

Научная статья

Original article

УДК 911.3:631.1

DOI:10.24412/2588-0209-2022-10418

**ДИНАМИКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЗА 60 ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
DYNAMICS OF INTEGRAL CLIMATIC INDICATORS FOR THE LAST 60
YEARS IN THE TERRITORY OF THE NORTH CAUCASUS**



Шаповалов Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, проректор по научной, инновационной деятельности и цифровому развитию, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (105064, Москва, ул. Казакова, 15), тел. 8-499-261-94-09, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Братков Виталий Викторович, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (105064, Москва, Гороховский пер., 4), +7 (499) 322-78-00, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5072-1859>, vbratkov@mail.ru

Савинова Светлана Викторовна, кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (105064, Москва, ул. Казакова, 15, тел. 8-499-261-94-09), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4433-2528>, savinovasv@guz.ru

Клюшин Павел Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству» (105064,

Москва, ул. Казакова, 15, тел. 8-499-261-94-09), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4221-036X>, klyushinpv@gmail.com

Dmitry A. Shapovalov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, Innovation and Digital Development, State University of Land Management (15 Kazakova Str., Moscow, 105064), tel. 8-499-261-94-09, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, hapoval_ecology@mail.ru

Vitaly V. Bratkov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Moscow State University of Geodesy and Cartography (4 Gorokhovskiy Lane, Moscow, 105064), +7 (499) 322-78-00, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5072-1859>, vbratkov@mail.ru

Svetlana V. Savinova, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, State University of Land Management (15 Kazakova str., Moscow, 105064, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4433-2528>, savinovasv@guz.ru

Pavel V. Klyushin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State University of Land Management (15 Kazakova str., Moscow, 105064, tel. 8-499-261-94-09), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4221-036X>, klyushinpv@gmail.com

Аннотация: Северный Кавказ находится на самой границе умеренного и субтропического пояса, что придает климату мягкость и теплоту. Целью данного исследования является районирование агроклиматических показателей и создание специальных карт. В данном исследовании доступны семь переменных: минимальная температура; максимальная температура; средняя температура; осадки; солнечная радиация; скорость ветра и давление водяного пара. Для создания карты динамики агроклиматических условий использованы ежемесячные данные максимальных и минимальных температур, а также данные об их общем количестве осадков. На картографических произведениях отображены границы регионов с линейной гидрографией на картографируемой территории.

Summary: The North Caucasus is located on the very border of the temperate and subtropical zones, which gives the climate softness and warmth. The purpose of this study is the zoning of agro-climatic indicators and the creation of special maps. Seven variables are available in this study: minimum temperature; maximum temperature; average temperature; precipitation; solar radiation; wind velocity and water vapor pressure. Monthly data of maximum and minimum temperatures, as well as data on their total precipitation, were used to create a map of the dynamics of agro-climatic conditions. Cartographic works show the boundaries of regions with linear hydrography on the mapped territory.

Ключевые слова: Северный Кавказ, интегральные климатические показатели, динамика температуры и осадков за 1960-2020 годы.

Key words: The North Caucasus, integral climatic indicators, temperature and precipitation dynamics for the years 1960-2020.

ВВЕДЕНИЕ. Северный Кавказ — один из уникальнейших природных регионов, как по физико-географическим особенностям, так и по процессу и интенсивности их освоения. Территория Северного Кавказа расположена на перешейке между Черным и Азовским морями на западе и Каспийским на востоке. Площадь региона соответствует примерно 242 тыс. км². Границей ее являются южный и юго-восточный участки водораздела бассейна Дона, уступ правого берега склона долины р. Волги на участке от Волго-Донского судоходного канала до вершины дельты (рис. 1).



Рисунок 1. Гидрографическая сеть на Северном Кавказе

На рисунке изображена гидрографическая сеть ввиду ее влияния на увлажнение территории. После детального разбора и анализа изданных ранее карт следует приступить к сбору данных, для их дальнейшей обработки с целью нанесения на картографическую основу. Данные для первичной обработки брались с портала WorldClim.org. На данном портале в открытом доступе размещены глобальные климатические и погодные данные. Всего доступно три раздела для выгрузки данных, это исторические климатические данные, исторические ежемесячные данные о погоде и будущие климатические данные [1, 2, 4, 6].

Северный Кавказ находится на самой границе умеренного и субтропического пояса, что придает климату мягкость и теплоту. Короткая зима, которая длится около двух месяцев, продолжительное лето – до 5,5 месяца. Обилие солнечного света на этой территории обусловлено одинаковым

расстоянием от экватора и полюса. Поэтому природа Кавказа отличается буйством и яркостью красок. Особенность Северного Кавказа – это целый комплекс климатических и других факторов. К ним относится: расстояние от морей и океанов, характер рельефа и ландшафтов, примерно равное расстояние до экватора и полюса, а также направление воздушных масс и широкий диапазон осадков – от крайне засушливых районов, до избыточного увлажнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Горы Кавказа собирают в себе большое количество влаги. Это дожди, снег, ледники. Именно в горах находятся истоки всех кавказских рек. По равнинным территориям Предкавказья воды рек попадают в Черное, Азовское и Каспийское моря. Преимущественно реки горные, имеющие стремительное течение. Есть на Кавказе и равнинные реки, у которых течение медленное и небольшое половодье. Ставропольская возвышенность является исходным пунктом для части равнинных рек. Летом они пересыхают, формируя своеобразные цепочки озер. Верховья рек Кубани, Кумы, Риони, Терека, Куры, Аракса расположены в горах, а нижнее течение – на равнинах. Питаются данные реки за счет дождей и подземных вод.

Целью данного исследования является районирование агроклиматических показателей и создание специальных карт, основанных на различии ресурсов агроклиматологической принадлежности. В процессе картографирования выделяются области, не связанные между собой географически, но имеющие одинаковые агроклиматические условия [1, 2, 7].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. На основе данных, представленных выше, по формуле ГТК были определены его величины, его определяющие и позволяющие его рассчитать. Графики и таблицы построены основываясь на данных с метеостанций «Минеральные воды», «Александровское» и «Армавир» (рис. 2, 3, 4, табл. 1, 2, 3).

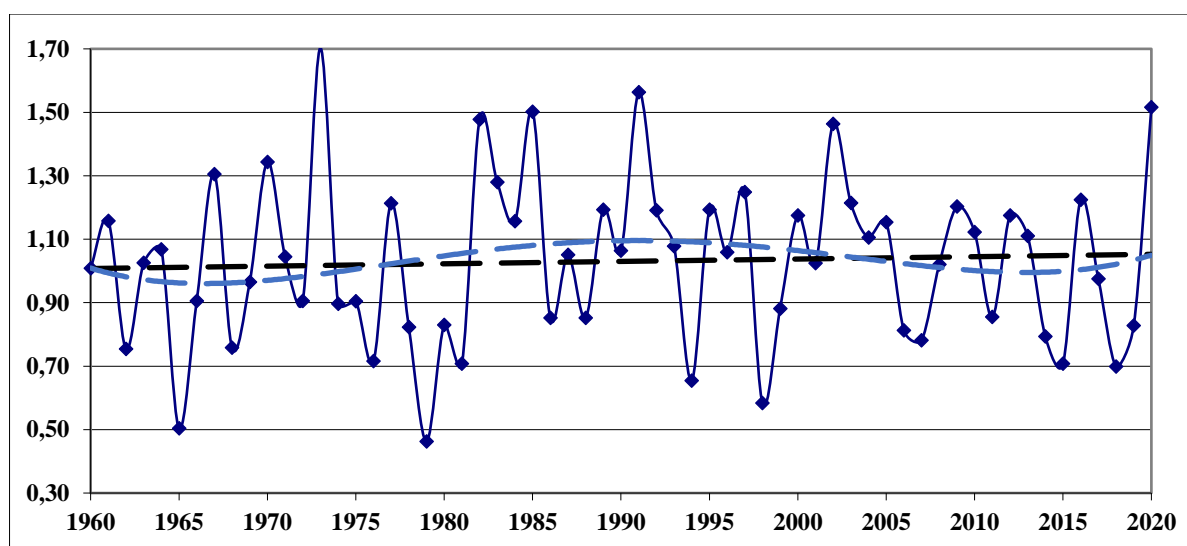


Рисунок 2. Изменения величины гидротермического коэффициента за 1960-2020 гг. (м/с «Минеральные воды»)

Таблица 1. Изменение интегральных показателей климатических условий по пятилетиям (м/с «Минеральные воды»)

Годы	$\Sigma T > 10$	$\Sigma T > 15$	$\Sigma R > 10$	$\Sigma R < 0$	ГТК
1961-1965	3037	2785	273	36	0,90
1966-1970	3371	2802	353	61	1,06
1971-1975	3315	2851	355	56	1,09
1976-1980	3075	2607	249	61	0,81
1981-1985	3189	2754	389	39	1,22
1986-1990	3223	2541	323	74	1,00
1991-1995	3181	2499	361	70	1,14
1996-2000	3372	2709	327	40	0,99
2001-2005	3299	2783	393	46	1,19
2006-2010	3612	2851	355	55	0,99
2011-2015	3544	3162	333	55	0,93
2016-2020	3773	3197	343	36	0,92
Среднее	3333	2795	338	52	1,02
Ст. отклонение	285	375	68	74	0,55

Для выгрузки в данном разделе доступны семь переменных: минимальная температура; максимальная температура; средняя температура; осадки; солнечная радиация; скорость ветра и давление водяного пара. Данные доступны в четырех пространственных разрешениях, от 30 секунд (~1 км²) до 10 минут (~340 км²).

Данные с историческими ежемесячными климатическими данными, позволяет рассмотреть данные о погоде за 1960-2020 годы. Доступны эти данные в трех переменных: средняя минимальна температура, средняя максимальная температура и общее количество осадков. Данный архив состоит из 120 файлов GeoTIFF (.tif) для каждого месяца года в течение десятилетнего периода. Пространственное разрешение составляет 2.5 мин. (~ 21 км²).

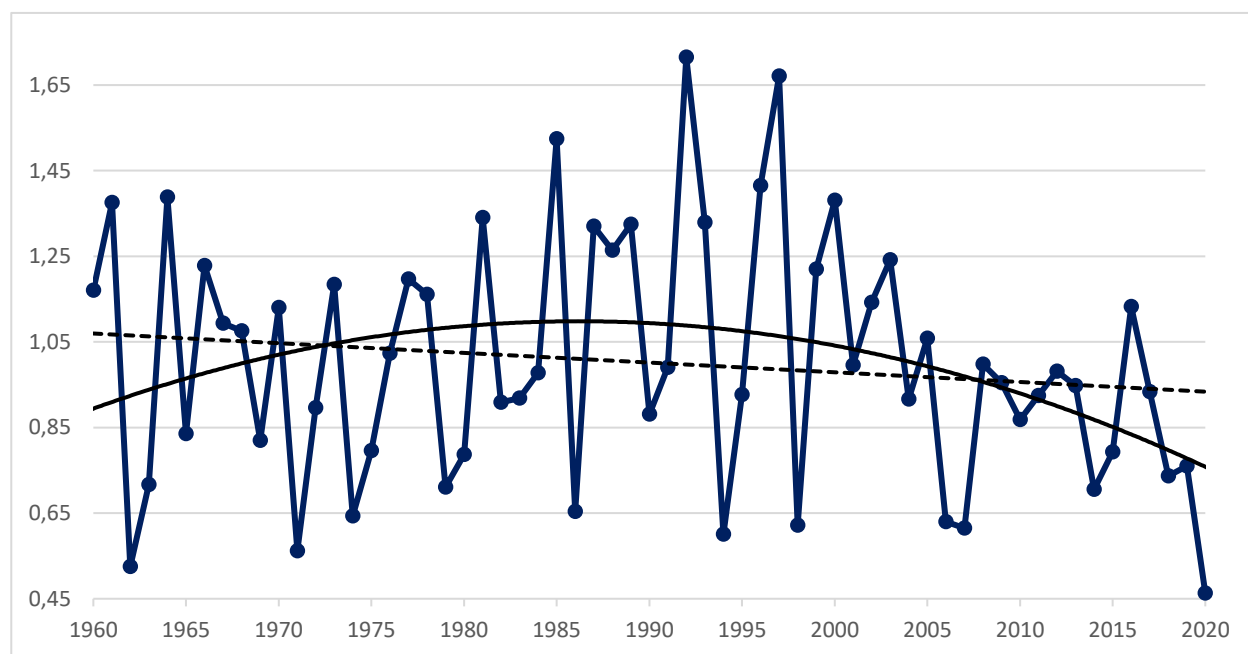


Рисунок 3. Изменения величины гидротермического коэффициента за 1960-2020 гг. (м/с «Александровское»)

Таблица 2. Изменение интегральных показателей климатических условий по пятилетиям (м/с «Александровское»)

Годы	$\sum T > 10$	$\sum T > 15$	$\sum R > 10$	$\sum R < 0$	ГТК
1961-1965	3018	2856	288	63	-0,03
1966-1970	3269	2823	352	89	0,07
1971-1975	3460	2936	285	66	-0,19
1976-1980	3111	2637	302	71	-0,03
1981-1985	3088	2733	353	59	0,13
1986-1990	3153	2436	340	108	0,09
1991-1995	3197	2327	343	81	0,11
1996-2000	3402	2732	420	74	0,26
2001-2005	3337	2819	358	55	0,07
2006-2010	3586	2877	290	68	-0,19
2011-2015	3394	3140	298	71	-0,13
2016-2020	3525	3054	281	45	-0,20

Среднее	3292	2767	326	72	-0,03
Ст. отклонение	313	370	86	39	0,07

Для создания карты динамики агроклиматических условий использованы ежемесячные данные максимальных и минимальных температур, а также данные об их общем количестве осадков, за период с 1961 по 2015 г. Данный временной период выбран не случайно, ведь дальнейшая обработка данных будет происходить по пятилетиям, а также с целью выявления периодов, с наиболее ярко выраженной динамикой агроклиматических условий [3, 5, 7].

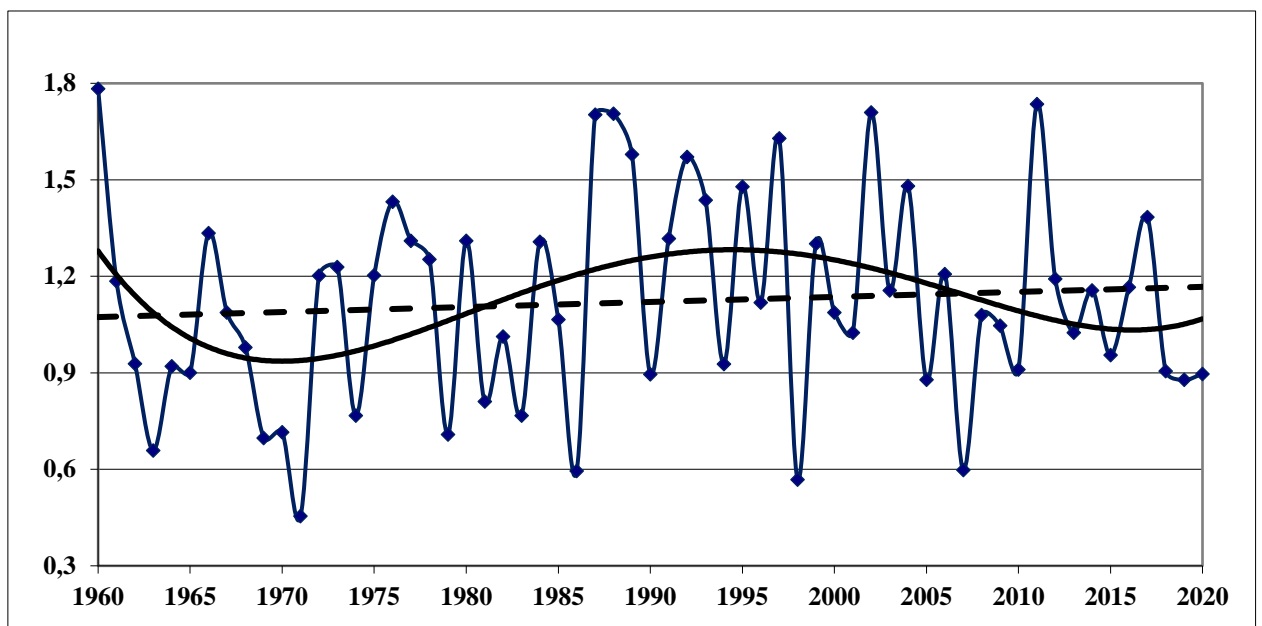


Рисунок 4. Изменения величины гидротермического коэффициента за 1960-2020 гг. (м/с «Армавир»)

Для последующего создания картографического произведения использовалась программа ArcMap, в которой происходила дальнейшая обработка данных. Все данные представлены в виде растровой информации на территорию всего земного шара, для их обрезки потребуются территориальные границы Северного Кавказа, которые были взяты из доступных цифровых карт.

После смены проекции у всех 11-ти растров, следует переход в программу MapInfo, где проходила дальнейшая обработка имеющихся растров, которые

были преобразованы, путем вычисления по формулам показателя гидротермического коэффициента и обрезаны по территории Северного Кавказа. При работе в MapInfo необходима панель инструментов Растр-растровые операции-изолинии. В окне изолиний для упрощения дальнейшего процесса обработки растров задается интервал, с которым в дальнейшем будут строиться изолинии.

После построения изолиний на всех имеющихся растрах, были добавлены слои с гидрографией и административными границами. Оформление итоговой карты происходило в программе Adobe Illustrator. Прежде чем приступить к итоговому оформлению карты необходимо было проанализировать полученные растры, с целью отбора среди них тех, по которым наиболее четко будет просматриваться динамика агроклиматических условий [1, 6, 8].

Таблица 3. Изменение интегральных показателей климатических условий по пятилетиям (м/с «Армавир»)

Годы	$\Sigma T > 10$	$\Sigma T > 15$	$\Sigma R > 10$	$\Sigma R < 0$	ГТК
1961-1965	3549	2926	326	67	0,92
1966-1970	3667	3049	357	60	0,96
1971-1975	3713	3101	365	58	0,97
1976-1980	3440	2867	412	48	1,20
1981-1985	3573	2906	354	48	0,99
1986-1990	3547	2792	451	72	1,30
1991-1995	3568	2890	476	98	1,35
1996-2000	3806	2827	429	55	1,14
2001-2005	3674	3013	459	35	1,25
2006-2010	3881	3247	376	56	0,97
2011-2015	3840	3339	461	55	1,21
2015-2020	3931	3393	410	42	1,05
Среднее	3675	3018	409	58	0,92
Ст. отклонение	286	317	111	38	0,96

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате создана серия карт, отображающих динамику агроклиматических условий на территории Северного Кавказа. Для отображения динамики были выбраны три карты по пятилетиям: 1976-1980 гг., 1991-1995 гг., 2011-2015 гг. Ввиду ярко-выраженных изменений показателя. Карты решено расположить на листе формата А3 (297 x 420 мм).

На картографических произведениях помимо отображения показателя агроклиматических условий (ГТК), отображены границы регионов с их административными центрами, границы сопредельных государств, элементы площадной и линейной гидрографией на картографируемой территории. Масштаб для создаваемых карт был принят 1 : 6 500 000 (1 см = 65 км). *Также было принято решение нанести картографическую сетку, которая была построена в программе MapInfo.*

Литература

1. Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В. Мониторинг современных климатических изменений и оценка их последствий для ландшафтов Северного Кавказа // Вестник РАЕН. 2014. № 2. С. 7-16.
2. Величко, А.А. Эволюционная география: проблемы и решения / А. А. Величко; отв. ред. И. И. Спасская; Российская академия наук, Ин-т географии. — Москва: ГЕОС, 2012. — 562 с.
3. Добровольский, С.Г. Глобальные изменения речного стока / С. Г. Добровольский; Российская акад. наук, Ин-т водных проблем, Российский фонд фундаментальных исследований. — Москва: ГЕОС, 2011. — 659 с.
4. Изменение природной среды России в XX веке / Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Ин-т географии Российской акад. наук; отв. ред.: В. М. Котляков, Д. И. Люри. — Москва: Молнет, 2012. - 402,
5. Ключин, П.В. Основные проблемы при использовании сельскохозяйственных угодий в Северо-Кавказском федеральном округе Российской Федерации / П.В. Ключин, А.А. Мурашева, П.А. Лепехин, С.В. Савинова // Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Lucrări științifice : [în vol.] / Univ. Agrară de Stat din Moldova ; red.-șef : Gh. Cimpoieș. – Chișinău : UASM, 2016. – P. 15-18.
6. Коломыц, Э.Г. Влияние глобального потепления на ландшафтную структуру Северного Кавказа / Э.Г. Коломыц, Л.С. Шарая // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2012. — № 4. — С. 45-61.

7. Порфирьев, Б. Глобальные климатические изменения: новые риски и новые возможности экономического развития // РЭЖ.3 – 2009. - № 6. – С. 66-77.

8. Современные глобальные изменения природной среды: в 2 т. / [Акименко Т.А. и др.]; отв. ред.: Н.С. Касимов, Р.К. Клиге; МГУ им. М.В. Ломоносова, Российская акад. естественных наук. — Т. 4: Факторы глобальных изменений. — Москва: Научный мир, 2012. — 539 с.

Literatura

1. Bratkov V.V., Zaurbekov SH.SH., Ataev Z.V. Monitoring sovremennykh klimaticheskikh izmenenii i otsenka ikh posledstviy dlya landshaftov Severnogo Kavkaza // Vestnik RAEN. 2014. № 2. S. 7-16.

2. Velichko, A.A. Evolyutsionnaya geografiya: problemy i resheniya / A. A. Velichko; отв. red. I. I. Spasskaya; Rossiiskaya akademiya nauk, In-t geografii. — Moskva: GEOS, 2012. — 562 s.

3. Dobrovolskii, S.G. Global'nye izmeneniya rechnogo stoka / S. G. Dobrovolskii; Rossiiskaya akad. nauk, In-t vodnykh problem, Rossiiskii fond fundamental'nykh issledovaniy. — Moskva: GEOS, 2011. — 659 s.

4. Izmenenie prirodnoi sredy Rossii v XX veke / Federal'noe gos. byudzhethnoe uchrezhdenie nauki In-t geografii Rossiiskoi akad. nauk; отв. red.: V. M. Kotlyakov, D. I. Lyuri. — Moskva: Molnet, 2012. - 402,

5. Klyushin, P.V. Osnovnye problemy pri ispol'zovanii sel'skokhozyaystvennykh ugodii v Severo-Kavkazskom federal'nom okruge Rossiiskoi Federatsii / P.V. Klyushin, A.A. Murasheva, P.A. Lepekhin, S.V. Savinova // Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Lucrări științifice : [în vol.] / Univ. Agrară de Stat din Moldova ; red.-șef : Gh. Cimpoieș. – Chișinău : UASM, 2016. – P. 15-18.

6. Kolomyts, E.H.G. Vliyanie global'nogo potepleniya na landshaftnuyu strukturu Severnogo Kavkaza / E.H.G. Kolomyts, L.S. Sharaya // Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. — 2012. — № 4. — S. 45-61.

7. Porfir'ev, B. Global'nye klimaticheskie izmeneniya: novye riski i novye vozmozhnosti ehkonomicheskogo razvitiya // REHZH.3 – 2009. - № 6. – S. 66-77.

8. Sovremennye global'nye izmeneniya prirodnoi sredy: v 2 t. / [Aki-
menko T.A. i dr.]; otv. red.: N.S. Kasimov, R.K. Klige; MGU im. M.V. Lomono-
sova, Rossiiskaya akad. estestvennykh nauk. — T. 4: Faktory global'nykh izme-
nii. — Moskva: Nauchnyi mir, 2012. — 539 s.

© Шаповалов Д.А., Братков В.В., Савинова С.В., Ключин П.В., 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 1, 1-12.

Для цитирования: Шаповалов Д.А., Братков В.В., Савинова С.В., Ключин П.В. Динамика интегральных климатических показателей за 60 последних лет на территории Северного Кавказа//International agricultural journal. 2022. № 1, 1-12.