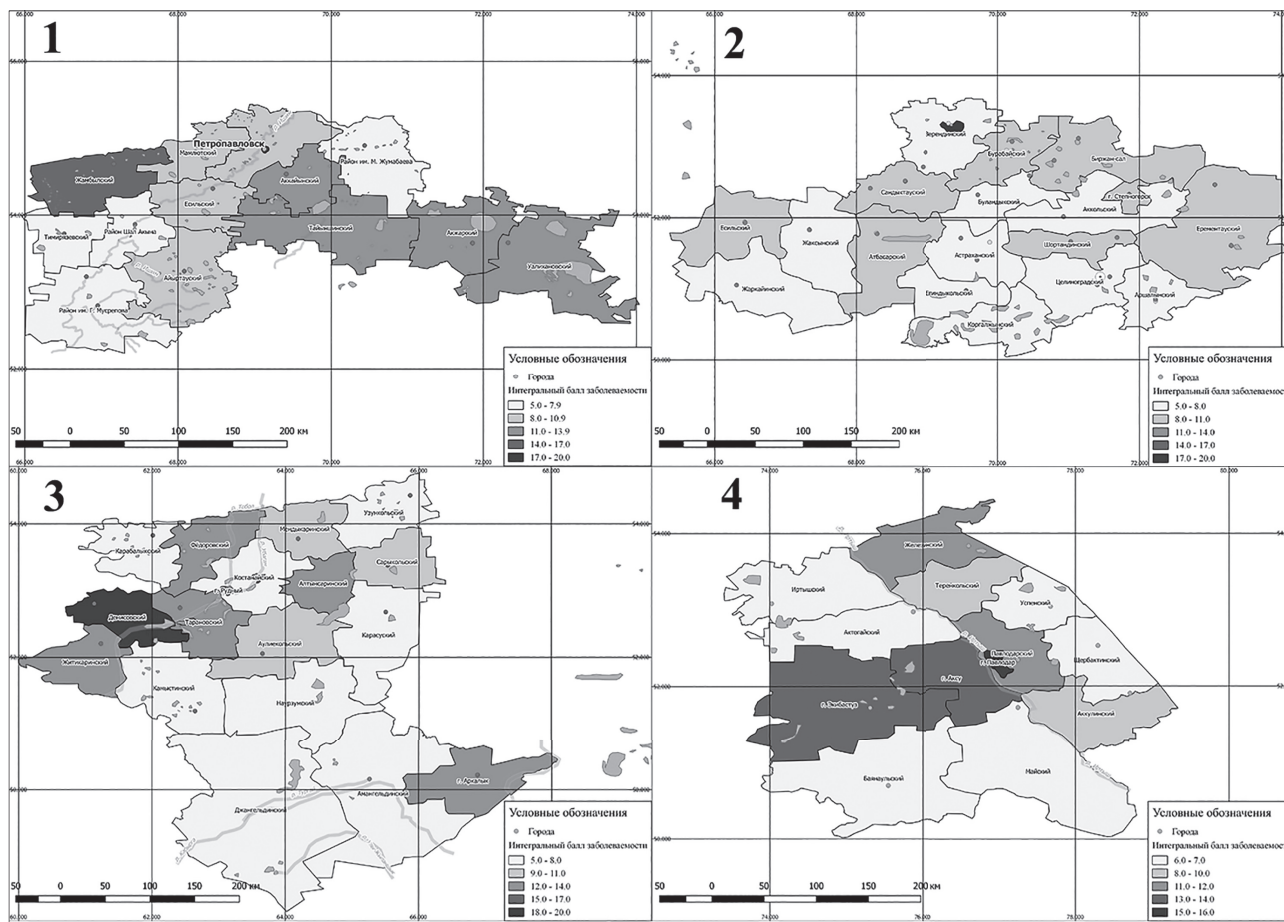


Рис. 2. Интегральное медико-географическое районирование Северного Казахстана по данным медицинской статистики (2019)

Цифрами на картах обозначены административные области:

1 – Северо-Казахстанская; 2 – Акмолинская; 3 – Костанайская; 4 – Павлодарская

[Fig. 2. Integral medical-geographical mapping of the Northern Kazakhstan region according to medical statistics (2019)

The numbers on the maps indicate the administrative areas:

1 – North Kazakhstan region; 2 – Akmola region; 3 – Kostanay region; 4 – Pavlodar region]

Наиболее благоприятными по степени комфортности медико-климатических условий (высокая комфортность климата, низкая заболеваемость населения) оказались центральные районы всех областей, северные территории Акмолинской и Костанайской областей и восточные части Павлодарской области, включая город Павлодар.

Здесь заболеваемость населения ниже в 1,3-1,7 раза (в зависимости от класса заболеваемости) по сравнению с неблагоприятными районами. Климатический дискомфорт (низкая климатическая комфортность, высокая заболеваемость) испытывают жители городов Петропавловск, Степногорск, Аркалык и семи районов, три из которых расположены в Северо-Казахстанской области (Акжарский, Зерендинский и М. Жумабаева), два в Павлодарской области (Актогайский и Баянаульский) и по

одному – в Акмолинской и Костанайской областях (Атбасарский и Амангельдинский соответственно), заболеваемость населения в которых в 1,8-2,1 раза выше относительно среднего показателя заболеваемости. Сравнение медико-географического (без учета климатических показателей) и медико-био-климатического районирования показало, что в дискомфортных по климату районах Северо-Казахстанской области в 2019 году (рис. 3, фрагмент 1) наблюдалась самая высокая заболеваемость климатообусловленными классами болезней (рис. 2, фрагмент 1). И хотя в других областях (Акмолинской, Павлодарской и Костанайской) подобной взаимосвязи не выявлено, для более достоверных выводов необходимо продолжение медико-географического мониторинга и биоклиматической оценки исследуемого региона.

Ранжирование балльных показателей $K_{МК}$ и характеристика дискомфорта климатических условий в Северном Казахстане

[Table 3. Ranking of K_{mc} scores and characteristics of the discomfort of climatic conditions in the Northern Kazakhstan region]

Значения по областям, баллы / Values by area, points				Итоговый балл комфортности медико-климатических условий / Final score of comfort of medical and climatic conditions	Характеристика дискомфорта (суровости) климата / Characteristics of the discomfort (severity) of the climate
Северо-Казахстанская / North Kazakhstan region	Акмолинская / Akmola region	Костанайская / Kostanay region	Павлодарская / Pavlodar region		
13,93 –17,6	1,87-3,12	2,07-6,15	3,62-6,22	1	Очень низкая степень
17,6-21,28	3,12-4,37	6,15-10,22	6,22-8,81	2	Низкая степень
21,28-24,96	4,37-5,62	10,22-14,29	8,81-11,41	3	Средняя степень
24,96-28,63	5,62-6,88	14,29-18,36	11,41-14	4	Высокая степень
28,63-32,31	6,88-8,13	18,36-22,43	14-16,59	5	Очень высокая степень

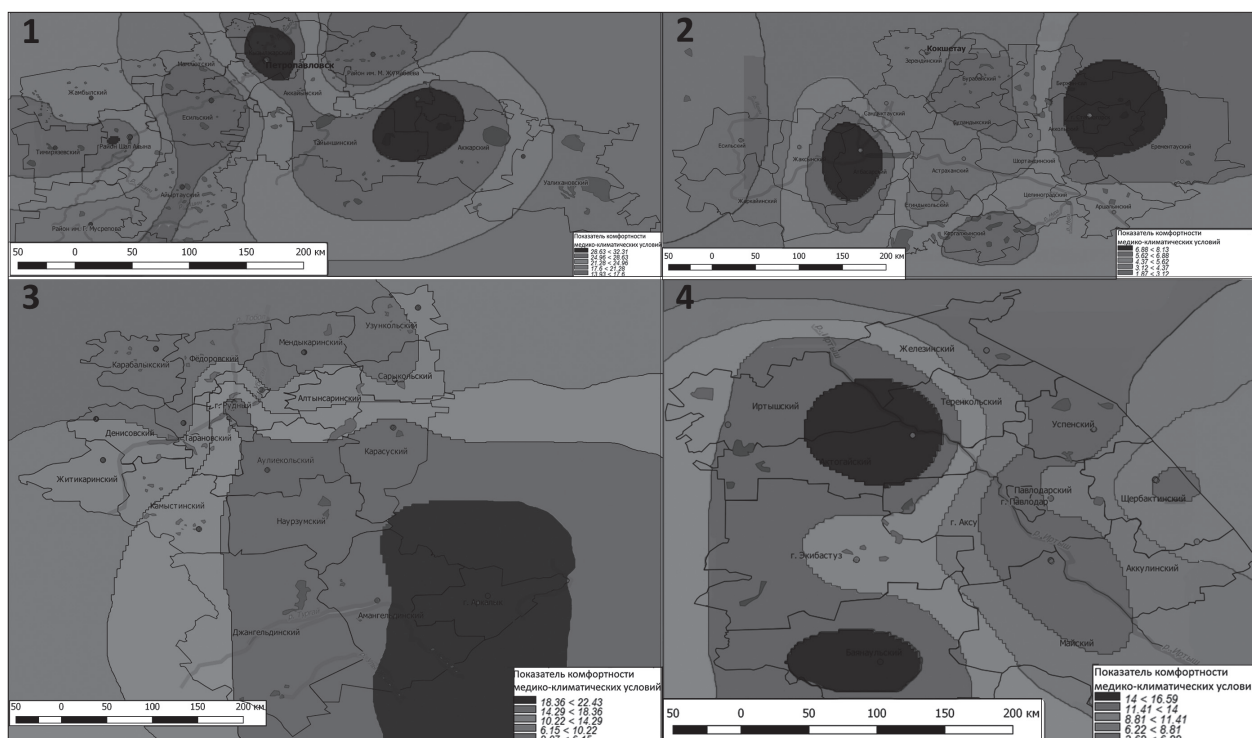


Рис. 3. Медико-биоклиматическое моделирование Северного Казахстана по степени комфортности и дискомфорта климатических условий

Цифрами на картах обозначены административные области:

1 – Северо-Казахстанская; 2 – Акмолинская; 3 – Костанайская; 4 – Павлодарская

[Fig. 3. Medical-bioclimatic modeling of the Northern Kazakhstan region

by the degree of comfort and discomfort of climatic conditions.

Administrative regions are indicated by numbers on the maps:

1 – North Kazakhstan region; 2 – Akmola region; 3 – Kostanay region; 4 – Pavlodar region]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом население Северного Казахстана находится в средне-комфортных медико-климатических условиях. Наиболее неблагоприятными территориями оказались регионы с максимальным баллом: город Петропавловск и зона сочленения Акжарского, Зерендинского и М. Жумабаева районов (Северо-Казахстанская область); город Степногорск и Атбасарский район (Акмолинская область); южная часть Костанайской области – город Аркалык и Амангельдинский район; Актюгайский и Баянаульский районы (Павлодарская область), в которых благоприятность проживания населения ограничивают нехватка тепла в холодный период, недостаток влаги в теплый период, частые и сильные ветра и климатическая нестабильность погоды, частые перепады температур в суточном и годовом ритмах.

Наиболее благоприятными по степени комфортности медико-климатических условий оказалась центральная часть Северо-Казахстанской области – Есильский район; центральная часть Акмолинской области – Бурабайский и северная часть Буландыкского района; северная часть Костанайской области – Карабалыкский, Федоровский, Мендыкаринский, Узынкольский районы; центральная и восточная части Павлодарской области – город Павлодар, Павлодарский, Майский и Успенский районы, где климатические условия характеризуются умеренно-холодным климатом, значительным количеством осадков, умеренными ветрами и малым количеством климатических явлений.

Наиболее частые корреляции биоклиматических параметров оказались в случае с заболеваемостью новообразованиями – в Северо-Казахстанской, Павлодарской и Костанайской областях, причем в последней из них – наиболее заметные ($>0,6$). Медико-географическая моделирование интегральных биоклиматических показателей показало хорошее совмещение наиболее дискомфортных территорий с районами повышенной заболеваемости климатообусловленными классами болезней на территории Северо-Казахстанской области. Наиболее информативным индексом оказалась эквивалентно-эффективная температура воздуха (для рассмотренных классов болезней), а вся примененная совокупность индексов оказалась взаимосвязанной с болезнями мочеполовой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник / под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 133 с.

2. Агроклиматические ресурсы Костанайской области: научно-прикладной справочник / под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 139 с.

3. Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: научно-прикладной справочник / под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 127 с.

4. Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научно-прикладной справочник / под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 125 с.

5. Архипова И.В. Медико-географическая оценка климатической информации на территории Алтайского края // И.В. Архипова, О.В. Ловцкая, И.Н. Ротанова // *Вычислительные технологии*, 2005, т. 10, ч. 1 (спец. вып.), с. 79-86.

6. Королева Е.Г., Рахимбек С.К., Тупов С.С. Медико-географические аспекты мониторинга заболеваемости населения // *Гигиена и санитария*, 2019, т. 98, № 11, с. 1279-1289.

7. Куролап С.А., Клепиков О.В. Интегральное медико-экологическое зонирование как основа региональной стратегии устойчивого развития Воронежского региона // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*, 2013, т. 18, № 2, с. 516-519.

8. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территории: картографирование, оценка, прогноз. Москва: Научный мир, 2001, 240 с.

9. Малхазова С.М., Королева Е.Г. Окружающая среда и здоровье населения. Москва: Географический факультет МГУ, 2011. 180 с.

10. Мажитова Г.З., Пашков С.В. Медико-географическая оценка комфортности ландшафтов Северо-казахстанской области // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*, Симферополь, 2018, т. 4 (70), № 3, с. 141-150.

11. *Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы*. Алматы: Республиканская картографическая фабрика Агентства по земельным ресурсам РК, 2006. 125 с.

12. Пашков С.В., Мажитова Г.З. Медико-географическая оценка комфортности климатических условий Северо-Казахстанской области // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*, 2016, № 3, с. 88-98.

13. Тупов С.С., Рахимбек С.К., Королева Е.Г. Медико-экологический мониторинг и оценка экологически обусловленного риска нарушений здоровья населения Северного Казахстана // *Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровья населения и окружающей среды, пути их рационального решения*, 2018, с. 395-398.

14. Шартова Н.В., Крайнов В.Н., Малхазова С.М. Технология интегральной оценки биоклиматической комфортности и загрязненности воздуха на урбанизированных территориях // *Экология и промышленность России*, 2015, 19 (1), с. 24-29.

15. Шкуринский Б.В. Медико-географическое районирование Западно-Казахстанской области // *Геогра-*

фия в Западном Казахстане: к 70- летию кафедры географии ЗКГУ им. М. Утемисова, 2009, с. 34-39.

16. Berlessova A.A., Konstantinov P.I. Local climate zones in the city of Nur-Sultan (Kazakhstan) and their connections with urban heat island and thermal comfort // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 611.

17. Dushkova D.O., Tikunov V.S., Chereshnya O.Y. Methodology for assesment of public health at the municipal level (a case study of arkhangel'sk oblast) // *Geography and Natural Resources*, 2019, vol. 40, no. 1, pp. 74-81.

18. Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A. Assessment of Weather and Climate-Related Risks to Human Health in Different Areas of the Krasnoyarsk Region // *Public Health and Life Environment*, 2021, no. 29 (11), pp. 61-66.

19. Siyu Liu, Biju Long, Zhihua Pan, Fei Lun, Yu Song, Weiyang Yuan, Na Huang, Ziyuan Zhang, Shangqian Ma. Evaluation of Climatic Comfort of Living Environment based on Age Differentials in Beijing-Tianjin-Hebei Area // *Ecosystem Health and Sustainability*, 2020, 6 (1), pp. 252-263.

20. Shartova N.V., Konstantinov P.I. Climate change adaptation for russian cities: A case study of the thermal comfort assesment // *Springer International Publishing SWITZERLAND*, 2019, pp. 265-276.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 24.05.2023

Принята к публикации: 28.11.2023

ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

UDC 911.3+614.7

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/98-108>

Bioclimatic Indicators in Regional Medico-Geographical Studies

S. S. Tupov¹ ✉, E. G. Koroleva¹, S. V. Pashkov²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
(1, Leninskie gory, Moscow, 119991)

²Northern Kazakhstan University named after M. Kozybaev, Kazakhstan
(86, Pushkin str., 1 Petropavlovsk, 50000)

Abstract. The purpose of the work is medico-geographical assessment of climatic comfort of the territory of the Northern Kazakhstan with the help of the most informative bioclimatic parameters, and establishing the relationship between them and morbidity of the population.

Materials and methods. The basic bioclimatic indicators were calculated on the basis of long-term measurements of meteorological characteristics of 4 administrative regions of the Northern Kazakhstan and 50 meteorological stations for 35-year period and their correlations with climatologically conditioned classes of diseases: respiratory diseases, diseases of skin and subcutaneous tissue, diseases of genitourinary system, neoplasms.

Results and discussion. On the basis of point-rating estimation of quantitative values of climatic and medical and statistical indicators the medical and bioclimatic zoning of 4 administrative regions of the Northern Kazakhstan was carried out. The areas with the most and least favourable living conditions and different levels of morbidity of the population were revealed.

Conclusions. The population of the Northern Kazakhstan is located in average comfortable medical and climatic conditions. According to the considered classes of diseases the most informative bioclimatic index for this region was the equivalent-effective air temperature, and the whole set of indices was interconnected with diseases of urogenital system.

Key words: medico-geographical assessment, population health, climate comfort, Northern Kazakhstan.

© Akimov L.M., Akimov E.L., 2023

✉ Stepan S. Tupov, e-mail: tupov_steve@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Funding: The article was carried out within the framework of the theme of the state task No. 121051100137-4 of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University and the interdisciplinary scientific and educational school of Moscow State University "The Future of the Planet and Global Environmental Changes", direction "Climate and Environment".

For citation: Tupov S. S., Koroleva E. G., Pashkov S. V. Bioclimatic Indicators in Regional Medico-Geographical Studies. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografiya. Geoekologiya*, 2023, no. 4, pp. 98-108. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/4/98-108>

REFERENCES

1. *Agroklimaticheskie resursy Akmolinskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik* [Agro-climatic resources of Akmol region: scientific and applied reference] / pod red. S. S. Baysholanova. Astana, 2017. 133 pp. (In Russ.)
2. *Agroklimaticheskie resursy Kostanayskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik* [Agro-climatic resources of Kostanay region: scientific and applied reference] / pod red. S. S. Baysholanova. Astana, 2017. 139 pp. (In Russ.)
3. *Agroklimaticheskie resursy Pavlodarskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik* [Agro-climatic resources of Pavlodar region: scientific and applied reference] / pod red. S. S. Baysholanova. Astana, 2017. 127 pp. (In Russ.)
4. *Agroklimaticheskie resursy Severo-Kazakhstanskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik* [Agro-climatic resources of the North Kazakhstan region: scientific and applied reference] / pod red. S. S. Baysholanova. Astana, 2017. 125 pp. (In Russ.)
5. Arkhipova I. V. Mediko-geograficheskaya otsenka klimaticheskoy informatsii na territorii Altayskogo kraya [Medical and geographical assessment of climate information on the territory of the Altai Territory] / I. V. Arkhipova, O. V. Lovtskaya, I. N. Rotanova. *Vychislitel'nye tekhnologii*, 2005, vol. 10, ch. 1 (spets. vyp.), pp. 79-86. (In Russ.)
6. Koroleva E. G., Rakhimbek S. K., Tupov S. S. Mediko-geograficheskie aspekty monitoringa zabolevaemosti naseleniya [Medical and geographical aspects of population morbidity monitoring]. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 11, pp. 1279-1289. (In Russ.)
7. Kurolap S. A., Klepikov O. V. Integral'noe mediko-ekologicheskoe zonirovaniye kak osnova regional'noy strategii ustoychivogo razvitiya Voronezhskogo regiona [Integrated medical and ecological zoning as the basis of the regional strategy of sustainable development of the Voronezh region]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskie nauki*, 2013, vol. 18, no. 2, pp. 516-519. (In Russ.)
8. Malkhazova S. M. *Mediko-geograficheskiy analiz territorii: kartografirovaniye, otsenka, prognoz* [Medical and geographical analysis of the territory: mapping, estimation, forecast]. Moscow: Nauchnyy mir, 2001, 240 p. (In Russ.)
9. Malkhazova S. M., Koroleva E. G. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya* [Environment and public health]. Moscow: Geograficheskiy fakul'tet MGU, 2011. 180 p. (In Russ.)
10. Mazhitova G. Z., Pashkov S. V. Mediko-geograficheskaya otsenka komfortnosti landshaftov Severo-kazakhstanskoy oblasti [Medico-geographical assessment of the comfort of landscapes of the North Kazakhstan region]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, Simferopol'*, 2018, vol. 4 (70), no. 3, pp. 141-150. (In Russ.)
11. *Natsional'nyy atlas Respubliki Kazakhstan. Tom I: Prirodnye usloviya i resursy* [National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Volume I: Natural conditions and resources. Almaty: Republican Cartographic Factory of the Agency for Land]. Almaty: Respublikanskaya kartograficheskaya fabrika Agentstva po zemel'nym resursam RK, 2006. 125 p. (In Russ.)
12. Pashkov S. V., Mazhitova G. Z. Mediko-geograficheskaya otsenka komfortnosti klimaticheskikh usloviy Severo-Kazakhstanskoy oblasti [Medical and geographical assessment of the comfort of climatic conditions of the North Kazakhstan region]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 2016, no. 3, pp. 88-98. (In Russ.)
13. Tupov S. S., Rakhimbek S. K., Koroleva E. G. Mediko-ekologicheskiy monitoring i otsenka ekologicheskogo obuslovlennogo riska narusheniya zdorov'ya naseleniya Severnogo Kazakhstana [Medical and environmental monitoring and assessment of the environmentally caused risk of health disorders of the population of Northern Kazakhstan]. *Sovremennyye problemy otsenki, prognoza i upravleniya ekologicheskimi riskami zdorov'yu naseleniya i okruzhayushchey sredy, puti ikh ratsional'nogo resheniya*, 2018, pp. 395-398. (In Russ.)
14. Shartova N. V., Kraynov V. N., Malkhazova S. M. Tekhnologiya integral'noy otsenki bioklimaticheskoy komfortnosti i zagryaznennosti vozdukha na urbanizirovannykh territoriyakh [Technology of integrated assessment of bioclimatic comfort and air pollution in urbanized areas]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2015, 19 (1), pp. 24-29. (In Russ.)
15. Shkurinskiy B. V. Mediko-geograficheskoe rayonirovaniye Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Medico-geographical zoning of the West Kazakhstan region]. *Geografiya v Zapadnom Kazakhstane: k 70-letiyu kafedry geografii ZKGU im. M. Utemisova*, 2009, pp. 34-39. (In Russ.)
16. Berlessova A. A., Konstantinov P. I. Local climate zones in the city of Nur-Sultan (Kazakhstan) and their connections with urban heat island and thermal comfort. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 611, 2020.
17. Dushkova D. O., Tikunov V. S., Cheresnaya O. Y. Methodology for assessment of public health at the municipal level (a case study of arkhangel'sk oblast). *Geography and Natural Resources*, 2019, vol. 40, no. 1, pp. 74-81.

18. Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A. Assessment of Weather and Climate-Related Risks to Human Health in Different Areas of the Krasnoyarsk Region. *Public Health and Life Environment*, 2021, no. 29 (11), pp. 61-66.

19. Siyu Liu, Bujun Long, Zhihua Pan, Fei Lun, Yu Song, Weiying Yuan, Na Huang, Ziyuan Zhang, Shangqian Ma. Evaluation of Climatic Comfort of Living Environment based on Age Differentials in Beijing-Tianjin-Hebei Area. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2020, 6 (1), pp. 252-263.

Тупов Степан Сергеевич
аспирант географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-6283-3257, e-mail: tupov_steve@mail.ru

Королева Елена Григорьевна
кандидат географических наук, доцент географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-9004-4581, e-mail: koroleva@cs.msu.ru

Пашков Сергей Владимирович
кандидат географических наук, доцент, декан факультета математики и естественных наук Северо-Казакстанского университета им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан, e-mail: sergp2001@mail.ru

20. Shartova N.V., Konstantinov P.I. Climate change adaptation for Russian cities: A case study of the thermal comfort assessment. *Springer International Publishing SWITZERLAND*, 2019, pp. 265-276.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 24.05.2023

Accepted: 28.11.2023

Stepan S. Tupov
Graduate student of the Department of Geography at Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-6283-3257, e-mail: tupov_steve@mail.ru

Elena G. Koroleva
Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor of the Department of Geography at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-9004-4581, e-mail: koroleva@cs.msu.ru

Sergey V. Pashkov
Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor, Dean of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, the North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, the Republic of Kazakhstan, e-mail: sergp2001@mail.ru