

УДК 551.588.1(924.471):004.9

В. А. Михайлов

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского

АНАЛИЗ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА С ПОМОЩЬЮ ГИС

В статье приводится методика построения карт показателей континентальности климата для территории Крымского полуострова. Проанализировано пространственное распределение показателей и выявлены современные тенденции изменения континентальности климата.

Ключевые слова: континентальность климата, индексы континентальности, Крымский полуостров, ГИС.

В. А. Михайлов

АНАЛІЗ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТІ КЛІМАТУ КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС

У статті приводиться методика побудови карт показників континентальності клімату для території Кримського півострова. Проаналізовано просторовий розподіл показників і виявлено сучасні тенденції зміни континентальності клімату.

Ключові слова: континентальність клімату, індекси континентальності, Кримський півострів, ГІС.

V. A. Mikhailov

GIS ANALYSIS OF CLIMATE CONTINENTALITY OF THE CRIMEAN PENINSULA

The article provides the method of construction of maps of continentally characteristics for the territory of the Crimean peninsula. Space distribution of characteristic indexes is analyzed, and the modern trends of change of climate continentality are found out.

Keywords: continentality of climate, continentality index, the Crimean peninsula, GIS.

Введение. Взаимодействие суши и моря является одним из важнейших факторов формирования климата на Земле. Особая роль такого взаимодействия отмечается для приморских территорий, с протяженной морской границей, например, Крымского полуострова.

Роль взаимодействия суши и моря обычно выражается через понятие континентальности и океаничности климата. Различия в континентальности климата — амплитудах температуры воздуха, количестве осадков, режиме их выпадения, влажности воздуха и общей облачности — обуславливают соответствующие различия и в ландшафтах. Кроме крупных секторов в пределах целого материка климатические различия при взаимодействии суши и моря формируются также на небольших территориях. В частности, в условиях умеренного и субтропического поясов с господством переноса воздушных масс одного направления (например, на южных гористых полуостровах Европы).

Исходные предпосылки. Несмотря на относительно хорошую климатическую изученность Крыма, оценка степени континентальности климата полуострова практически не изучена. Положение Крымского полуострова в общей схеме континентальности климата Евразии иллюстрируют обзорные мировые карты распределения некоторых показателей: изономал [6], Хромова [7], Иванова [3, 4], Горчинского. Непосредственно для Крымского полуострова континентальность климата была оценена И. В. Ведем [2, 5], построившим карту распределения показателя на основе режима выпадения осадков (соотношения осадков теплого и холодного сезонов года). Большой объем карт метеоэлементов

(относительная влажность воздуха, ветрового режима, туманов, суховеев и др.), по которым можно оценить характер пространственного распределения континентальности, собран в Климатическом атласе Крыма [5]. Таким образом, в условиях современного изменения климата анализ континентальности климата Крымского полуострова является весьма актуальной задачей.

Цель исследования. Целью статьи является разработка и анализ карт распределения показателей континентальности климата в пределах Крымского полуострова. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: обобщить имеющиеся подходы к оценке континентальности климата, построить с помощью ГИС и проанализировать карты распределения показателей континентальности климата в пределах Крымского полуострова, выявить современные тенденции в изменении континентальности климата.

Изложение основного материала. Наиболее распространенный способ оценки континентальности климата связан с анализом годовой амплитуды температуры воздуха, закономерно изменяющейся в зависимости от удаленности от моря. Самые простые показатели предусматривают сравнение амплитуды температуры воздуха в конкретной точке и средней амплитуды на соответствующей параллели [3, 4, 6]:

аномалия температуры воздуха: $k = A_0 - A$
показатель Н. Н. Иванова (1): $k = A - A_0$

показатель Н. Н. Иванова (2): $k = \frac{A}{A_0}$

где A — годовая амплитуда температуры воздуха,

A_0 — средняя широтная годовая амплитуда температуры воздуха для всего земного шара.

Значения этого рода показателей имеют положительные и отрицательные значения и ноль, соответственно указывая на большее континентальное или океаническое влияние.

Наиболее распространенные показатели — индексы континентальности — предусматривают анализ амплитуды температуры воздуха в соответствии с широтой точки [6, 7, 8]:

$$\text{Л. Горчинского: } k = \frac{1.7 A}{\sin \varphi} - 20.4 \quad (\text{от } 0 \text{ до } 100)$$

$$\text{Конрада: } k = \frac{1.7 A}{\sin(\varphi + 10)} - 14 \quad (\text{от } 0 \text{ до } 100)$$

$$\text{В. Ценкера (1): } k = \frac{6}{5} \cdot \left(\frac{A}{\varphi} - 20 \right) \quad (\text{от } 0 \text{ до } 100)$$

$$\text{В. Ценкера (2): } k = \frac{A}{\varphi} \cdot 100 \quad (\text{от } 8 \text{ до } 100)$$

$$\text{С. П. Хромова: } k = \frac{A - 1.54 \cdot \sin \varphi}{A} \cdot 100 \quad (\text{от } 0 \text{ до } 92)$$

$$\text{Н. Н. Иванова (3): } k = \frac{A}{0.33 \cdot \varphi} \cdot 100 \quad (\text{от } 25 \text{ до } 300)$$

где A — годовая амплитуда температуры воздуха, φ — широта.

Значения индексов континентальности преимущественно изменяются от 0 до 100, и минимальные значения индекса соответствуют морскому климату, максимальные — континентальному. Для значений показателя континентальности Л. Горчинского существуют интерпретации: менее 33% — климат морской, 34–66% — континентальный, 67–100% — резкоконтинентальный [4].

Еще один подход в оценке континентальности климата основывается на анализе режима выпадения осадков — соотношении осадков теплого и холодного сезонов года, которое оценивается по следующей формуле [9]:

$$k = \frac{R(III - VIII)}{R(IX - II)}$$

где $R(III - VIII)$ — среднее количество осадков в марте-августе, $R(IX - II)$ — в ноябре-феврале.

При $k \leq 1$ климат считается морским (неконтинентальным), при $1.75 \geq k \geq 1$ полуконтинентальным, при $3.5 \geq k \geq 1.75$ континентальным, при $k > 3.5$ резкоконтинентальным.

Для более полной оценки континентальности по нескольким показателям Н. Н. Ивановым (1959) был предложен комплексный коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$k = \frac{(A_r + A_c + 0.25D_0)}{(0.36\varphi + 14)} \cdot 100$$

где A_r — годовая амплитуда температуры воздуха, A_c — суточная амплитуда температуры воздуха, D_0 — недостаток относительной влажности воздуха в самый сухой месяц, φ — широта пункта.

Для расчета показателей континентальности было использовано самое полное обобщение климатических данных для территории Крымского полуострова за первую половину — середину прошлого века [10]. Данные о средней широтной годовой амплитуде температуры воздуха для всего земного шара взяты из работы [3].

Расчет и визуализация показателей континентальности выполнялся с помощью программного комплекса ArcGIS 10.0.

На первом этапе на основе данных по 70 метеостанциям в пределах полуострова и южной части Херсонской области с помощью модуля Geostatistical Analyst, способом Simple Kriging была выполнена интерполяция с построением итогового растрового слоя годовой амплитуды воздуха. Дополнительно по параллелям 44°, 45°, 46° и 47° был построен растровый слой средней широтной годовой амплитуды температуры воздуха для всего земного шара и растровый слой широт. На основании полученных материалов с помощью функции Калькулятор растра модуля Spatial Analyst выполнялся непосредственный расчет и получение растровых слоев показателей, основанных на сравнении годовой амплитуды температуры воздуха в конкретной точке и средней амплитуды на соответствующей параллели (рис. 1), и некоторых индексов континентальности (рис. 2). Для сравнения, карта распределения индекса Л. Горчинского была построена также путем интерполяции рассчитанных значений показателя для конкретных точек (рис. 2, А-2). Полученные карты практически идентичны.

Для расчета следующей группы показателей аналогично построены растровые слои соотношения осадков теплого и холодного сезонов года, вычисленного по данным 136 метеостанций и метеопостов для Крыма и прилегающей части Херсонской области [10]. Для вычисления комплексного показателя континентальности (Н. Н. Иванова (4)) по данным 14 метеостанций методом Radial Basis Functions построены растровые слои суточной амплитуды температуры и недостатка относительной влажности воздуха в самый сухой месяц. Полученные итоговые карты распределения показателя континентальности в зависимости от соотношения осадков теплого и холодного сезонов года и комплексного показателя Н. Н. Иванова приведены на рисунке 3.

Большинство показателей континентальности климата основываются на анализе годовой амплитуды температуры воздуха, которая в пределах Крымского полуострова изменяется субширотно, от 19.5 °С в области Главной гряды гор и Гераклейского полуострова и 21 °С на крайнем западе Тарханкутского полуострова до 26 °С на Перекопском перешейке (рис. 1, Г). Анализ построенных

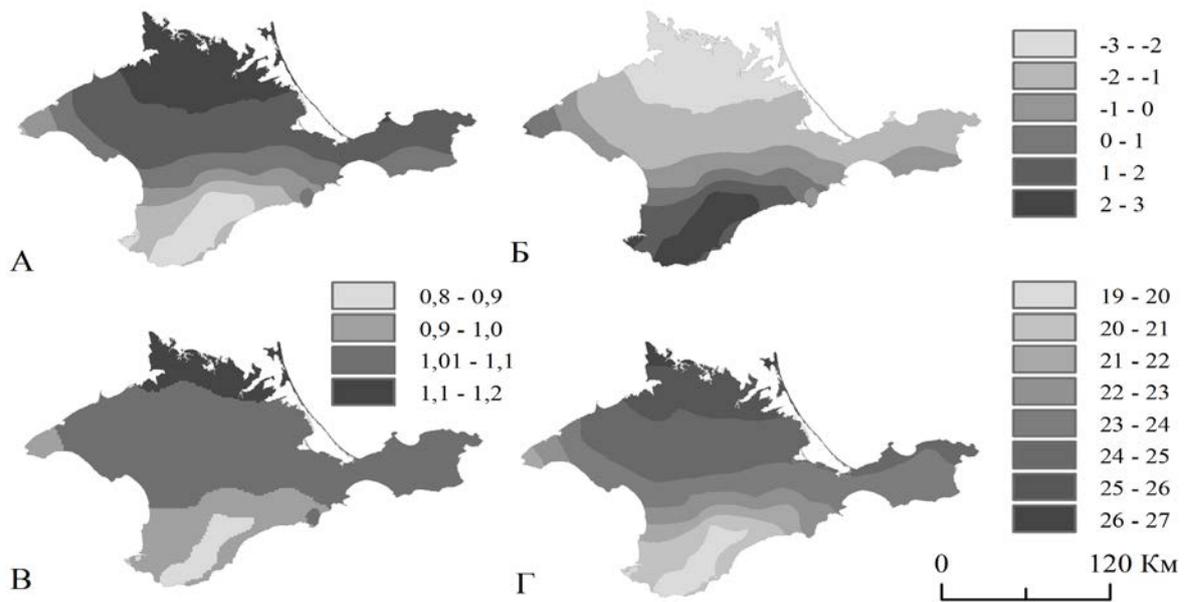


Рис. 1. Распределение простых показателей континентальности Крымского полуострова, основанных на сравнении годовой амплитуды температуры воздуха в конкретной точке и средней амплитуды на соответствующей параллели:
 А — аномалия температуры воздуха; Б — показатель Н.Н. Иванова (1); В — показатель Н. Н. Иванова (2);
 Г — годовая амплитуда температура воздуха.

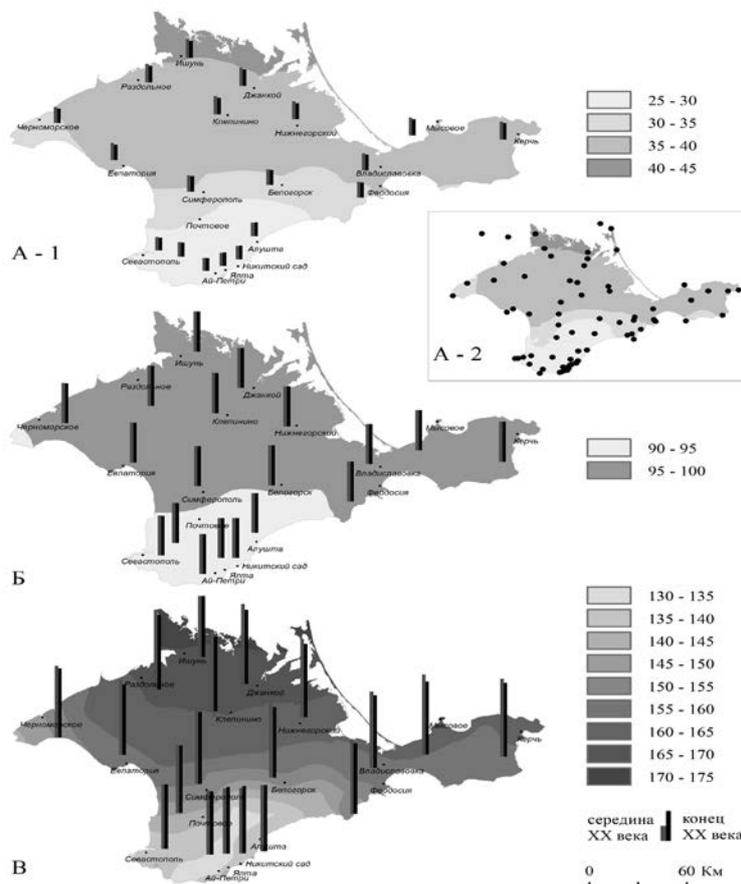


Рис. 2. Пространственное распределение показателей континентальности климата Крымского полуострова:
 А — Л. Горчинского, построены с помощью: А-1 — калькулятора растра, А-2 — интерполяции по точкам;
 Б — С. П. Хромова; В — Н. Н. Иванова (3).

карт свидетельствует, что в соответствии с амплитудой воздуха изменяются и значения показателей континентальности, фиксируя увеличение континентальности климата с юга и запада полуострова на север и восток. При этом значения различных индексов варьируются: от 3 единиц (Хромова), 14 (Конрада), 19 (Горчинского) до 40 (Иванова (3)). Согласно интерпретациям индекса Горчинского Крымские горы и запад Тарханкутского полуострова имеют морской климат, остальная территория — континентальный. Распределению годовой амплитуды температуры воздуха, в общем, соответствует распределение комплексного показателя Н. Н. Иванова (рис. 3, Б).

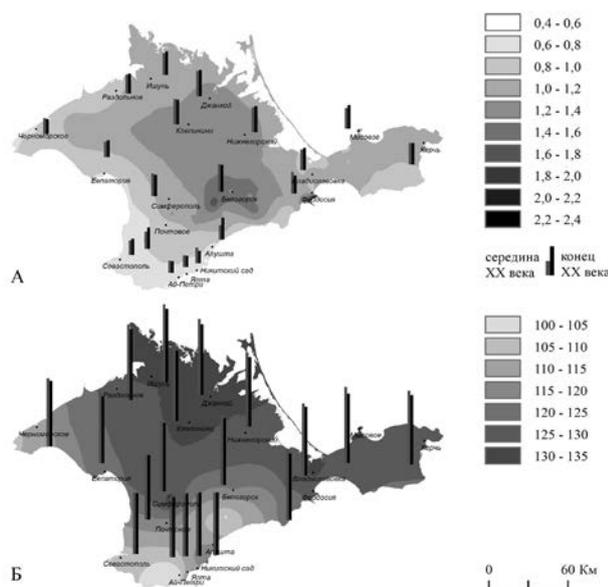


Рис. 3. Пространственное распределение показателей континентальности климата Крымского полуострова:

А — соотношения осадков теплого и холодного сезонов года;

Б — комплексный Н. Н. Иванова.

Несколько иная картина пространственного распределения отмечается для показателя континентальности, основанного на соотношении осадков теплого и холодного времени года. Анализ соответствующих карт, построенных И. П. Ведем [1, 4], а затем автором (рис. 3, А), указывает на наличие в центре полуострова, включая большую часть Керченского полуострова, ядра с полуконтинентальным климатом. Значительные пространства на юге и западе полуострова, а также узкая полоса вдоль восточного, юго-восточного и, возможно, северного и северо-восточного побережья имеют морской климат. Такое соотношение связано со сглаживающим действием морской акватории и формированием в южной и юго-западной частях субсредиземноморского климата с зимним максимумом осадков и барьерной ролью Крымских гор, вследствие чего «континентальное ядро» сдвинуто в центре полуострова к северо-востоку.

Таким образом, пространственное распределение показателей континентальности, базирующихся на изменении амплитуды воздуха, и связанных

с режимом осадков имеет близкую картину: для Крымских гор, ЮБК и запада Тарханкутского полуострова отмечается морской климат, который сменяется в равнинном Крыму (полу-) континентальным климатом.

Для анализа современных тенденций изменения климата использовались осредненные климатические данные за период 1986–2005 гг. [1]. Разреженность современной сети метеостанций и метеопостов не позволяет построить корректные карты распределения показателей континентальности. Поэтому для выявления современной тенденции на карту нанесены значения некоторых индексов континентальности в виде диаграмм (рис. 2).

Изменение амплитуды температуры воздуха проявляется в уменьшении температуры на 0.5–2.2 °C в равнинных центральных предгорных районах увеличении температуры на 0.1–0.6 °C, и стабильности, в горной части и юго-западном предгорье. При этом проявляется увеличение общих максимальных температур на 0.31 °C, за исключением района Феодосия — Мысовое, и увеличение минимальных температур от 0.2–0.3° в горно-южнобережной части полуострова до 1.52° в равнине. Соответственно, проявляется и общее уменьшение континентальности климата, за исключением горной части и ЮБК, где степень континентальности либо неизменна, либо слабо возросла. Иную картину изменения континентальности климата фиксирует показатель соотношения осадков: увеличение степени континентальности фиксируется в равнинном и юго-западном Крыму (на 0.04–0.2) и уменьшение — на ЮБК и Тарханкутском полуострове (на 0.02–0.17), при этом область полуконтинентального климата смещается в юго-западную гористую часть полуострова. Такие изменения при общем увеличении суммы осадков в Крыму связаны с большим увеличением осадков теплого сезона на 20–70 мм в равнинной и предгорной частях, и изменениями, как уменьшением так и увеличением, суммы осадков в холодный сезон в горно-южнобережной части. Таким образом, изменение континентальности климата в Крыму отражает общие тенденции изменения климата: увеличение температуры воздуха и годовой суммы осадков.

Выводы. Использование ГИС-технологий позволяет более точно оценить пространственное изменение показателей континентальности климата. Анализ построенных для территории Крымского полуострова карт распределения показателей континентальности климата, основанных на оценке среднегодовой амплитуды температуры воздуха (Иванова, Горчинского, Хромова и др.), годового режима выпадения осадков, а также комплексного показателя Иванова, показывает сложную картину изменения континентальности в пространстве. При этом основная тенденция проявляется в формировании в пределах Крымских гор, Южного берега Крыма и запад-

ной части Тарханкутского полуострова морского климата, который сменяется в равнинном Крыму (полу) континентальным. Современные тенденции изменения континентальности в Крыму, отражая общие направления изменения климата (увеличение температуры воздуха и годовой суммы осадков), имеют неоднозначный характер: согласно показателям, основанным на оценке годовой амплитуды

температуры воздуха, на большей части территории полуострова отмечается общее уменьшение континентальности климата, а согласно показателям соотношения осадков, наоборот, увеличение.

**Рецензент: доктор географических наук,
профессор Б. А. Вахрушев**

Література:

1. Агрокліматичний довідник по Автономній республіці Крим (1986-2005 рр.) // За ред. в.о. начальника ЦГМ в АРК О. І. Прудка та к.геогр.н. Т. І. Адаменко. — Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. — 34 с.
2. Ведь И.П. Влияние Черного моря и Крымских на континентальность климата Крыма / И.П. Ведь // Доклады XV Международной конференции по метеорологии Карпат. — К., 1991. — 136-140
3. Иванов Н.Н. Об определении величины континентальности климата / Н.Н. Иванов // Изв. Всесоюзного Географического общества. — 1953. — Т. 85, вып. 4. — С. 455-457.
4. Иванов Н.Н. Пояса континентальности земного шара / Н.Н. Иванов // Изв. Всесоюзного Географического общества. — 1959. — Т. 91, вып. 5. — С. 410-423
5. Климатический атлас Крыма / Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». — Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. — 120 с.
6. Рубинштейн Е.С. О влиянии распределения океанов и суши на земном шаре на температуру воздуха. / Е.С. Рубинштейн // Изв. Всесоюзного Географического общества. — 1953. — Т. 85, вып. 4. — С. 373-381.
7. Хромов С.П. К вопросу о континентальности климата / С.П. Хромов. — Изв. Всесоюзного Географического общества. — 1957. — Т. 89, вып. 3. — С. 222-225.
8. Хромов С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 568 с.
9. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР / Ц.А. Швер. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — 302 с.
10. Справочник по климату СССР. Вып.10. Украинская ССР. Части 1-5. — Л.: Гидрометеиздат, 1966, 1967, 1969.

УДК 911.5:519.2

О. С. Мкртчян

Львівський національний університет імені Івана Франка

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ ПОЛІВ

В статті розглянуто питання інтерполяції метеоданих і створення на її основі ГИС-шарів кліматичних полів, на основі аналізу праць дослідників різних країн за останні кілька десятиліть. Розглянуто поширені методи інтерполяції кліматичних даних; особлива увага приділена методам, які враховують зв'язки між кліматичними показниками та чинниками, що впливають на їхній просторовий розподіл. Охарактеризовано особливості впливу на кліматичні показники деяких морфометричних параметрів рельєфу, які можуть бути визначені за цифровими моделями рельєфу засобами ГИС.

Ключові слова: інтерполяція, кліматичні поля, регресійний крігінг.

А. С. Мкртчян

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

В статье рассмотрены вопросы интерполяции метеоданных и создания на ее основе ГИС-слоев климатических полей, на основе анализа работ исследователей разных стран за последние несколько десятилетий. Рассмотрены распространенные методы интерполяции климатических данных; особое внимание уделено методам, которые учитывают связи между климатическими показателями и факторами, которые влияют на их пространственное распределение. Охарактеризовано особенности влияния на климатические показатели некоторых морфометрических параметров рельефа, которые могут быть определены по цифровым моделям рельефа средствами ГИС.

Ключевые слова: интерполяция, климатические поля, регрессионный кригинг.