

Оригинальная статья / Original article
УДК 504.38
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий

Марина В. Кузякина¹, Дмитрий А. Гура^{2,3}

¹Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

²Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

³Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Контактное лицо

Марина В. Кузякина, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра геоинформатики, Кубанский государственный университет; 350049 Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.
Тел. +79182660472
Email marinavkuzyakina@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>

Формат цитирования

Кузякина М.В., Гура Д.А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 3. С. 66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Получена 20 февраля 2020 г.
Прошла рецензирование 14 апреля 2020 г.
Принята 29 июня 2020 г.

Резюме

Цель. Определить наиболее и наименее комфортные зоны Краснодарского края по месяцам.

Материал и методы. Исследуемые биоклиматические индексы учитывают совместное влияние температуры, скорости ветра, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, солнечной радиации в тех или иных комбинациях. Проведен геоинформационный анализ следующих биоклиматических индексов: эффективной температуры, эквивалентно-эффективной температуры, биоклиматически-активной температуры, радиационной эквивалентно-эффективной температуры и комплексного показателя уровня патогенного действия погоды на территории Краснодарского края. Индекс патогенного действия погоды – единственный индекс в статье, который учитывает атмосферное давление. В комплекс исследований добавлена оценка суровости зимы. Рассчитаны и картированы следующие индексы «холодового стресса»: интегральный показатель охлаждения (обморожения), индекс оценки суровости климата по Бодману, индекс охлаждения Сайпла-Пассела и ветро-холодовой индекс.

Результаты. Краснодарский край был разделен на 4 зоны комфортности: Азово-Черноморскую, Черноморскую, Юго-Восточную предгорную и континентальную.

Выводы. Установлены комфортные месяцы для проживания в Краснодарском крае в целом, и районы Краснодарского края, благоприятные для жизни в любое время года. Жесткость зимы в Краснодарском крае, как показал анализ, имеет тесную корреляцию с силой ветра.

Ключевые слова

Метеорология, картография, биоклиматическая комфортность, суровость климата.

Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Territory, Russia through the application of GIS-technologies

Marina V. Kuzyakina¹ and Dmitry A. Gura^{2,3}

¹Kuban State University, Krasnodar, Russia

²Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

³Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Principal contact

Marina V. Kuzyakina, Candidate of Physical and Mathematic Sciences, Assistant Professor, Department of Geoinformatics, Kuban State University; 149 Stavropolskaya St, Krasnodar, Russia 350049. Тел. +79182660472

Email marinavkuzyakina@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>

How to cite this article

Kuzyakina M.V., Gura D.A. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Territory, Russia through the application of GIS-technologies. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 3, pp. 66-76. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76

Received 20 February 2020

Revised 14 April 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Aim. To determine the most and least comfortable zones of the Krasnodar Territory by month.

Material and Methods. The bioclimatic indices studied take into account the combined influences of temperature, wind speed, relative humidity, atmospheric pressure and solar radiation in various combinations. A geoinformation analysis of the following bioclimatic indices was carried out: effective temperature, equivalent-effective temperature, bioclimatically active temperature, radiation equivalent-effective temperature, and a complex indicator of the level of pathogenic effects of weather in the Krasnodar Territory. The weather pathogenicity index is the only index in the article that takes into account atmospheric pressure. The study also added an assessment of the severity of winter. The following indices of "cold stress" were calculated and mapped: integrated cooling index (frostbite), Bodman climate severity index, Siple-Passel cooling index and wind-cold index.

Results. The Krasnodar Territory was divided into 4 comfort zones: Azov-Black Sea, Black Sea, South-Eastern Foothills and Continental.

Conclusions. Comfortable months have been established for living in the Krasnodar Territory as a whole, and areas of the Krasnodar Territory favourable for life at any time of the year. The severity of winter in the Krasnodar Territory as shown by the analysis is closely correlated with wind strength.

Key Words

Meteorology, cartography, bioclimatic comfort, severity of climate.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее информативным показателем влияния погоды на человека является индекс патогенности, он учитывает: температуру воздуха, влажность воздуха, атмосферное давление и скорость ветра.

Расчет биоклиматических показателей полезен для определения лучшего времени, например, для климатологического лечения, принятия человеком солнечных ванн. Как известно, резкая смена погоды, магнитные бури, другие климатические пики влияют на человеческий организм. При чем условно здоровые люди реагируют, как правило, в сторону поднятия настроения, усиления работоспособности, тогда как условно нездоровые, наоборот, впадают в депрессию, уныние, у них обостряются хронические заболевания.

Таким образом, проведенные исследования позволили раскрыть некоторые особенности природных условий Краснодарского края и на фактическом статистическом материале проанализировать влияние климатических и метеорологических факторов на пространственно-временное распределение степени комфортности территории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Взяты средние многолетние (среднемесячные) наблюдения температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости ветра и атмосферного давления из свободно-распространяемых данных глобальной прогностической системой национального управления океанических и атмосферных исследований (GFS NOAA) по следующим 30 населенным пунктам, которые равномерно расположены по территории Краснодарского края: Абинск, Адлер, Анапа, Армавир, Белореченск, Геленджик, Горячий Ключ, Гулькевичи, Джубга, Ейск, Каневская, Кореновск, Краснодар, Кропоткин, Крымск, Курганинск, Кушевская, Лабинск, Мостовской, Новокубанск, Новороссийск, Приморско-Ахтарск, Славянск-на-Кубани, Сочи, Темрюк, Тимашевск, Тихорецк, Туапсе, Усть-Лабинск, Хадыженск.

Для определения зон комфортности Краснодарского края с января по декабрь в течение всего года расчеты проводились по 5 основным известным биоклиматическим показателям [1]. В качестве первого биоклиматического показателя была принята эффективная температура, рассчитанная по классической формуле Миссенарда. Вторым биоклиматическим показателем стала эквивалентно-эффективная температура, рассчитанная по формуле так же разработанной Миссенардом. При расчетах третьего биоклиматического показателя биологически активной температуры использовалась формула Циценко. Четвертый показатель – радиационная эквивалентно-эффективная температура рассчитывался по адаптированной формуле Головиной и Русанова. Пятым показателем климатической комфортности был индекс патогенности погодных условий, предложенный Бокшей. Этот индекс представляет собой сумму индексов патогенности разных метеорологических величин и называется индексом патогенности метеорологической ситуации. Его составляющие:

индекс патогенности температуры воздуха, индекс патогенности влажности, индекс патогенности скорости ветра, индекс патогенности изменения атмосферного давления и индекс патогенности изменения температуры воздуха. Индекс патогенного действия погоды – единственный индекс в проведенном исследовании, который учитывает атмосферное давление.

В комплекс исследований добавлена оценка суровости зимы. Рассчитаны и картированы следующие индексы «холодового стресса»: интегральный показатель охлаждения (обморожения), индекс оценки суровости климата по Бодману, индекс охлаждения Сайпла-Пассела и ветро-холодовой индекс.

Индексы «холодового стресса» для Краснодарского края являются не столь актуальными, но их нельзя игнорировать полностью. Поэтому был рассмотрен ряд ветро-холодовых индексов.

Согласно действующим в Российской Федерации Методическим рекомендациям [2] введен интегральный показатель условий охлаждения (обморожения) – ИПУОО, определяемый согласно зависимости (в баллах) для холодного периода года, определяемый по формуле (1):

$$\text{ИПУОО} = 34,654 - 0,4664T + 0,6337w \quad (1)$$

Индекс жесткости погоды по Бодману рассчитывается только для холодного периода по формуле (2) [3]. В случае Краснодарского края был так же принят период с ноября по март.

$$S = (1 - 0,004T)(1 + 0,272w) \quad (2)$$

Для медицинских целей используется такой биоклиматический показатель, как индекс охлаждения Сайпла-Пассела. Однако интерпретация результатов происходит с делением всего на 3 класса, что может только исключить слишком некомфортные для человеческого организма метеорологические условия, но не дает конкретных рекомендаций [4-5]. Индекс охлаждения Сайпла-Пассела рассчитывается по формуле (3).

$$TW = \frac{(9+10,9\sqrt{w}-w)(33-T)}{1000} \quad (3)$$

Затем был рассчитан индекс ветрового охлаждения (ветро-холодовой индекс) по формуле (4).

$$TWC = 13,12 + 0,6215T - 11,37(3,6w)^{0,16} + 0,3965T(3,6w)^{0,16} \quad (4)$$

В формулах (1)–(4) T – температура воздуха, градусов; w – скорость ветра, м/с.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективная температура характеризует теплоощущение человеческого организма в раздетом виде. Одинаковое теплоощущение можно испытывать при

самых различных сочетаниях метеорологических элементов. Серия карт эффективной температуры Краснодарского края представлена на рисунке 1. Самая комфортная температура оказалась только в сентябре

на морском побережье (как Черного, так и Азовского моря) и в июне в предгорьях Кавказа – Мостовском и Апшеронском районах.

Эффективная температура (уровень комфортности) по формуле А. Миссенарда The effective temperature (comfort level) according to the formula of A. Missenard

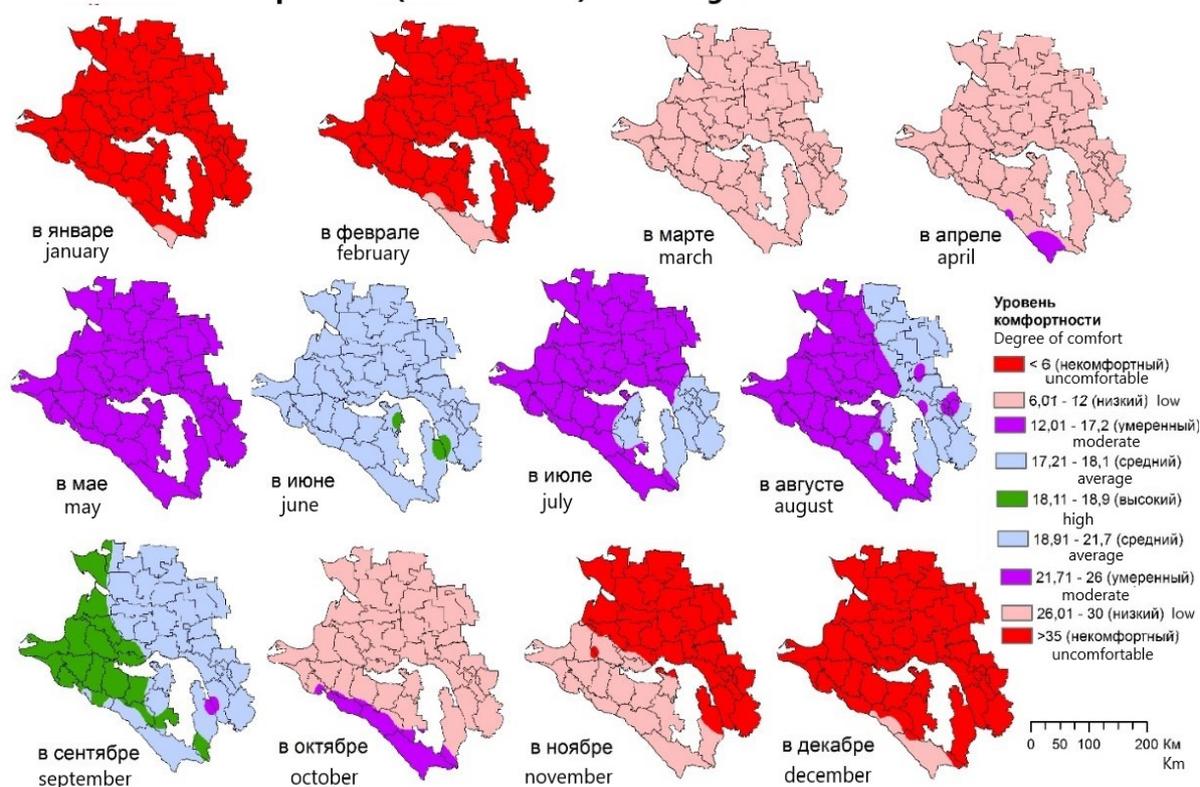


Рисунок 1. Карты эффективной температуры Краснодарского края
Figure 1. Maps of effective temperature of the Krasnodar Territory

Эквивалентно-эффективная температура – характеризует теплоощущение человеческого организма в одетом виде. Этот индекс используется при климатолечении [6]. Серия карт эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края представлены на рисунке 2.

Абсолютно комфортной эквивалентно-эффективной температуры в Краснодарском крае практически не бывает. В июне высокий уровень комфортности наблюдается в северо-западной части Краснодарского края. Тогда как в июле – в юго-восточной: Апшеронский, Мостовской, Отрадненский районы, то есть в предгорьях Кавказа.

С июня по сентябрь на всей территории Краснодарского края наблюдается средний уровень комфортности, в мае – умеренный, в октябре и апреле – низкий, с ноября по март – наблюдается некомфортная эквивалентно-эффективная температура.

Однако необходимо отметить, что в марте, октябре и ноябре в муниципальных образованиях

Туапсе и Сочи уровень комфортности на порядок лучше, чем на остальной территории Краснодарского края.

Биологически-активная температура - учитывает влияние радиации, отраженной поверхностью Земли, используется также в сельском хозяйстве в качестве параметра, характеризующего период активной вегетации сельскохозяйственных культур [7-9]. Серия карт биологически активной температуры Краснодарского края представлена на рисунке 3.

В летние месяцы биологически активная температура имеет некомфортный уровень, т.к. температура воздуха слишком сильно повышается. Наиболее комфортный уровень просматривается в континентальной части Краснодарского края в апреле и в октябре, тогда как вдоль побережья Черного моря – в ноябре, а Азовского – в апреле. Эти периоды считаются наиболее благоприятными для земледелия и сельскохозяйственных работ.

Эквивалентно-эффективная температура (уровень комфортности) по формуле А. Миссенарда
The equivalent effective temperature (comfort level) according to the formula of A. Missenard

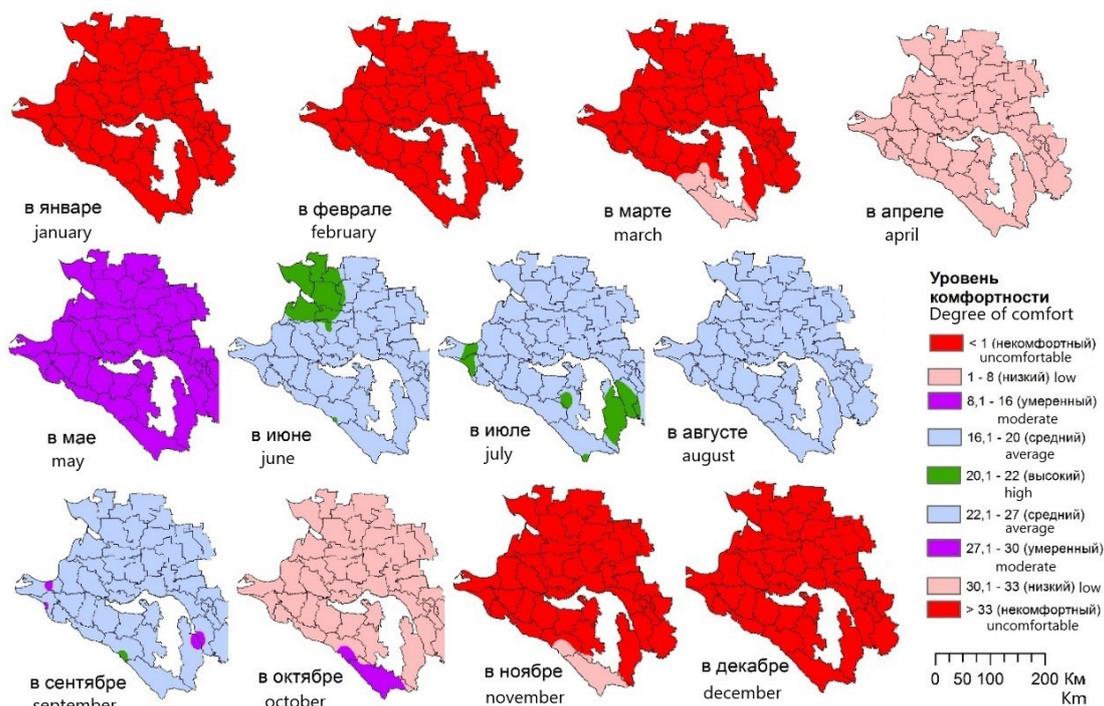


Рисунок 2. Карты эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края
Figure 2. Maps of the equivalent effective temperature of the Krasnodar Territory

Биологически активная температура (уровень комфортности) по формуле Циценко
Biologically active temperature (comfort level) according to Tsitsenko's formula

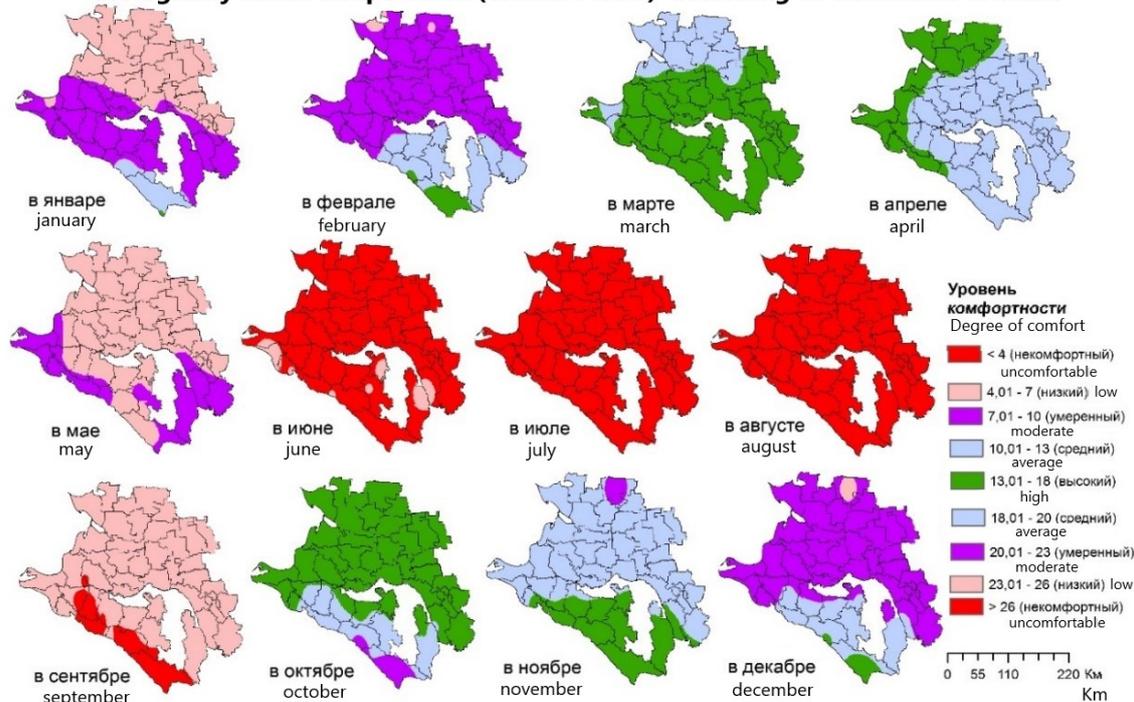


Рисунок 3. Карты биологически активной температуры Краснодарского края
Figure 3. Maps of biologically active temperature of the Krasnodar Territory

Радиационная эквивалентно-эффективная температура – мера теплового ощущения обнаженного человека, подвергающегося солнечному облучению, используется в климатотерапии для микроклиматической оценки

мест проведения климатолечебных процедур (солнечных ванн). Серия карт радиационной эквивалентно-эффективной температуры Красно-дарского края представлена на рисунке 4.

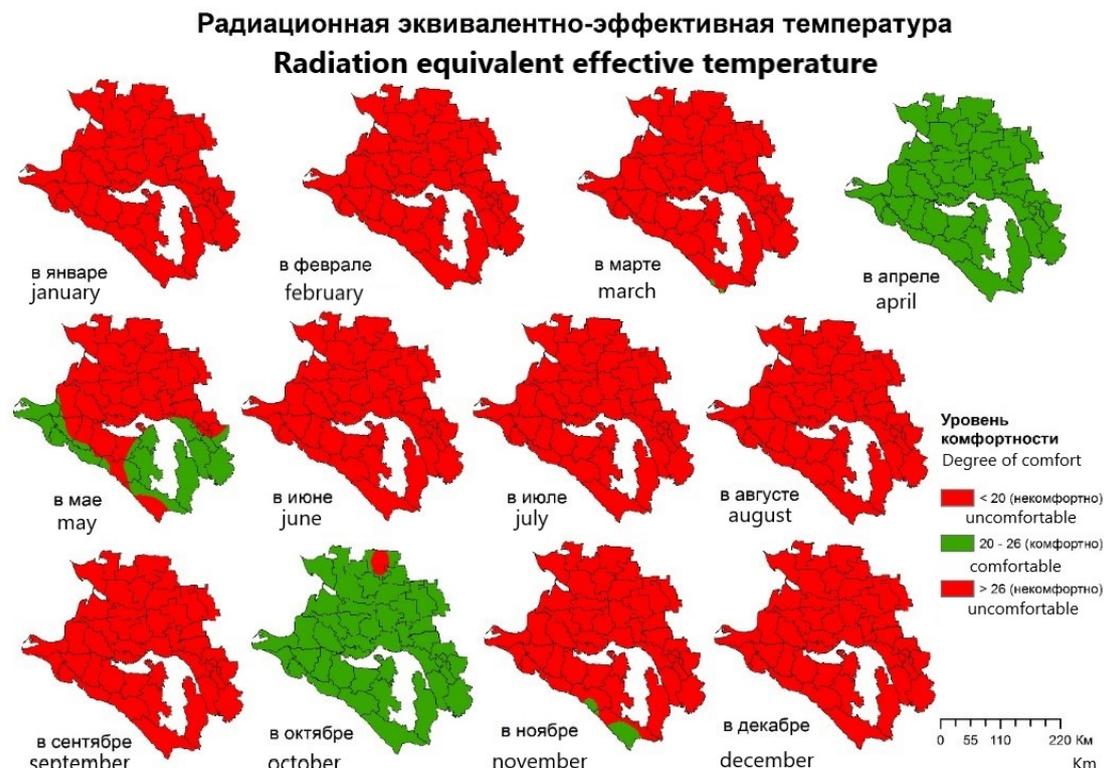


Рисунок 4. Карты радиационной эквивалентно-эффективной температуры Краснодарского края
Figure 4. Maps of the radiation equivalent effective temperature of the Krasnodar Territory

Солнечные ванны на открытом воздухе показаны в марте в районе Сочи, в ноябре – на черноморском побережье от Туапсе до Адлера, в апреле – на всей территории Краснодарского края, в октябре – так же на всей территории за исключением Кушевского района, а в мае – в горно-предгорной части края: от Горячего Ключа до Апшеронского, Отрадененского и Мостовского районов и горной части МО Сочи, в районе Таманского полуострова, а также на черноморском побережье от Анапы до Туапсе.

Для оценки степени раздражающего действия изменений погоды на организм используется индекс патогенности метеорологической ситуации. Он направлен скорее на констатацию резких перепадов показателей, чем на сами неблагоприятные метеорологические условия. Субъективно здоровые люди в критические дни часто испытывают улучшение настроения, переоценивают свои возможности. Переутомленные люди начинают преувеличивать трудности, проявляют склонность к аффективным и истероидным реакциям, повышенную агрессивность или, наоборот, пытаются избежать социальных контактов. Серия карт индекса патогенного действия погоды Краснодарского края представлена на рисунке 5.

Как видно, из полученного картографического материала, критические дни в Краснодарском крае по большей части наступают в зимние месяцы года, при чем в северозападной части края патогенное действие

продолжается до марта, а в районе Сочи заканчивается уже в январе. В эту пору людям необходимо быть особенно осторожными.

Интерпретация результатов расчетов интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) по (1) производится разделению результатов расчетов на 4 класса:

Игнорируемый уровень (отсутствие обморожения), возможно длительное пребывание на холоде (ИПУОО \leq 34); умеренный уровень, продолжительность безопасного пребывания на холоде – не более 60 минут (34 < ИПУОО \leq 47); критический уровень, возможно пребывание не более 1 минуты (47 < ИПУОО \leq 57); катастрофический уровень, при котором возможно пребывание не более 30 секунд (ИПУОО > 57).

Серия карт интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) Краснодарского края в холодный период года представлена на рисунке 6.

На Черноморском побережье в районе Большого Сочи согласно интегральному показателю охлаждения (обморожения) уровень охлаждения можно считать игнорируемым полностью в течение всего года [10]. Тогда как в зимние месяцы на остальной территории Краснодарского края наблюдается умеренный уровень охлаждения. В марте – в основном игнорируемый уровень охлаждения, а в ноябре наблюдается эффект аккумуляции тепла морем и можно увидеть четкую границу игнорируемого уровня охлаждения вдоль Кавказского хребта.

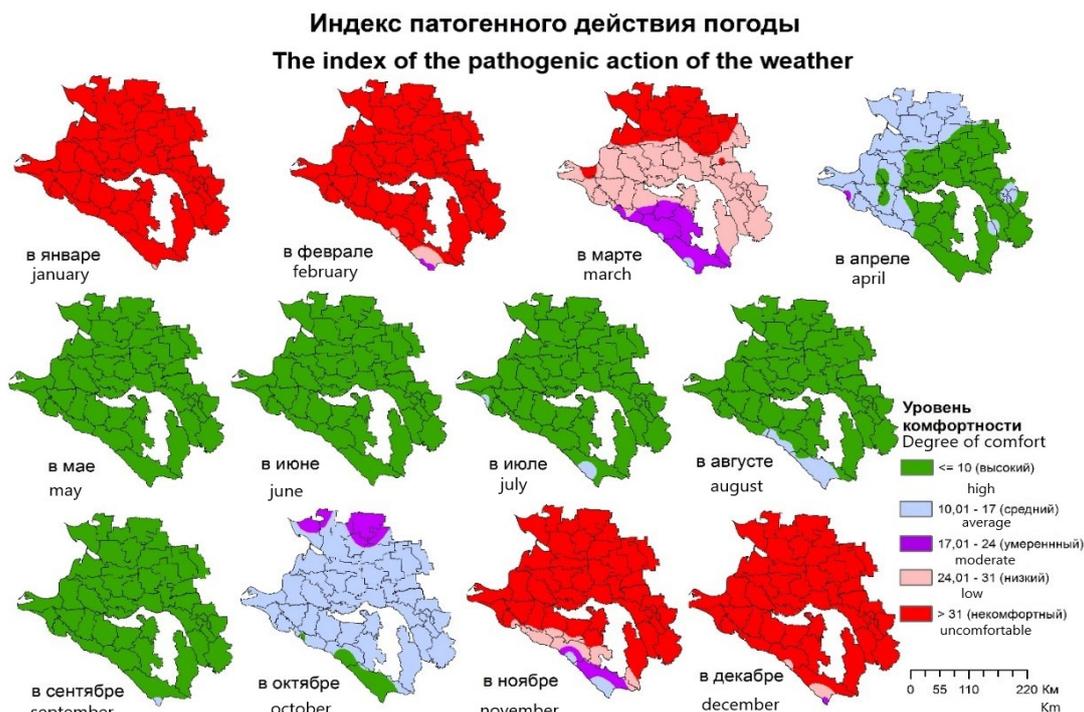


Рисунок 5. Карты индекса патогенного действия погоды Краснодарского края
Figure 5. Maps of the index of pathogenic action of the weather in Krasnodar Territory

Интегральный показатель условий охлаждения (обморожения)
The integral indicator of cooling conditions (frostbite)

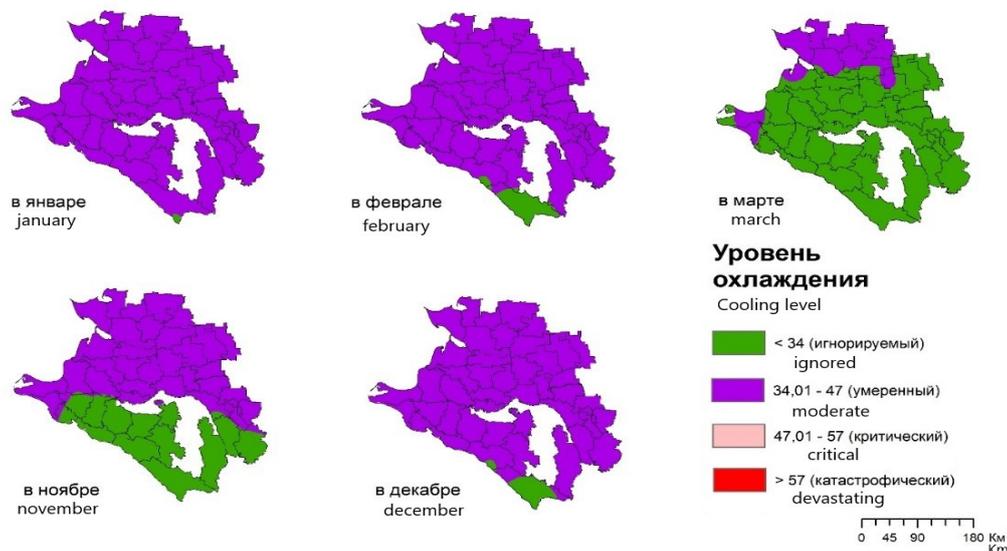


Рисунок 6. Карты интегрального показателя условий охлаждения (обморожения) Краснодарского края в холодный период года
Figure 6. Maps of the integral indicator of cooling conditions (frostbite) in the Krasnodar Territory during the cold period of the year

Для оценки суровости климата Бодман предложил шкалу баллов «жесткости». Для расчета он взял в основу время, необходимое для охлаждения сосуда с водой начальной температуры 30°C до конечной температуры 20°C. Данная шкала делит уровень суровости климата на 7 классов: не суровая погода ($S \leq 1$), мало суровая погода ($1 < S \leq 2$), умеренно суровая погода ($2 < S \leq 3$),

суровая погода ($3 < S \leq 4$), очень суровая погода ($4 < S \leq 5$), жестко суровая погода ($5 < S \leq 6$), крайне суровая погода ($S > 6$).

Серия карт индекса жесткости погоды Краснодарского края в холодный период года по Бодману представлена на рисунке 7.

Индекс жесткости погоды по Бодману Bodman's weather severity index

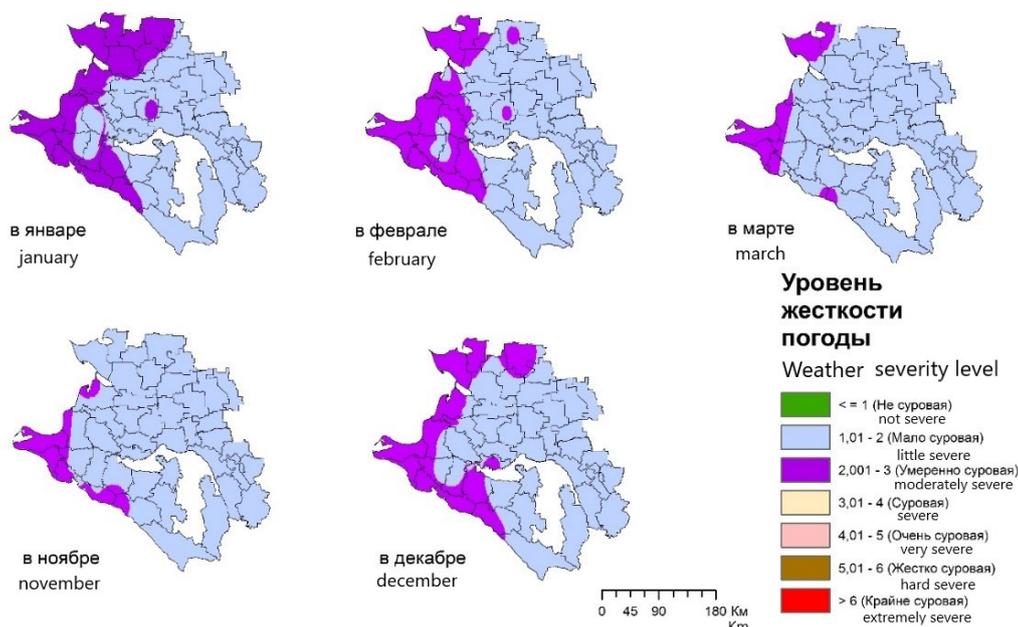


Рисунок 7. Карты индекса жесткости погоды Краснодарского края в холодный период года
Figure 7. Maps of the weather severity index of the Krasnodar Territory in the cold period of the year

Согласно проведенным расчетам в Краснодарском крае в основном мало суровая погода, в зимние месяцы бывает умеренно суровой. Совсем не суровой ее назвать нельзя на всей территории Краснодарского края. При этом именно на побережье Азовского моря и до Туапсе по линии Черноморского побережья погода оказалась суровее, чем на континентальной части края. Это можно объяснить более сильными ветрами [11].

Из полученного картографического материала можно сделать вывод, что индекс жесткости погоды Бодмана в отличие от других биоклиматических индексов очень чувствителен к силе ветра, так как он выделил в один наименее благоприятный период территорию Краснодарского края, на которой наблюдаются значительные ветры.

Для анализа расчетов индекса Сайпла-Пассела (3) используется следующая интерпретация суровости охлаждения. Прохладно ($TW \leq 0,8$), очень прохладно ($0,8 < TW \leq 3$) и невыносимый холод ($TW > 3$).

Индекс Сайпла-Пассела, рассчитанный по формуле (3), показал, что на всей территории Краснодарского края сравнительно мягкие зимы, все значения попали во второй класс, превышая границу класса на 0,6, то есть оказались в интервале (0,8–1,4). Нужда в картографировании этих результатов отсутствует.

Ветро-холодовый индекс (4) определен только для температур не выше 10 °C и скоростей ветра больше 4,68 километров в час (больше 1,3 метров в секунду) и только в холодный период года. Поэтому он рассчитан, так же, как и индекс суровости Бодмана с ноября по март. Серия карт, построенных по результатам расчета ветро-холодового индекса, представлена на рисунке 8. Интерпретация ветро-холодового индекса дает рекомендации по утеплению тела человека и времени

пребывания на открытом воздухе. Комфортно при $TWC > 0$. При $-9 < TWC \leq 0$ существует небольшой риск охлаждения, некоторый дискомфорт. Рекомендуется тепло одеваться и оставаться сухим. При $-27 < TWC \leq -9$ существует риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей защиты. Дискомфортно. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф и закрытую, непромокаемую обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При $-39 < TWC \leq -27$ открытая кожа может замерзнуть в течении 10-30 минут. Существует риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околечение и побеление. Риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При значениях $-47 < TWC \leq -39$ открытая кожа может замерзнуть в течении 5-10 минут. Высокий риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околечение и побеление. Риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую

обувь. Надо оставаться сухим и на морозе двигаться. При $-54 < TWC \leq -47$ открытая кожа может замерзнуть в течении 2-5 минут. Очень высокий риск обморожения: требуется проверять лицо, открытые участки кожи и конечности на околочение и побеление. Серьезный риск гипотермии в случае продолжительного нахождения на воздухе без соответствующей одежды или укрытия от холода и ветра. Требуется осторожность при пребывании на улице. Рекомендуется одеваться в несколько слоев теплой одежды, внешний слой не должен

пропускать ветра. Рекомендуется не оставлять открытых участков кожи. Рекомендуется носить шапку, варежки или перчатки, шарф, маску и закрытую, непромокаемую обувь, постараться отменить или сократить выходы на улицу, оставаться сухим и двигаться. При $TWC \leq -54$ чрезвычайно высокий риск охлаждения: открытая кожа может замерзнуть менее чем за 2 минуты. Опасные условия внешней среды. Необходимо оставаться в помещении.

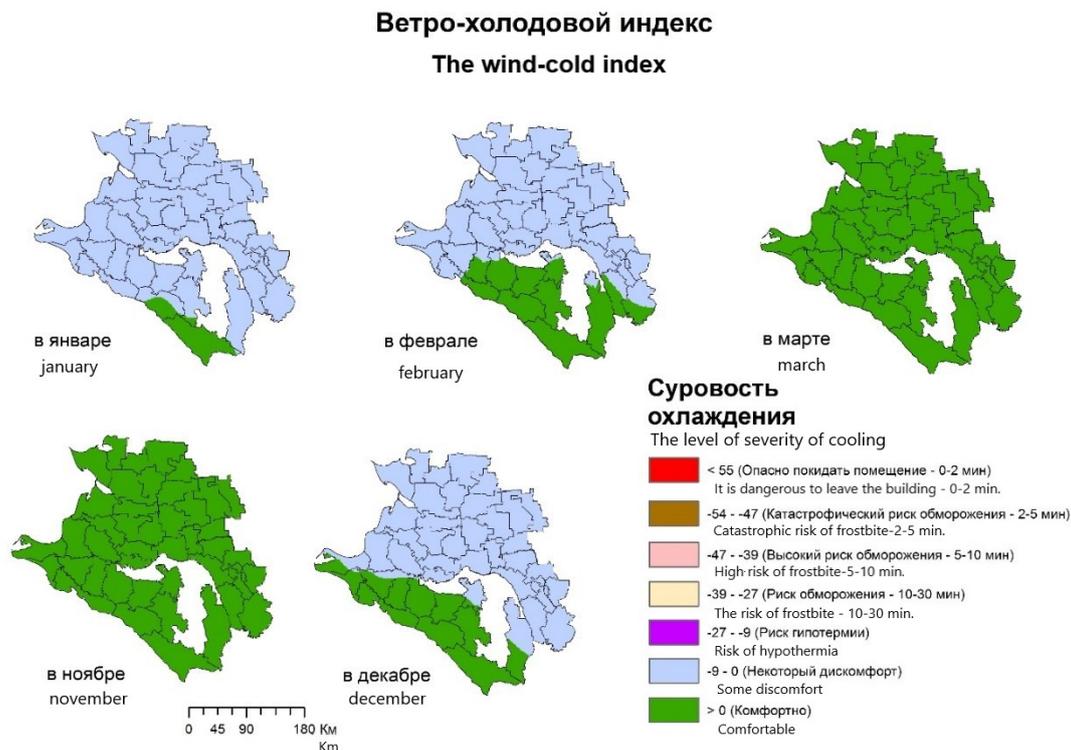


Рисунок 8. Карты ветро-холодового индекса суровости охлаждения Краснодарского края в холодный период года
Figure 8. Maps of the wind-cold index of the severity of cooling in the Krasnodar Territory during the cold period of the year

Как видно из рисунка 8, о холодном периоде года в Краснодарском крае можно сказать, что он достаточно комфортный. На черноморском побережье комфортно весь год, в равнинной части края существует небольшой риск гипотермии, присутствует некоторый дискомфорт. Рекомендуется тепло одеваться и оставаться сухим. Однако, риск обморожения отсутствует.

ВЫВОДЫ

Все картографические произведения, представленные в работе, являются авторскими. Они были выполнены в ГИС ArcGIS компании ESRI версии 10.6 посредством использования модуля geostatistical analyst. Здесь же была выполнена компоновка карт и создание макета для экспорта в растровый формат данных.

Геоинформационный анализ позволяет говорить, что на территории Краснодарского края наиболее комфортными месяцами являются июнь и сентябрь.

Было установлено, что самыми благоприятными для комфортной в климатическом плане жизни районами Краснодарского края по совокупности факторов является Черноморское побережье от МО Туапсе до МО Сочи.

В соответствие с полученными результатами в холодный период года формирование климатического дискомфорта проходит под влиянием низких температур и усиления ветра. Однако суровым климат Краснодарского края назвать нельзя. В класс полностью комфортных температур расчеты тоже не попали. Во всех индексах зимние месяцы Краснодарского края подпали под формулировки «мало суровая», «умеренный дискомфорт», «некоторый дискомфорт».

Анализируя все перечисленные показатели, можно сделать вывод о том, что территория Краснодарского края имеет закономерную климатическую неоднородность на следующие зоны: «Черноморскую» зону вдоль Черноморского побережья от МО Геленджик до МО Сочи; «Азово-Черноморскую» зону вдоль Черноморского побережья от МО Новороссийск до МО Анапа, а также вдоль Азовского побережья от Темрюкского района до Ейского; «Юго-восточную предгорную» зону на Юго-востоке Краснодарского края от Апшеронского района до Мостовского и Отрадненского районов; «Континентальную» зону, в которую входит вся остальная преимущественно равнинная часть Краснодарского края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Gura D., Kuzyakina M., Gribkova I. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Krai // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019, Don State Technical University. Rostov-on-Don. Vol. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. pp. 1-8.
- 2 Методические рекомендации. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях 2.2.7.2129-06. 2006. 12 с.
- 3 Кобышева Н.В., Стадник В.В., Ключева М.В. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. СПб, 2008. 336 с.
- 4 Gura D., Dubenko Yu., Markovskiy I., Pshidatok S. Monitoring infrastructure facilities of territories in agricultural sector // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012185
- 5 Gura D., Dubenko Yu., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 403. Iss. 1. 19 December, 2019. 012184. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012184
- 6 Shipilova N.A., Savenko A.A., Shikhovtsov A.A., Sekisov A.N., Popov R.A., Mikheev G.V. Organizational and technological aspect of innovation development of resort-Tourist locations of the Russian Black sea // International Journal of Applied Business and Economic Research. 2017. V. 15. Iss. 23. P. 173-183.
- 7 Kuzyakina M., Gura D., Sekisov A., Granik N. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning. In: Murgul V., Pasetti M. (eds) // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. V. 983. Springer, Cham. P. 403-41. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- 8 Погорелов А.В., Липилин Д.А. Опыт дешифрирования земель разного хозяйственного назначения на территории Краснодарского края по материалам космической съемки // Известия Кубанского государственного университета. Естественные науки. 2013. N 1. С. 92-99.
- 9 Погорелов А.В., Липилин Д.А. О дешифрировании объектов землепользования по космическим снимкам на территории Краснодарского края // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. N 2 (35). С. 46-51.
- 10 Antipceva J., Volkova T., Lipilin D., Yarotskaya E. Tourist potential of specially protected areas of the Black Sea coast // Mediterranean Coastal Foundation. Mugla Turkey. 2019. P. 233-240.
- 11 Липилин Д.А. Оценка воздействия свалок на компоненты ландшафтной сферы Краснодарского края по данным спутниковой съемки // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Краснодар: КубГУ, 2015. С. 625-630.
- Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, Interagromash 2019; Don State Technical University Publ., Rostov-on-Don, vol. 403, iss. 1, 19 December 2019, pp. 1-8.
- 2 *Metodicheskie rekomendatsii. Fiziologiya truda i ergonomika. Rezhimy truda i otdykha rabotayushchikh v kholodnoe vremya na otkrytoi territorii ili v neotaplivaemykh pomeshcheniyakh 2.2.7.2129-06* [Methodical recommendation. Physiology of work and ergonomics: work and rest Modes for cold-weather workers in open areas or unheated areas]. 2006. 12 p. (In Russian)
- 3 Kobysheva N.V., Stadnik V.V., Klyueva M.V. *Rukovodstvo po spetsializirovannomu klimatologicheskomu obsluzhivaniyu ekonomiki* [Guide to specialized climate services for the economy]. SPb, 2008, 336 p. (In Russian)
- 4 Gura D., Dubenko Y., Markovskiy I., Pshidatok S. Monitoring infrastructure facilities of territories in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, iss. 1, 19 December, 2019, 012185. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012185
- 5 Gura D., Dubenko Yu., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G. 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 403, iss. 1, 19 December, 2019, 012184. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012184
- 6 Shipilova N.A., Savenko A.A., Shikhovtsov A.A., Sekisov A.N., Popov R.A., Mikheev G.V. Organizational and technological aspect of innovation development of resort-Tourist locations of the Russian Black sea. International Journal of Applied Business and Economic Research, 2017, vol. 15, iss. 23, pp. 173-183.
- 7 Kuzyakina M., Gura D., Sekisov A., Granik N. Assessment of Potential Forest Biomass Resource on the Basis of Data of Air Laser Scanning. International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2018. EMMFT-2018 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, vol. 983, pp. 403-41. DOI: 10.1007/978-3-030-19868-8_41
- 8 Pogorelov A.V., Lipilin D.A. Experience in decoding land for various economic purposes on the territory of the Krasnodar region based on space survey materials. *Izvestiya Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye nauki* [Bulletin of the Kuban State University. Natural Sciences]. 2013, no. 1, pp. 92-99. (In Russian)
- 9 Pogorelov A.V., Lipilin D.A. Interpretation objects of land use on space images in the Krasnodar region. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Newsletter of North-Caucasus Federal University]. 2013, no. 2 (35), pp. 46-51. (In Russian)
- 10 Antipceva J., Volkova T., Lipilin D., Yarotskaya E. Tourist potential of specially protected areas of the Black Sea coast. Mediterranean Coastal Foundation, Mugla Turkey, 2019, pp. 233-240.
- 11 Lipilin D.A. [Assessment of the impact of landfills on the components of the landscape sphere of the Krasnodar region based on satellite data]. In: *InterKarto/InterGIS-21: Ustoichivoe razvitie territorii: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie* [InterKarto / InterGIS-21: Sustainable development of territories: cartographic and geoinformation support]. Krasnodar, KubSU Publ., 2015, pp. 625-630. (In Russian)

REFERENCES

- 1 Gura D., Kuzyakina M., Gribkova I. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar Krai. IOP Conference

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Марина В. Кузякина проанализировала данные, предоставила картографический материал, написала рукопись. Дмитрий А. Гура предоставил исходный материал, разработал концепцию статьи, участвовал в написании работы. Оба автора в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Marina V. Kuzyakina analysed the data, provided cartographic material and wrote the manuscript. Dmitry A. Gura provided the source material, developed the concept of the article and participated in writing the study. Both authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Марина В. Кузякина / Marina V. Kuzyakina <https://orcid.org/0000-0003-0492-3630>

Дмитрий А. Гура / Dmitry A. Gura <https://orcid.org/0000-0002-2748-9622>