

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ: ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Н. В. Гопп

*Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Новосибирск, Россия
gopp@issa-siberia.ru*

АННОТАЦИЯ. На основе набора геопространственных данных (суммы активных температур воздуха выше 10 °С, коэффициентов увлажнения и континентальности климата) проведено цифровое картографирование агроэкологического потенциала (АП) Красноярского края. Геопространственный анализ показал, что значения АП варьируют в диапазоне от 0 до 6 и увеличиваются с севера на юг исследуемой территории. Изменение АП на 0,5 единиц послужило основанием для выделения 10-ти агроклиматических оценочных подзон.

Ключевые слова: сумма осадков в год, коэффициенты увлажнения и континентальности климата, WorldClim 2.1, SAGA GIS..

Введение. Одной из основных задач системы управления сельскохозяйственным производством является оценка природно-климатических ресурсов, которые необходимо учитывать при разработке стратегий снабжения продовольствием населения и эффективных технологий использования земельных и растительных ресурсов. Оценка агроэкологического потенциала в этой связи имеет много преимуществ, так как этот интегральный показатель объединяет в себя климатические переменные, характеризующие обеспеченность территории ресурсами тепла и влаги с учетом континентальности климата [1, 2, 3].

В связи с возрастающим количеством геопространственных данных и совершенствованием программного обеспечения имеются все необходимые исходные данные для составления цифровых карт климатических характеристик и агроэкологического потенциала.

Цель исследования – составить цифровую карту агроэкологического потенциала и провести геопространственный анализ данного показателя для территории Красноярского края.

Объекты и методы исследования. В целом для территории Красноярского края характерен равнинно-плоскогорный, глубоко расчленённый рельеф с высотами от 400 до 600 м, наибольшие вершины гор достигают 970 м, а горы Путорана – до 1665 м [4].

Климат территории резко континентальный, возрастающий с севера на юг и с запада

на восток [4]. В связи с большой протяженностью края климат характеризуется существенной неоднородностью. На территории края выделяют арктический, субарктический и умеренный климатические пояса. Средняя температура января составляет от –36 °С на севере до –18 °С на юге, средняя температура июля составляет от +13 °С на севере до +20...+25 °С на юге [5]. Количество осадков варьирует от 315 до 750 мм/год [4]. Сумма активных температур воздуха выше 10 °С (САТ10) находится в диапазоне от 0 до 2000 °С.

Агроэкологический потенциал рассчитывался по следующей формуле [6]:

$$АП = \frac{\sum t > 10^{\circ} \times (КУ - P)}{КК + 100}$$

где $\sum t > 10^{\circ}$ – сумма активных температур воздуха выше 10 °С; КУ – коэффициент увлажнения (отношение количества осадков в год к испаряемости), величины КУ более 1,1 принимаются равными 1,1; P – поправка к КУ, при КУ > 0,76: P=0,20–0,6 (1,1–КУ); при КУ 0,76–0,36 P=0; при КУ 0,35–0,30 P=0,35–КУ; при КУ < 0,30 P=0,05; КК – коэффициент континентальности климата.

Коэффициент континентальности климата (КК) рассчитывался по формуле [1, 6, 2]:

$$КК = \frac{360 \times (t_{\max}^{\circ} - t_{\min}^{\circ})}{\lambda + 10}$$

где t_{\max}° – средняя температура самого теплого месяца; t_{\min}° – средняя температура самого хо-

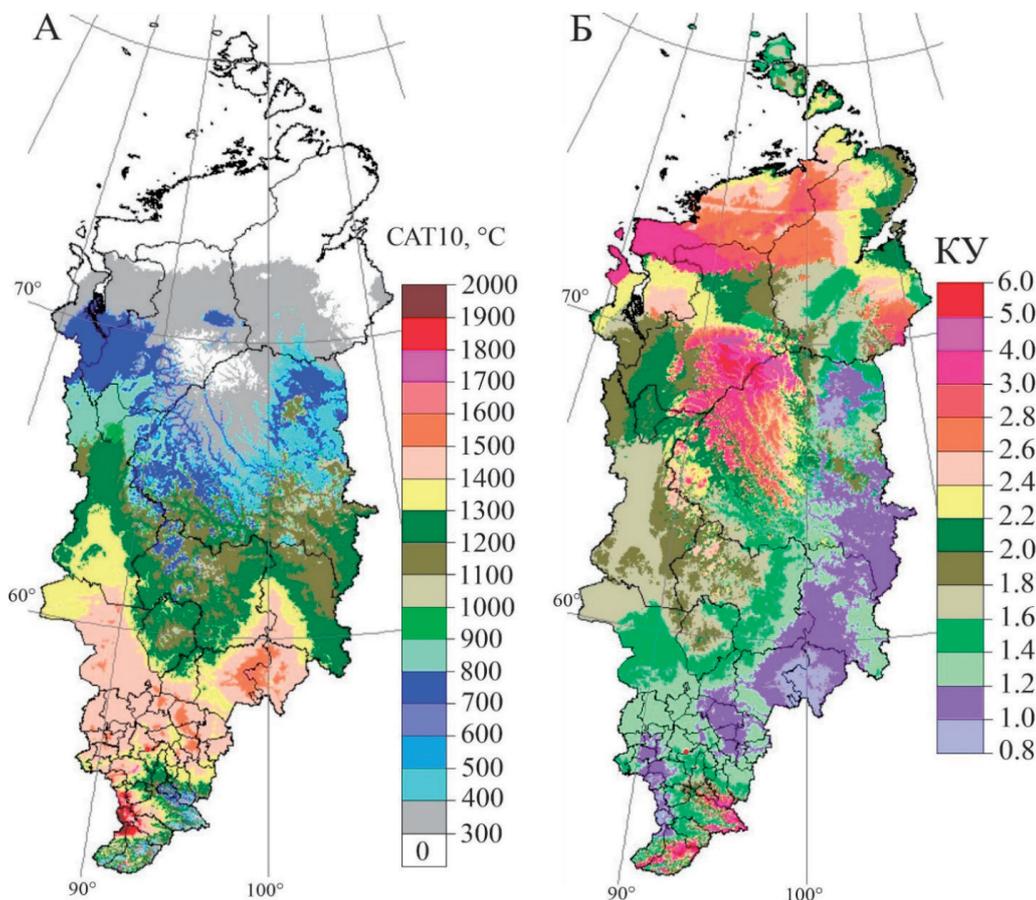


Рисунок 1. Карты климатических показателей Красноярского края: А – сумма активных температур воздуха выше 10 °С (карта составлена на основе среднемесячных данных WorldClim 2.1 за период с мая по сентябрь (1970–2000 гг.); Б – коэффициент увлажнения (КУ) без поправки.
Примечание: черным контуром выделены районы края, красной точкой – г. Красноярск

лодного месяца; λ – широта местности с точностью до десятых долей градуса.

Величины КК более 200 принимались равными 200 [1, 6].

В качестве исходных данных для расчета карты АП были использованы геопривязанные растровые карты:

1. суммы активных температур воздуха выше 10 °С (составлена на основе среднемесячных (май-сентябрь) данных WorldClim 2.1 за период с 1970 по 2000 годы [7]);
2. коэффициента увлажнения (построена на основе растровых карт суммы осадков в год WorldClim 2.1 [7] и испаряемости);
3. коэффициента континентальности климата (карта построена на основе растровых карт средней температуры самого теплого и холодного месяцев WorldClim 2.1 [7] по формуле 2).

Все математические операции с геопривязанными растровыми картами

проведены в программном обеспечении SAGA GIS [8]. Все растровые карты приведены к разрешению 1×1 км.

Результаты и обсуждение. На территорию Красноярского края были составлены геопривязанные растровые карты климатических параметров, необходимые для расчета карты АП (рис. 1, 2). По карте CAT10 выявлено, что значения варьируют от 0 до 2000 °С с отчетливо заметным трендом увеличения с севера на юг (рис. 1, А). Территория с CAT10 менее 1400 °С не подходит для выращивания большинства сельскохозяйственных культур, так как не удовлетворяет их потребности в ресурсах тепла. Согласно изданию [4], по значению CAT10 выделено 10 агроклиматических районов (°С): очень суровый (0); суровый (<600 (0–600)); очень холодный (600–800); холодный (800–1000); умеренно-холодный (1000–1200); очень

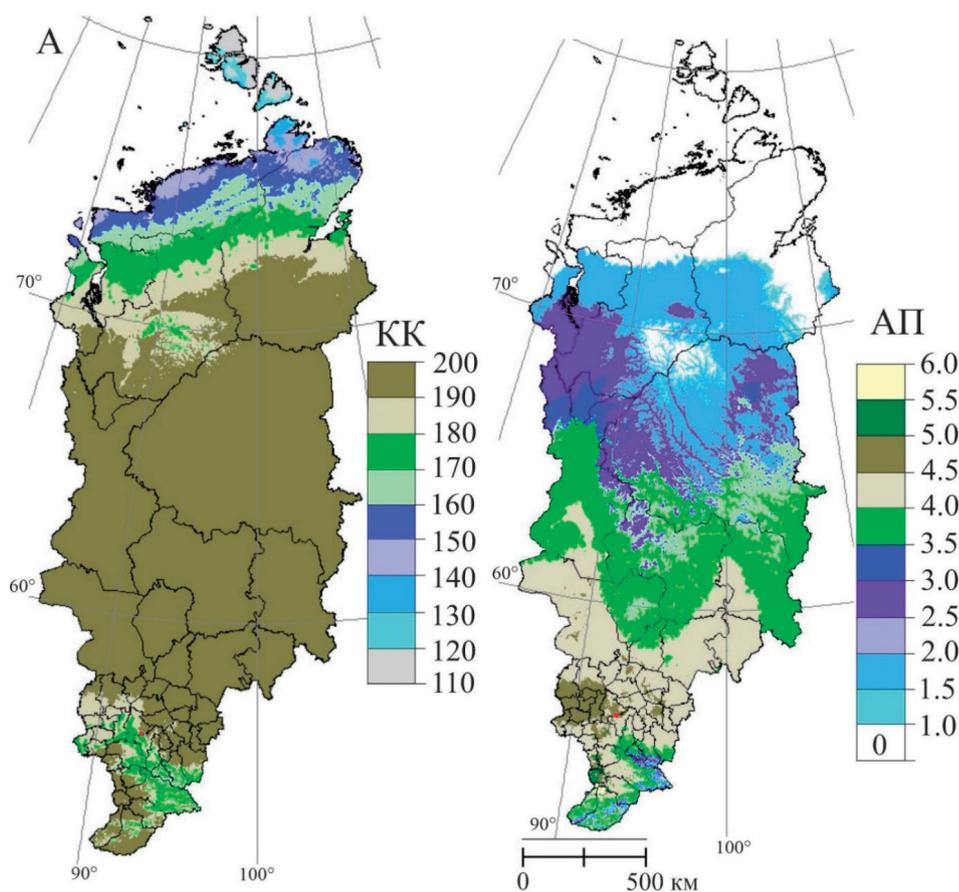


Рисунок 2. Карты климатических показателей Красноярского края:
 А – коэффициент континентальности климата (КК), скорректированный до значения 200;
 Б – агроэкологический потенциал

прохладный (1200–1400); прохладный (1400–1600); умеренно прохладный (1600–1800); недостаточно теплый (1800–2000); горный (<1400). Согласно составленной карте (рис. 1, А), можно сделать вывод о том, что выращивание сельскохозяйственных культур будет эффективным на территории, расположенной ниже 60-той параллели северной широты.

На карте коэффициента увлажнения показано, что значения КУ без учета поправки варьируют в диапазоне от 0,8 до 6 (рис. 1, Б). С учетом поправки (см. формулу 1) значения КУ варьируют в диапазоне от 0,6 до 0,9.

На карте коэффициента континентальности климата (с корректировкой) заметен тренд увеличения значений с севера на юг (рис. 2, А). Без корректировки КК варьировал в диапазоне от 110 до 255 с максимальными значениями между 65-й и 70-й параллелями северной широты.

Интегральная карта АП, составленная с использованием растровых карт климатических показателей, характеризуется выра-

женной пространственной дифференциацией (рис. 2, Б).

Установлено, что АП увеличивается с севера на юг изучаемой территории от 0 до 6, т.е. южная часть территории в отношении имеющихся ресурсов тепла и влаги является более ценной, чем северная. Согласно изданию [2], на территории исследования выделены 8 агроклиматических оценочных подзон, для которых характерны значения АП от 3,3 до 4,8. В 2007 году к Красноярскому краю присоединили Эвенкийский и Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономные округа, для которых данные по АП в вышеприведенной ссылке на справочник не содержатся. Изменение показателя АП на 0,5 единиц служит основанием для выделения новых агроклиматических оценочных подзон [6]. Таким образом, на основе составленной карты можно выделить не 8, а 10 агроклиматических оценочных подзон, не считая зону с АП равным нулю (рис. 2, Б). Таким образом, использование геопривязанных тематических карт позволило получить более точные сведения

об агроэкологическом потенциале Красноярского края с учётом территории присоединённых автономных округов, а также отобразить его пространственное изменение на цифровой карте (рис. 2, Б).

Заключение. В результате проведенных исследований составлены карты климатических параметров, необходимые для составления карты агроэкологического потенциала Красноярского края. На исследуемой территории выделены 10 агроклиматических оценочных подзон и получены более точные све-

дения об изменении климатических характеристик (суммы активных температур воздуха выше 10 °С, суммы осадков и испаряемости в год, коэффициентов увлажнения и континентальности климата) в пространстве.

Финансирование. Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 121031700316–9).

AGROECOLOGICAL POTENTIAL OF THE KRASNOYARSK REGION: DIGITAL MAPPING, GEOSPATIAL ANALYSIS

N. V. Gopp

*Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia
gopp@issa-siberia.ru*

ABSTRACT. Based on a set of geospatial data (the sum of active air temperatures above 10 °C, coefficients of humidification and continentality of climate), a digital mapping of the agroecological potential (AP) of the Krasnoyarsk region was carried out. Geospatial analysis has shown that AP values range from 0 to 6 and increase from north to south of the studied area. The change in AP by 0,5 units served as the basis for the allocation of 10 agroclimatic assessment subzones.

Keywords: *the sum of active air temperatures above 10 °C, annual precipitation, coefficients of humidification and continentality of climate, WorldClim 2.1, SAGA GIS*

Литература

- 1 Шишов Л. Л., Дурманов Д. Н., Карманов И. И., Ефремов В. В. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. Москва: Наука, 1991. С. 161–223.
- 2 Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. Учеб. практическое пособие / Под ред. С. И. Носова. Ответственный исполнитель Оглезнев А. К. Москва: Маросейка, 2010. 208 с.
- 3 Гопп Н. В. Агроэкологический потенциал западной части Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции: методика цифрового картографирования, геопрограммный анализ, корреляция с содержанием органического углерода в почвах // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 3. e224. DOI: [10.31251/pos.v6i3.224](https://doi.org/10.31251/pos.v6i3.224).
- 4 Агроклиматические ресурсы Красноярского края и Тувинской АССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1974. 211 с.
- 5 Красноярский край. Официальный портал [Электронный ресурс]. 2024. URL: <https://sc.link/sRHEf> (дата обращения 16.01.2024).
- 6 Оценка качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. Москва: Роснедвижимость – ФГУП «Госземкадастрсъемка» – ВИСХАГИ, 2007. 131 с.
- 7 Fick S. E., Hijmans R. J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2017. Vol. 37. No. 12. P. 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- 8 Conrad O., Bechtel B., Bock M., Dietrich H., Fischer E., Gerlitz L., Wehberg J., Wichmann V., Böhrner J. System for automated geoscientific analyses (SAGA) v. 2.1.4 // Geoscientific Model Development. 2015. Vol. 8. No. 7. P. 1991–2007. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>.