

Л.Р. БЕКМУРЗАЕВА*, Ш.Ш. ЗАУРБЕКОВ**, В.В. БРАТКОВ***

*Чеченский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС», 364024, Чеченская Республика, Грозный, ул. Госпитальная, 6, Россия, eip-eco2017@yandex.ru

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова, 364024, Чеченская Республика, Грозный, пр. Исаева, 100, Россия, sher_57@mail.ru

***Московский государственный университет геодезии и картографии, 105064, Москва, Гороховский переулок, 4, Россия, vbratkov@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Проанализирован современный агроклиматический потенциал Карачаево-Черкесской Республики за период с 1961 по 2020 г. Выявлено, что наблюдаемые за 60 лет изменения климата в пределах равнинных умеренных семигумидных и семиаридных ландшафтов способствуют увеличению продуктивности сельского хозяйства за счет улучшения условий тепло- и влагообеспеченности: годовая температура воздуха выросла на $0,7^{\circ}\text{C}$, продолжительность календарного периода со среднесуточной температурой воздуха, превышающей 5°C , увеличилась на 19 дней, сумма активных температур увеличилась на 7 %, показатели осадков выросли на 10 %. Соответственно, можно говорить об улучшении условий для роста и развития сельскохозяйственных культур. В пределах горных ландшафтов отмечены разнонаправленные изменения агроклиматического потенциала. В горных ландшафтах с абсолютными высотами до 2000 м наблюдаются увеличения годовой температуры воздуха на $0,6\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$ и количества осадков на 5–11 % и, как следствие, отмечается увеличение гидротермического коэффициента и коэффициента увлажнения. Также можно отметить тенденцию к смягчению зим и повышению средней температуры июля. Таким образом, в данных ландшафтах складываются благоприятные условия для роста и развития агрокультур. В горных ландшафтах с абсолютными высотами свыше 2000 м отмечен рост годовой температуры на $0,4\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$. Тенденция к смягчению зим и росту средней температуры июля в этих ландшафтах также отмечается. Однако здесь наблюдается ухудшение условий влагообеспечения за счет сокращения осадков и показателей увлажнения, таких как гидротермический коэффициент и коэффициент увлажнения, соответственно, можно говорить об ухудшении агроклиматических условий.

Ключевые слова: современные климатические изменения, агроклиматические условия, температура, осадки, гидротермический коэффициент, коэффициент увлажнения.

L.R. BEKMURZAEVA*, Sh.Sh. ZAURBEKOV**, V.V. BRATKOV***

*Chechen Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the North-Caucasus Hydrometeorology and Environmental Monitoring Directorate, 364024, Chechen Republic, Grozny, ul. Hospital'naya, 6, Russia, eip-eco2017@yandex.ru

**Academician Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, 364024, Chechen Republic, Grozny, pr. Isaeva, 100, Russia, sher_57@mail.ru

***Moscow State University of Geodesy and Cartography, 105064, Moscow, Gorokhovskii pereulok, 4, Russia, vbratkov@mail.ru

THE MODERN AGRO-CLIMATIC POTENTIAL OF THE KARACHAI-CHERKESS REPUBLIC

This article analyzes the modern agro-climatic potential of the Karachai-Cherkess Republic for the period from 1961 to 2020. It was found that the climate changes observed over 60 years within the flat temperate semi-humid and semi-arid landscapes contribute to an increase in agricultural productivity by improving the conditions of heat and moisture supply: the annual air temperature increased by 0.7°C , the duration of the calendar period with an average daily air temperature exceeding 5°C increased by 19 days, the sum of active temperatures increased by 7 %, and precipitation increased by 10 %. Accordingly, this suggests an improvement of the conditions for the growth and development of agricultural crops. Mountain landscapes with

absolute altitudes of up to 2000 m show a rise of annual air temperature by 0.6–0.7 °C and of the precipitation amount by 5–11 %; as a result, an increase of the hydrothermal coefficient and humidity factor occurs. Noteworthy also is a tendency toward the softening of winters as well as an increase in average July temperature. Thus the mountain landscapes with absolute altitudes of up to 2000 m are facing favorable conditions for the growth and development of agricultural crops. In mountain landscapes with absolute altitudes (heights) over 2000 m, an increase in annual temperature by 0.4–0.7 °C is noted. A tendency toward milder winters and an increase in average July temperature in these landscapes are also observed; however, these landscapes show a deterioration in the conditions of moisture supply due to a decrease in precipitation and moisture indicators, such as the hydrothermal coefficient and the humidity factor; accordingly, there is taking place a deterioration of agro-climatic conditions.

Key words: current climatic changes, agro-climatic conditions, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, humidity factor.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодня изменение глобального климата признается всеми учеными без исключений. Согласно определению С.П. Хромова и Л.И. Мамонтовой [1], климатические изменения в зависимости от временных рамок принято подразделять на геологические, исторические и современные. При этом под современными понимаются изменения климата длительностью в несколько десятилетий.

В 1976 г. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) выпустила первое авторитетное заявление о накоплении углекислого газа в атмосфере и потенциальном воздействии на климат Земли [2]. В 1988 г. была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК).

В 2022 г. МГЭИК планирует опубликовать уже шестой сводный отчет о происходящих климатических изменениях.

На официальном сайте Росгидромета публикуются сезонные и годовые бюллетени «Обзор состояния и изменения климата России», ежегодные доклады об особенностях климата на территории Российской Федерации, оценочные доклады об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [3, 4]. Для Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) характерно большое разнообразие природно-климатических условий, которые выступают основным фактором формирования сельскохозяйственной специализации региона. На фоне глобальных и региональных изменений климата климатические условия КЧР и в целом Северного Кавказа также претерпевают трансформации, чему посвящено множество научных трудов [5–11]. Однако зачастую без внимания остаются последствия этих изменений для сельского хозяйства региона. В связи с этим перед авторами ставится задача оценить современные агроклиматические условия КЧР.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Перемены климата отражаются в изменении, прежде всего, таких климатических параметров, как температура и осадки. Для оценки влияния изменений климата на термические ресурсы обычно используют следующие показатели: суммы среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 0,5 и 10 °C; даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0,5 и 10 °C весной и осенью; продолжительность периодов календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 0,5 и 10 °C, а также периодов со среднесуточной температурой от 5 до 15 (климатическая весна) и от 15 до 5 °C (климатическая осень); средняя температура самого холодного и самого теплого месяцев календарного года [12]. В статье для сравнительной оценки агроклиматических изменений в качестве нормы используются данные из Справочника по климату СССР, отражающие климатические условия за 1931–1960 гг. [13].

Для оценки увлажнения, наряду с количеством осадков, применяются различные коэффициенты и индексы. Наиболее известные из них — это гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г.Т. Селяниновым [14], и коэффициент увлажнения (Ку) Н.Н. Иванова [15]. Анализу также подвергаются опасные гидрометеорологические процессы и явления, наносящие ущерб сельскому хозяйству (засуха атмосферная, осадки высокой интенсивности, град, значительные скорости ветра и т. п.).

Для анализа изменчивости агроклиматических условий на территории КЧР в период 1961–2020 гг. нами выбраны опорные метеостанции: Черкесск (525 м абс. выс.) (равнинные умеренные семигумидные и семиаридные ландшафты), Зеленчукская (929 м абс. выс.) (горные умеренные гумидные ландшафты), Шаджатмаз (2070 м абс. выс.) (горные умеренные семигумидные ландшафты), Теберда (1329 м абс. выс.) и Клухорский перевал (2037 м абс. выс.) (горные холодно умеренные ландшафты).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ изменения температуры воздуха за 1961–2020 гг. показал, что по всем метеостанциям отмечается увеличение годовой температуры в среднем на $+0,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 1). Все значения среднеквадратического отклонения σ попадают в доверительный интервал. Максимально теплым за рассматриваемый период оказался 2010 г.: по всем метеостанциям отмечалась максимальная годовая температура воздуха. Основной вклад в увеличение среднегодовой температуры воздуха на метеостанциях Черкесск, Зеленчукская и Теберда внесли месяцы холодного периода (ноябрь–апрель), на м/с Шаджатмаз отмечается увеличение среднемесячной температуры во все месяцы без исключения, на м/с Клухорский перевал повышение среднемесячной температуры отмечается во все месяцы за исключением октября–декабря, когда температура оказалась в пределах нормы или чуть ниже ее. Полученные результаты коррелируют с данными, опубликованными в Докладе об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 г.: «...с 1976 г. на всех метеорологических станциях Кавказского региона наблюдался положительный тренд средних годовых и сезонных температур» [16, с. 15].

Для уменьшения влияния высокочастотной составляющей данные, характеризующие термические условия, были осреднены по двадцатилетиям. Такое осреднение также позволяет сравнить современные термические условия с предшествующими и таким образом получить ответ на вопрос об «уникальности» потепления последних лет (табл. 2). Продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°C за последнее десятилетие имеет тенденцию к увеличению на 10–22 дней по сравнению с начальным периодом изучаемого временного отрезка. Сумма активных температур значительно выросла в горных умеренных семигумидных ландшафтах (м/с Шаджатмаз) — на 26,6 %. В остальных типах ландшафтов она не претерпела значительных изменений, а ее небольшие колебания можно объяснить естественной флуктуацией (табл. 3). На исследуемой территории отмечается тенденция к смягчению зим, благоприятных для перезимовки сельскохозяйственных культур. Мягкой называется зима, средняя температура самого холодного месяца которой составляет не ниже -5°C [17]. Из данных табл. 2 следует, что средние температуры января устойчиво повышались, особенно теплые зимы были отмечены в последнее десятилетие. Средняя температура июля также имеет тенденцию к росту.

Таблица 1

Отклонение показателей температуры воздуха от среднемноголетнего значения территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 1961 по 2020 г.

Метеорологическая станция	Показатель	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Черкесск	Среднее	-2,7	-1,9	2,7	9,7	15	18,6	21,2	20,7	16,1	10	4	-0,5	9,4
	Отклонение от нормы	1,2	1,4	0,8	1	0,4	0,6	0,2	0,1	0,5	0	0,9	1,3	0,7
	σ	2,7	3,2	2,6	2	1,5	1,4	1,4	1,7	1,6	1,9	2,1	2,2	1
Зеленчукская	Среднее	-3,6	-2,1	2,4	8,1	12,6	15,6	18,1	17,6	13,4	8,2	3	-1,7	7,6
	Отклонение от нормы	1,4	1,2	0,3	0,6	0	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,7	1,5	0,6
	σ	2,6	2,9	2,1	1,8	1,3	1,3	1,2	1,4	1,4	1,7	2	2,4	0,8
Теберда	Среднее	-2,7	-1,6	1,8	7	11	13,8	16,2	15,8	11,7	7,2	2,8	-1	6,8
	Отклонение от нормы	1,2	0,6	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,4	0,2	0	0,6	0,8	0,5
	σ	2,5	2,7	2	1,7	1,2	1,2	1,3	1,5	1,4	1,7	2,1	2,5	0,8
Клухорский перевал	Среднее	-5,2	-4,6	-1,7	2,8	7,2	10,6	13,4	13,2	9,6	5,4	0,5	-3	4
	Отклонение от нормы	0,5	0,9	0,7	0,5	0,3	0,5	0,7	0,3	0,4	0,1	-0,3	0,2	0,4
	σ	2,3	2,4	1,9	1,7	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,7	2	2,2	0,8
Шаджатмаз	Среднее	-5,6	-5,4	-2,8	1,6	5,9	9,1	11,5	11,5	8,2	4,5	0,2	-3,2	2,9
	Отклонение от нормы	0,8	1	1,1	0,7	0,2	0,5	0,7	0,4	0,9	0,7	0,5	0,5	0,6
	σ	2,3	2,5	2,3	2	1,5	1,4	1,4	1,6	1,8	2	2,3	2,5	0,9

Примечание. Среднее — средний показатель температуры воздуха месяца и года, $^{\circ}\text{C}$; отклонение от нормы — разница между данными за рассматриваемый период с данными из [12], 1966; σ — среднеквадратическое отклонение.

Таблица 2

Изменения показателей термического режима территории Карачаево-Черкесской Республики за 1961–2020 гг.

Метеорологическая станция	Данные из [12]	Годы			
		1961—2020	1961—1980	1981—2000	2001—2020
Продолжительность календарного периода со среднесуточной температурой воздуха, превышающей 5 °С, дни					
Черкесск	—	—	223	225	242
Зеленчукская	—	—	214	218	228
Теберда	—	—	207	212	217
Клухорский перевал	—	—	171	177	170
Шаджатмаз	—	—	151	155	173
Сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного года со среднесуточной температурой, превышающей 10 °С, °С					
Черкесск	3043	3069	2959	3001	3248
Зеленчукская	2371	2372	2351	2428	2338
Теберда	1902	2056	1978	1967	2222
Клухорский перевал	1071	1121	1035	1052	1274
Шаджатмаз	595	753	600	637	1001
Средняя температура января, °С					
Черкесск	–3,9	–2,7	–4,0	–2,2	–2,0
Зеленчукская	–5,0	–3,6	–4,7	–3,3	–2,9
Теберда	–3,9	–2,7	–3,5	–2,5	–2,1
Клухорский перевал	–5,7	–5,2	–5,4	–5,6	–4,7
Шаджатмаз	–6,4	–5,6	–6,1	–5,8	–5,0
Средняя температура июля, °С					
Черкесск	21,0	21,2	20,7	21,0	21,9
Зеленчукская	17,7	18,1	17,5	18,0	18,7
Теберда	15,6	16,2	15,5	16,1	17,0
Клухорский перевал	12,7	13,4	12,9	13,3	13,9
Шаджатмаз	10,8	11,5	10,9	11,4	12,2

Примечание. Прочерк — нет сведений.

Анализ максимальных температур за 2010–2020 гг. показал, что максимальные температуры приходятся на календарное лето, особенно жаркими являются июль и август. В 2010 г. по всем метеостанциям максимальная годовая температура приходится на сентябрь. Данный факт не указывает на смещение сезонов, а скорее подтверждает то, что 2010 г. — самый теплый за рассматриваемый период. Согласно сведениям Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС») [18], неблагоприятное воздействие на сельскохозяйственные культуры высокие температуры оказывают в сочетании с дефицитом осадков. За последнее десятилетие комплекс неблагоприятных явлений (КНЯ) (почвенная засуха, атмосферная засуха, суховеи), нанесший вред росту и развитию сельскохозяйственных культур, отмечался в июле 2010 г.

Отрицательные температуры в горных ландшафтах могут отмечаться с сентября по апрель, в равнинных — с октября по апрель. Минимальные температуры приходятся на январь–февраль. Сведений об ущербе, нанесенном сельскому хозяйству за 2010–2020 гг. в результате экстремально низких температур, нет. Опасность для агрокультур представляют заморозки на почве и в воздухе, отмечающиеся ежегодно в марте–апреле. Заморозки в воздухе вызывают повреждение цветущих косточковых плодовых культур, а на почве — повреждения всходов картофеля, сахарной свеклы и кукурузы.

Таблица 3

Отклонение суммы активных температур от среднееголетнего значения на территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 1961 по 2020 г.

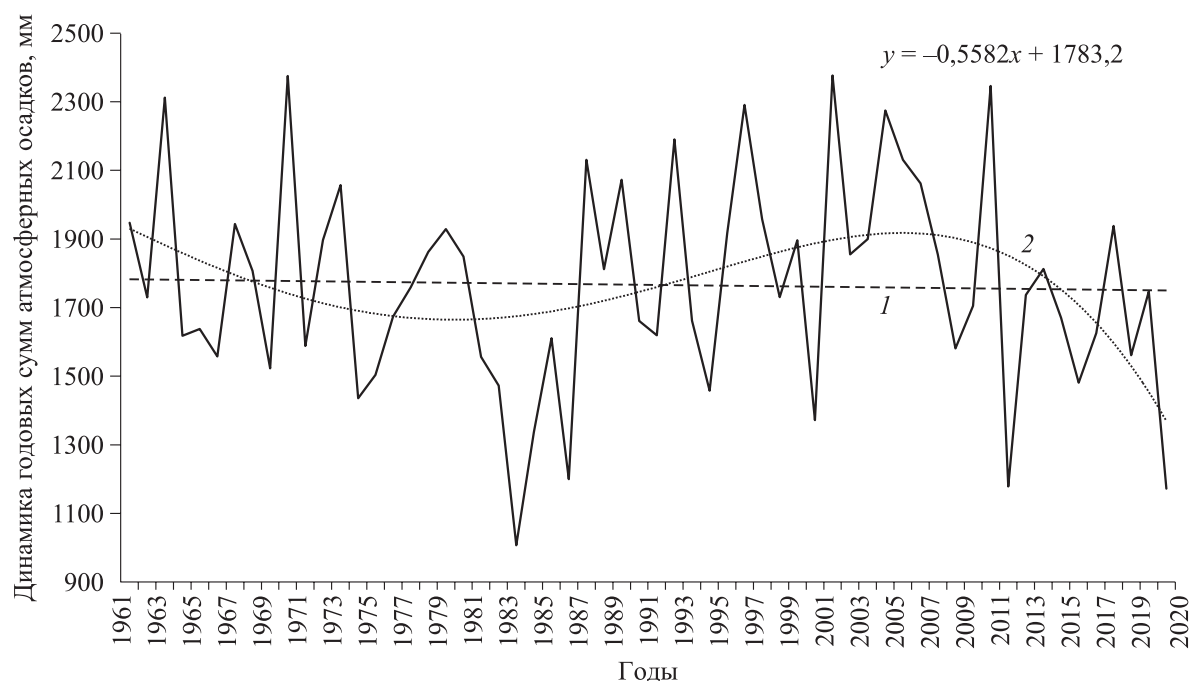
Метеорологическая станция	Отклонение суммы активных температур от нормы, °С	% от нормы
Черкесск	26	0,9
Зеленчукская	1	0,0
Теберда	154	8,1
Клухорский перевал	50	4,7
Шаджатмаз	150	26,6

Таблица 4

**Отклонение показателей осадков от среднемноголетнего значения
на территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 1961 по 2020 г.**

Метеоро- логическая станция	Показатель	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Черкесск	Среднее	21	19	33	53	79	91	77	62	49	40	32	28	582
	Отклонение от нормы	5	1	9	10	1	-3	2	15	-3	1	6	8	50
	σ	12	11	17	25	36	41	50	41	26	23	19	14	115
Зеленчукская	Среднее	18	16	34	64	105	140	113	93	66	39	28	22	737
	Отклонение от нормы	4	2	6	8	-8	13	-7	9	3	-3	7	1	34
	σ	11	9	20	30	38	58	48	49	32	21	19	13	117
Теберда	Среднее	50	35	61	73	74	80	74	63	71	75	73	60	789
	Отклонение от нормы	15	0	10	11	-3	9	10	-1	2	8	17	13	91
	σ	50	28	44	38	25	31	34	31	35	48	50	39	122
Клухорский перевал	Среднее	135	105	138	156	147	142	130	133	161	197	174	155	1766
	Отклонение от нормы	47	17	14	-4	-48	-36	-30	-27	-17	19	32	31	-9
	σ	107	72	87	72	60	57	57	64	87	122	106	96	305
Шаджатмаз	Среднее	14	14	28	58	101	113	99	86	59	33	20	17	642
	Отклонение от нормы	2	1	3	8	1	0	-7	11	3	-5	1	-2	16
	σ	9	8	15	20	30	40	38	35	26	19	13	9	106

Примечание. Среднее — средний показатель суммы осадков месяца и года, мм; отклонение от нормы — разница между данными за рассматриваемый период с данными из [12], 1966; σ — среднеквадратическое отклонение.



Динамика годовых сумм атмосферных осадков по метеостанции Клухорский перевал за 1961–2020 гг.

Динамика годовых сумм атмосферных осадков, мм: 1 — линейный тренд; 2 — полиномиальный тренд.

Таблица 5

**Отклонение показателей увлажнения от среднееголетнего значения
на территории Карачаево-Черкесской Республики за период с 1961 по 2020 г.**

Метеорологическая станция	ГТК	σ ГТК	Ку	σ Ку
Черкесск	-0,1	0,4	0,02	0,1
Зеленчукская	0,09	0,5	0,04	0,2
Теберда	0,0	0,4	0,13	0,2
Клухорский перевал	-0,9	1,1	-0,02	0,7
Шаджатмаз	-0,05	1,0	0,02	0,4

Примечание. ГТК — гидротермический коэффициент; σ ГТК — среднеквадратическое отклонение гидротермического коэффициента; Ку — коэффициент увлажнения; σ Ку — среднеквадратическое отклонение коэффициента увлажнения.

Всего за последние 20 лет (с 2001 по 2020) отмечалось 94 опасных (ОЯ) и неблагоприятных явлений (НЯ), которые отрицательно сказались на состоянии агрокультур, а также нанесли ущерб сельскому хозяйству. Максимальное число ОЯ и НЯ приходится на 2015 и 2020 гг. — по 11 ОЯ и НЯ. В структуре ОЯ и НЯ можно выделить град (21 случай), КНЯ (23 случая), ливень и дождь (по 16 случаев каждый).

Рост осадков на изучаемой территории неравномерен и отмечается на всех метеостанциях, за исключением Клухорского перевала. Значительный прирост осадков (более 10 %) наблюдается на метеостанциях Черкесск и Теберда. Из данных табл. 4 видно, что прирост осадков на этих метеостанциях отмечается во всех месяцах, за исключением июня и сентября (Черкесск), а также мая и августа (Теберда). Осадки на м/с Клухорский перевал сократились на 9 мм (0,5 % от нормы), недобор осадков происходит за счет месяцев теплого периода (апрель–сентябрь), тогда как в остальные месяцы отклонения от среднего значения положительны. На представленном рисунке линейный тренд иллюстрирует стабильность осадков, а полиномиальный — циклический характер данного процесса.

Оценка показателей влагообеспеченности показывает, что ГТК вырос на м/с Зеленчукская на 0,09, а значение Ку на м/с Теберда — на 0,13, тогда как на м/с Клухорский перевал заметно снизилось увлажнение теплого периода, о чем говорит уменьшение ГТК на 0,9, данный факт объясняется сокращением осадков теплого периода (табл. 5). Учитывая, что ГТК широко используется в агроклиматологии и характеризует уровень влагообеспеченности территории, можно сказать, что влагообеспеченность в период активной вегетации на м/с Клухорский перевал ухудшилась, а на м/с Теберда — улучшилась.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карачаево-Черкесская Республика, расположенная в пределах северного склона Большого Кавказа и равнин Предкавказья, отличается максимальным разнообразием природных ландшафтов. Последние представляют собой основу для развития разных отраслей сельского хозяйства в данном регионе. Так, равнинные умеренные семигумидные и семиаридные (степные) ландшафты используются для выращивания зерновых культур. Горные умеренные семигумидные ландшафты, приуроченные к котловинам, применяются для выращивания овощей, а также для целей животноводства, которое базируется, в том числе, и на кормовой базе горно-луговых (субальпийских и альпийских) ландшафтов. Наконец, горные умеренные гумидные (лесные) ландшафты играют важную роль в формировании водного режима территории и косвенно способствуют поддержанию сельскохозяйственных земель.

Изменения глобального климата по-разному протекают в разных регионах и ландшафтах. Что касается Северного Кавказа, то здесь рост температуры воздуха в целом в регионе сопровождается увеличением количества выпадающих осадков, которое различается в зависимости от территории [8]. При этом рост годовой температуры воздуха в большей степени связан с ее положительной динамикой в холодный период, тогда как температуры теплого периода выросли не столь значительно. Результатом процесса стало увеличение продолжительности вегетационного периода, что представляет собой благоприятный фактор для развития сельскохозяйственного производства. В отличие от температуры воздуха, изменение количества осадков не столь однородно. Так, в пределах степных ландшафтов отмечается максимальный прирост количества осадков, что приводит к увеличению продук-

тивности данных ландшафтов и росту урожайности зерновых культур, на протяжении последних лет. В горных ландшафтах климатические изменения имеют свои особенности на различных территориях, но в целом укладываются в отмеченную тенденцию — рост температуры воздуха в разной степени сопровождается возрастанием показателей количества осадков, что увеличивает продолжительность вегетационного периода и способствует улучшению условий произрастания разных типов растительности. Для древесной растительности Тебердинского государственного природного заповедника последствия этого процесса описал В.В. Онищенко [19].

Полученные результаты дают возможность, во-первых, актуализировать схему сельскохозяйственного районирования Карачаево-Черкесской Республики. Во-вторых, изменение климатических условий позволяет провести работы по культивированию новых сортов сельскохозяйственных растений для дальнейшего увеличения продуктивности угодий. В-третьих, в изменившихся условиях необходимо провести коррекцию агротехнических мероприятий по обработке почвы. Наконец, для оптимизации агроландшафтов в складывающейся ситуации возможна разработка схем землепользования на основе контурного земледелия, которое снижает риски развития неблагоприятных природных явлений, в том числе, обусловленных климатическими изменениями (эрозия почвы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 568 с.
2. Климат для вас [Электронный ресурс]. — https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=520 (дата обращения 7.04.2020).
3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: техническое резюме / В.П. Мелешко. — М.: Росгидромет, 2008. — 89 с.
4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: общее резюме / В.В. Ясюкевич — М.: Росгидромет, 2014. — 60 с.
5. Братков В.В., Борликов Г.М., Хухлачиев Б.С. Сезонная динамика семиаридных и аридных ландшафтов Юга России // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. — 2002. — № 3. — С. 58–65.
6. Братков В.В., Салпагаров А.Д., Мокроусов Д.О. Сезонная динамика ландшафтов Тебердинского заповедника // Труды Тебердинского биосферного заповедника. — 2005. — Вып. 41. — 96 с.
7. Дышеков М.М. Ландшафты Карачаево-Черкессии в условиях современных изменений климата: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Ставрополь: Изд-во Ставропол. ун-та, 2008. — 24 с.
8. Заурбеков Ш.Ш. Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру региона (на примере Северного Кавказа): Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. — Краснодар: Изд-во Кубанск. ун-та, 2012. — 48 с.
9. Ларионов Ю.А. Изменение фенологических сроков произрастания сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе // V Междунар. конф. «Устойчивое развитие горных территорий» (Владикавказ, 2004). — Владикавказ: Изд-во «Терек», 2004. — С. 494–495.
10. Лурье П.М. Глобальное изменение климата и сток рек юга России // Экол.-геогр. вестн. Юга России. — 2002. — № 2. — С. 42–45.
11. Лурье П.М., Крохмаль А.Г., Панов В.Д., Панова С.В., Тамов М.Ч. Карачаево-Черкессия: климатические условия. — Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. ун-та, 2000. — 196 с.
12. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Науч. ред. С.М. Семёнов. — М.: Росгидромет, 2012. — 512 с.
13. Справочник по климату СССР / Под ред. В.Ф. Проценко. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. — Вып. 13, ч. 2. — 492 с.
14. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 253 с.
15. Иванов Н.Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — 224 с.
16. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год / М.Е. Яковенко. — М.: Росгидромет, 2019. — 79 с.
17. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. — М.: Гидрометеиздат, 1985. — 243 с.
18. Сайт Северо-Кавказского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. — <https://yugmeteo-donpac.ru/upravlenie/nc/> (дата обращения 7.04.2020).
19. Онищенко В.В. Фенология дендрофлоры Тебердинского государственного заповедника: монография. — Кисловодск: Северокавказ. изд-во «МИЛ», 2005. — 127 с.

Поступила в редакцию 15.09.2020

После доработки 17.01.2022

Принята к публикации 28.03.2022