

УДК 528.831:[528.88:551.583](470.62/.67)
<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-27-35>

Оценка современных агроклиматических условий Северного Кавказа на основе наземных метеонаблюдений и данных низкого пространственного разрешения

Л. Р. Бекмурзаева^{1✉}, В. В. Братков¹, И. А. Керимов¹

¹Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Российская Федерация

e-mail: eip-eco2017@yandex.ru

Аннотация. В статье дается оценка агроклиматических условий Северного Кавказа в период с 1961 по 2020 г. на основе анализа традиционных агрометеорологических показателей. В качестве исходных материалов для анализа использовались данные 25 метеорологических станций и данные низкого пространственного разрешения с возможностью их пространственной визуализации. Выявлено, что в период с 1961 по 2020 г. на Северном Кавказе отмечается увеличение годовой температуры воздуха, и, соответственно, связанные с ней агроклиматические показатели: суммы активных температур и температуры самого жаркого месяца. Количество годовых осадков за период с 1961 по 2020 г. в целом выросло, однако в горных ландшафтах отмечается недобор осадков теплого периода. Несмотря на общий тренд роста осадков, их количество сократилось на территории Западного Кавказа и возросло в пределах Восточного.

Ключевые слова: агроклиматические изменения, температура, осадки, ГТК

Для цитирования:

Бекмурзаева Л. Р., Братков В. В., Керимов И. А. Оценка современных агроклиматических условий Северного Кавказа на основе наземных метеонаблюдений и данных низкого пространственного разрешения. *Вестник СГУТиТ*. 2025. Т. 30, № 6. С. 27–35. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-27-35>

Assessment of contemporary agroclimatic conditions in the North Caucasus using ground-based meteorological observations and low spatial resolution data

L. R. Bekmurzayeva^{1✉}, V. V. Bratkov¹, I. A. Kerimov¹

¹Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russian Federation

e-mail: eip-eco2017@yandex.ru

Abstract. The study assesses the agroclimatic conditions of the North Caucasus from 1961 to 2020 through the analysis of conventional agrometeorological indicators. Data from 25 ground meteorological stations and low spatial resolution data with the possibility of their spatial visualization were used. It was found that in the period from 1961 to 2020, an increase in the annual air temperature was observed on the North Caucasus, and, consequently, related agroclimatic indicators: sums of active temperatures and the temperature of the hottest month. The amount of annual precipitation over the period from 1961 to 2020 increased as a whole, however, in mountainous landscapes, there was a deficit of precipitation in the warm period. Despite the overall trend of precipitation growth, its amount decreased in the Western Caucasus and increased in the Eastern Caucasus.

logical stations combined with low spatial resolution datasets enabling spatial visualization were utilized. Results indicate a rise in annual air temperature alongside associated agroclimatic variables, including the sums of active temperatures and the temperature of the hottest month. Although annual precipitation increased overall during this period, mountain regions experienced a deficit during the warm season. Notably, precipitation decreased in the Western Caucasus while increasing in the Eastern Caucasus.

Keywords: agroclimatic changes, temperature, precipitation, GTC

For citation:

Bekmurzayeva L. R., Bratkov V. V., Kerimov I. A. (2025). Assessment of contemporary agroclimatic conditions in the North Caucasus using ground-based meteorological observations and low spatial resolution data. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 30, No. 6. pp. 27–35. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2025-30-6-27-35>

Введение

Под агроклиматическими условиями и ресурсами понимаются климатические условия территории, которые оказывают существенное влияние на объекты и процессы сельскохозяйственного производства. К ним главным образом относятся температурные характеристики и условия увлажнения, непосредственно влияющие на вегетацию выращиваемых культур [1]. По данным Всемирной метеорологической организации, период 2015–2020 гг. был самым теплым шестилетием, а 2011–2020 гг. – самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений. Начиная с 1980-х гг. каждое последующее десятилетие было теплее, чем любое предыдущее после 1850 г. [2]. В этой связи, несмотря на большое количество опубликованных работ по изменению климата на Северном Кавказе [3–12 и др.], настоящая статья является актуальной, так как в ней охватывается временной интервал вплоть до 2020 г.

Материалы и методы

Оценка изменений проводится за 1961–2020 гг. по 25 метеорологическим станциям, расположенным в пределах природных ландшафтов. В горных ландшафтах располагаются метеостанции «Ахты», «Зеленчукская», «Шадшатмаз», «Шатой», «Клухорский перевал», «Теберда»; в предгорных ландшафтах – «Черкесск», «Невинномысск», «Буйнакск»,

«Владикавказ». К сожалению, указанные метеостанции не в полной мере позволяют оценить разнообразие климатических условий горной и предгорной частей северного склона Большого Кавказа, но остальные метеорологические станции, имеющиеся в его пределах, в настоящее время имеют гораздо более короткие ряды наблюдений.

Что касается равнинных ландшафтов, то они на территории этой части Северного Кавказа – Предкавказья – представлены двумя зональными типами: степными, в пределах которых располагаются метеостанции «Изобильный», «Ставрополь», «Гудермес», «Грозный», «Александровское», «Гигант», «Армавир», «Краснодар», «Анапа», «Приморско-Ахтарск»; а также полупустынными и пустынными, где располагаются метеостанции «Рощино», «Дивное», «Махачкала», «Наурская», «Дербент». Они использовались для оценки изменений и характеристики современных условий (рис. 1).

Оценка агроклиматических условий проводилась на основе анализа традиционных показателей, характеризующих обеспечение тепла и влаги, таких как:

- среднемесячные и годовые температуры;
- суммы активных температур, превышающих 0, 5 и 10 °С;
- средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев календарного года;
- месячное и годовое количество осадков [13].



Рис. 1. Ландшафты Северного Кавказа

Для перечисленных метеостанций были вычислены месячные и годовые величины метеорологических параметров, которые далее были усреднены для горных и предгорных ландшафтов Большого Кавказа, а также полупустынных и степных ландшафтов Предкавказья. Полученные данные сопоставлялись с данными, характеризующими климатические условия на изучаемой территории за 1931–1960 гг. [14]. Статистическая обработка метеорологических данных проводилась с использованием пакета MS-Excel.

Данные наземных наблюдений, характеризующие изменения метеорологических параметров и их сочетаний для метеостанций, позволяют оценить тенденции их изменения во времени. Для оценки пространственных изменений в настоящее время возможно применение данных низкого пространственного разрешения, имеющих в открытом доступе на портале WorldClim.org. Они представляют собой растровые изображения, характеризующие изменения метеорологических параметров, таких как температура воздуха и количество выпадающих осадков за период 1950–2024 гг. с месячным разрешением. Пример их использования приведен в работе

В. А. Мелкого и др. [15]. Для их обработки необходимо применение ГИС-технологий, на основе которых возможно составление карты современных условий тепло- и влагообеспечения. В этой связи комбинирование данных наземных наблюдений с возможностью их пространственной визуализации позволяет получить более полную картину климатических изменений и современных агроклиматических условий изучаемой территории.

Для выявления пространственных особенностей изменения температуры воздуха в пределах ландшафтов на основе климатических данных низкого пространственного разрешения были составлены растровые изображения, показывающие изменение сезонных температур воздуха на изучаемой территории. Как показал предварительный анализ, увеличение температуры воздуха стало заметным на рубеже веков, поэтому представляет интерес сравнение метеорологических параметров по опорным пятилетиям. В этой связи в среде ГИС были построены растровые изображения, отображающие температуру воздуха в январе и июле, а также годовое количество осадков за 1996–2000 и 2016–2020 гг. Далее путем вычитания раstra 1996–2000 гг. из раstra 2016–2020 гг. были составлены растры, отражающие пространственное изменение выбранных климатических параметров.

Результаты

Отклонение среднегодовой температуры от нормы за период с 1961 по 2020 гг. в различных типах ландшафтов варьируется в пределах $+0,5$ – $+1,2$ °C. Отклонение от нормы на $+1,0$ °C и более отмечается в степных и предгорных ландшафтах. Минимально изменения среднегодовой температуры коснулись горных ландшафтов ($+0,5$ °C). Увеличение температуры отмечается во всех месяцах года без исключения. Максимальные значения отклонения температуры воздуха в сторону увеличения приходятся на месяцы холодного периода (ноябрь – апрель) (табл. 1).

Таблица 1

Отклонение температуры от среднегодового значения по ландшафтам, °С

Тип ландшафта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Полупустынные и пустынные	1,3	1,3	1,6	1,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,8	0,2	0,7	1,0	0,9
Степные	1,4	1,6	1,6	1,5	0,5	0,8	0,4	0,4	0,7	0,1	0,9	1,3	1,0
Предгорные	1,6	1,6	1,2	1,1	0,4	0,7	0,6	0,4	0,7	0,2	1,1	1,4	1,2
Горные	1,0	0,8	0,7	0,7	0,1	0,4	0,4	0,3	0,4	0,1	0,5	0,8	0,5

Суммы активных температур, превышающих 5 °С в 1961 по 2020 г. изменяются в пределах от 4209° в полупустынных и пустынных ландшафтах и 2562° в горных ландшафтах. При этом максимальное отклонение от нормы приходится на предгорные и полупустынные и пустынные ландшафты – 7 % (рис. 2).

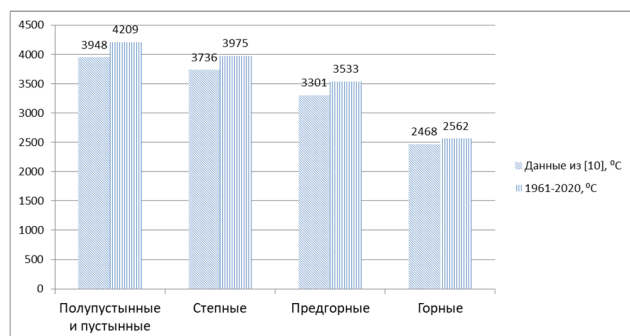


Рис. 2. Суммы активных температур, превышающих 5 °С

Суммы активных температур, превышающих 10 °С, выросли более существенно (на 8–9 %) и изменяются в пределах 2051–3861°. Как и в предыдущем случае, меньше всего выросла сумма активных температур в горных ландшафтах (рис. 3).

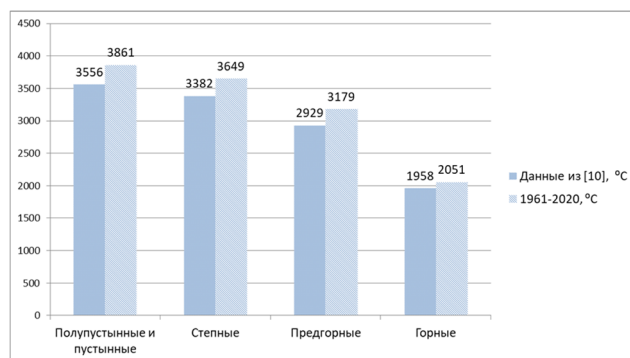


Рис. 3. Суммы активных температур, превышающих 10 °С

О «потеплении» холодного периода говорят средние температуры января. За период с 1961 по 2020 г. средние температуры января стали выше на 1–1,6 °С. Сильнее всего повышение приходится на предгорные ландшафты. Увеличение среднеянварской температуры в полупустынных и степных ландшафтах в 1961–2020 гг. происходит одинаково – на 1,4 °С, меньше всего отмечается увеличение температуры в горных ландшафтах (табл. 2).

Таблица 2

Средние температуры января

Тип ландшафта	Средняя температура января [10], °С	Средняя температура января за 1961–2020, °С	Отклонение температуры января, °С
Полупустынные и пустынные	–2,3	–0,9	1,4
Степные	–3,0	–1,6	1,4
Предгорные	–4,0	–2,5	1,6
Горные	–4,6	–3,5	1,0

Пространственные особенности изменения температуры января иллюстрирует рис. 4. Приrost температуры воздуха в январе за последние 20 лет составил до 3,4 °С и крайне неравномерно распределен по территории. Довольно хорошо видны изменения не столько внутриландшафтные, сколько по традиционным физико-географическим провинциям. Так, в наибольшей степени температура воздуха холодного периода выросла в пределах Западного Предкавказья, где преобладают степные ландшафты. В меньшей степени процесс отепления холодного периода затронул Центральное, или Среднее Предкавказье, где отмечается сочетание степных и предгорных ландшафтов. Наконец,

в Восточном Предкавказье прирост температуры воздуха в январе характеризуется минимальными значениями.

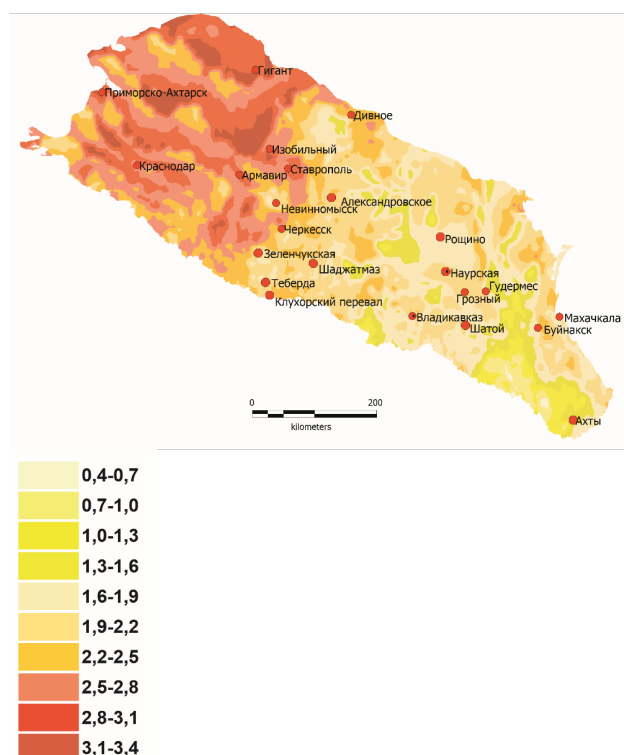


Рис. 4. Изменение температуры воздуха на территории Северного Кавказа в январе

Июль на Северном Кавказе является традиционно самым жарким месяцем. За период с 1961 по 2020 г. отмечается повсеместное увеличение среднеиюльских температур на 0,1–0,6 °С. Максимально температура июля увеличилась в предгорных ландшафтах, минимально – в степных (табл. 3).

Таблица 3

Средние температуры июля

Тип ландшафта	Средняя температура июля [10], °С	Средняя температура июля за 1961–2020 гг., °С	Отклонение температуры июля, °С
Полупустынные и пустынные	24,5	24,8	0,3
Степные	23,3	23,4	0,1
Предгорные	21,1	21,7	0,6
Горные	16,1	16,6	0,5

Пространственные особенности изменения температуры июля иллюстрирует рис. 5. Как отмечалось выше, прирост температуры воздуха в июле ниже, чем в январе; тем не менее, он достигает 2,5 °С за последние 20 лет. Противоположная картина распределения температуры в январе: в наибольшей степени температура воздуха возросла в Восточном Предкавказье, где на равнине типичны полупустынные ландшафты, тогда как в Западном Предкавказье, где типичны степи, прирост летних температур почти на 1,5° ниже. Также хорошо заметна аналогичная разница в приросте температур и в горной части.

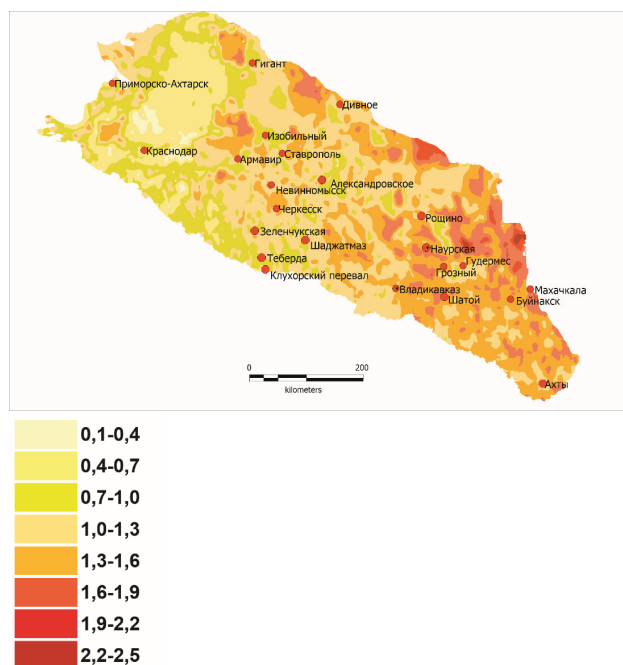


Рис. 5. Изменение температуры воздуха на территории Северного Кавказа в июле

В целом отмечается положительная тенденция увеличения осадков по всем ландшафтам. Однако во всех типах ландшафтов встречаются месяцы с недобором осадков: в горных ландшафтах – это осадки теплого периода (май – июль, сентябрь); в предгорных – июль, сентябрь; в степных – июль, тогда как в полупустынных и пустынных ландшафтах недобор осадков захватывает и месяцы холодного периода (апрель, сентябрь, ноябрь) (табл. 4).

Таблица 4

Отклонение осадков от среднемноголетнего значения по ландшафтам

Тип ландшафта	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Полупустынные и пустынные	4,2	6,0	3,2	−0,8	5,7	0,6	0,5	−0,1	−1,3	2,6	−1,3	4,1	36,4
Степные	9,0	5,5	7,2	3,9	6,4	4,5	−3,1	0,9	5,1	5,7	5,9	9,8	72,1
Предгорные	4,8	2,8	8,8	10,0	8,8	4,8	−2,5	7,5	−2,8	3,5	4,3	6,0	55,3
Горные	12,7	4,3	8,5	8,0	−7,3	−1,2	−5,0	1,2	−2,8	5,5	11,0	9,8	45,0

Пространственное изменение количества годовых осадков на территории Северного Кавказа иллюстрирует рис. 6. Как и в случае изменения температур воздуха, довольно хорошо выражена поляризация. В пределах всей западной части годовое количество осадков сокращается, но наибольшей степени это достигает в горных ландшафтах (сокращение осадков до 90–105 мм) и в меньшей – в равнинных степных (до 15–30 мм). На территории Центрального Кавказа изогипсы принимают субмеридиональное простираание при небольшом изменении, а на Восточном с севера на юг отмечается тенденция роста осадков, при этом наибольший прирост отмечается в высокогорьях – до 90–105 мм, – тогда как в пределах низменных полупустынных и пустынных ландшафтах прирост составляет 15–30 мм.

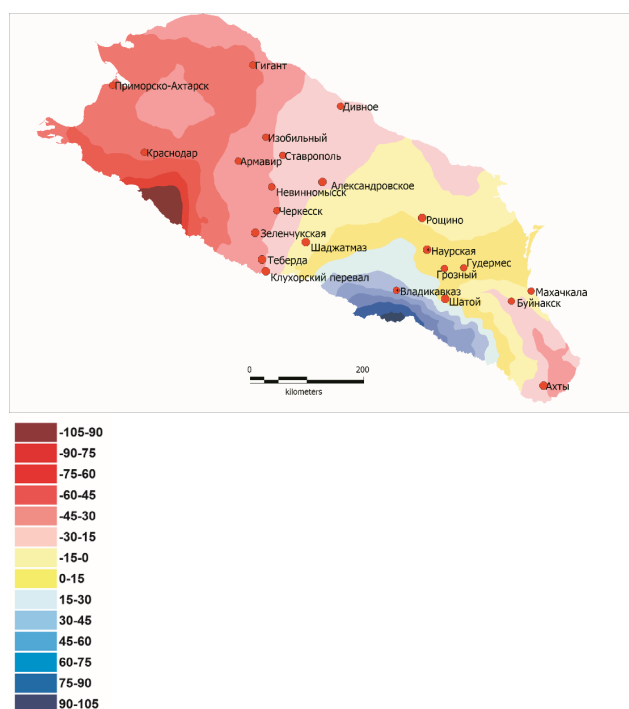


Рис. 6. Изменение годового количества осадков на территории Северного Кавказа

Заключение

Проведенное исследование показало, что на всей территории Северного Кавказа в 1961–2020 гг. отмечается рост годовой температуры воздуха. Процесс прироста температуры в наибольшей степени характерен для предгорных ландшафтов, тогда как в горных ландшафтах этот процесс выражен гораздо слабее. Анализ данных низкого пространственного разрешения показал, что изменение температур имеет существенные региональные особенности: зимние температуры в наибольшей степени выросли в пределах равнинных степных ландшафтов, характерных для Западного Предкавказья, а летние – в низменных полупустынных и пустынных, приуроченных к Восточному Предкавказью. Наиболее существенно температуры выросли в холодный период года, соответственно, возросли также суммы активных температур и температуры самого жаркого месяца. Рост средней январской температуры говорит о том, что условия перезимовки растений стали более благоприятными. Количество годовых осадков за 1961–2020 гг. в целом выросло во всех ландшафтах, однако в горных ландшафтах отмечается недобор осадков теплого периода. Несмотря на общий тренд роста осадков, их количество сократилось на территории Западного Кавказа и возросло в пределах Восточного.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ГГНТУ им. академика М. Д. Миллионщикова FZNU-2024-0001 «Оценка влияния современных климатических изменений на природные и природно-антропогенные комплексы (на примере Чеченской Республики)».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синицина Н. И. Агроклиматология. Л. : Гидрометеиздат, 1973. 344 с.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб. : Научно-технологические технологии, 2022. 124 с.
3. Аджиева А. А., Кондратьева Н. В. Изменение климата и гидрометеорологические явления в горных районах Кавказа. Устойчивое развитие горных территорий. 2009. № 1. Т. 1. С. 68–72.
4. Ашабоков Б. А., Федченко Л. М., Ташилова А. А., Кешева Л. А., Теунова Н. В. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК. Нальчик : Печатный двор, 2020. 476 с.
5. Бадахова Г. Х., Кнутас А. В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь : Краевые сети связи. 2007. 272 с.
6. Братков В. В., Заурбеков Ш. Ш., Атаев З. В. Мониторинг современных климатических изменений и оценка их последствий для ландшафтов Северного Кавказа. Вестник РАЕН. 2014. Т. 14. № 2. С. 7–16.
7. Братков В. В., Савинова С. В., Ключин П. В., Керимов И. А., Бекмурзаева Л. Р. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа. Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. № 4. С. 173–181. DOI 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181.
8. Керимов И. И., Братков В. В., Бекмурзаева Л. Р. Современные климатические изменения степных ландшафтов Северного Кавказа (на примере Чеченской Республики). Известия ДГПУ. 2021. Т. 15. № 2. С. 46–53. DOI 10.31161/1995-0675-2021-15-2-46-53.
9. Керимов И. А., Братков В. В., Бекмурзаева Л. Р. Анализ сезонной и многолетней динамики горных ландшафтов Северного Кавказа. Устойчивое развитие горных территорий. 2023. Т. 15, № 4. С. 1090–1097. DOI 10.21177/1998-4502-2023-15-4-1090–1097.
10. Лурье П. М. Глобальное изменение климата и сток рек юга России. Эколого-географический вестник Юга России. 2002. № 2. С. 42–45.
11. Лурье П. М., Панов В. Д. Влияние изменения климата на современное оледенение и сток рек северного склона Большого Кавказа. Устойчивое развитие горных территорий. 2013. № 2. Т. 5. С. 70–77.
12. Панов В. Д., Лурье П. М., Ларионов Ю. А. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов н/Д : Донской издательский дом, 2007. 487 с.
13. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Науч. ред. С. М. Семёнов. М. : Росгидромет, 2012. 512 с.
14. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2 / Под ред. В. Ф. Проценко. Л. : Гидрометиздат, 1966. 492 с.
15. Мелкий В. А., Верхотуров А. А., Братков В. В. Анализ изменения биоклиматических условий в южной части острова Сахалин в период с 1960 по 2020 гг. по данным метеонаблюдений и космических съемок на основе WORLDCLIM 2.0. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2023. Т. 67, № 3. С. 91–100.

REFERENCES

1. Sinitsina N. I. (1973). *Agroklimatologiya [Agroclimatology]*. 344 p. [in Russian].
2. *The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation*. (2022). 124 p. [in Russian].
3. Adzhieva A. A., Kondrateva N. V. (2009) Climate change and hydrometeorological phenomena in the mountainous regions of the Caucasus. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij [Sustainable development of mountain territories]*. 1. Pp. 68–72 [in Russian].
4. Ashabokov B. A., Fedchenko L. M., Tashilova A. A., Kesheva L. A., Teunova N. V. (2020). *Prostranstvenno-vremennoe izmenenie klimata yuga evropejskoj territorii Rossii, ocenka ego*

posledstvij, metody i modeli adaptacii APK [Spatio-temporal climate change in the south of the European territory of Russia, assessment of its consequences, methods and models of adaptation of the agro-industrial complex]. Nalchik: ООО «Pechatnyj dvor», 476 p. [in Russian].

5. Badahova G. H., Knutas A. V. (2007). *Stavropolskij kraj: sovremennye klimaticheskie usloviya [Stavropol Territory: current climatic conditions]*. Stavropol: GUP SK «Kraevye seti svyazi». 272 p. [in Russian].

6. Bratkov V. V., Zaurbekov Sh. Sh., Ataev Z. V. (2014). Monitoring of modern climatic changes and assessment of their consequences for the landscapes of the North Caucasus. *Vestnik RAEN [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences]*. 2. Pp. 7–16 [in Russian].

7. Bratkov V. V., Savinova S. V., Klyushin P. V., Kerimov I. A., Bekmurzaeva L. R. (2021). Mapping of modern variability of agro-climatic conditions of the North Caucasus. *Yug Rossii: ekologiya i razvitie [South of Russia: ecology, development]*. 16. 4. Pp. 173–181. DOI 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181 [in Russian].

8. Kerimov I. I., Bratkov V. V., Bekmurzaeva L. R. (2021)/ Modern climatic changes in the steppe landscapes of the North Caucasus (on the example of the Chechen Republic). *Izvestiya Dagestanskogo pedagogicheskogo universiteta [News of the Dagestan State Pedagogical University]*. 15. 2. Pp. 46–53. DOI 10.31161/1995-0675-2021-15-2-46-53 [in Russian].

9. Kerimov I. I., Bratkov V. V., Bekmurzaeva L. R. (2021). Modern climatic trends of semi-desert landscapes of the North Caucasus. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij [Sustainable development of mountain territories]*. 13. 4. Pp. 576–589. DOI 10.2117/1998-4502-2021-13-4-576589 [in Russian].

10. Lurie P. M. (2002). Global climate change and river runoff in southern Russia. *Ekologo-geograficheskij vestnik Yuga Rossii [Ecological and geographical bulletin of the South of Russia]*. 2. Pp. 42–45 [in Russian].

11. Lurie P. M., Panov V. D. (2013). Influence of climate change on modern glaciation and runoff of the rivers of the northern slope of the Greater Caucasus. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij [Sustainable development of mountain territories]*. 2. pp. 70–77. [in Russian].

12. Panov V. D., Lurie P. M., Larionov Yu. A. (2007). *Klimat Rostovskoj oblasti: vchera, segodnya, zavtra [Climate of the Rostov region: yesterday, today, tomorrow]*. Rostov-on-Don: Don Publishing House. 487 p. [in Russian].

13. Semyonov (Ed). (2012) *Metody ocenki posledstvij izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem [Methods for assessing the consequences of climate change for physical and biological systems]*. Moscow: Rosgidromet. 512 p. [in Russian].

14. Protsenko V. F. (Ed). (1966) *Spravochnik po klimatu SSSR [Reference book on the climate of the USSR]*. Vol. 13. Part 2. Leningrad.: Hydrometeorological publishing house. 492 p.[in Russian].

15. Melky V. A., Verkhoturov A. A., Bratkov V. V. (2023) Analysis of changes in bioclimatic conditions in the southern part of Sakhalin Island in the period from 1960 to 2020 according to meteorological observations and satellite surveys based on WORLDCLIM 2.0. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodesy and aerial photography]*. 67. 3. Pp. 91-100 [in Russian].

Об авторах

Луиза Руслановна Бекмурзаева – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования.

Виталий Викторович Братков – доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории климатологии и метеорологии НИИ геоэкологии и природопользования.

Ибрагим Ахмедович Керимов – доктор физико-математических наук профессор, директор НИИ геоэкологии и природопользования.

Author details

Luiza R. Bekmurzaeva – Ph. D., Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Climatology and Meteorology, Research Institute of Geoecology and Nature Management.

Vitaliy V. Bratkov – D. Sc., Professor, Chief Scientific Officer of the Laboratory of Climatology and Meteorology, Research Institute of Geoecology and Nature Management.

Ibragim A. Kerimov – D. Sc., Professor, Director of the Research Institute of Geoecology and Nature Management.

Получено / Received 24.10.2025

Поступила после рецензирования / Revised 06.11.2025

Принята к публикации / Accepted 20.11.2025