

УДК 551.5+551.3+51-7

DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-139-147

## ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В НИЗКОГОРНОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА В СЕЗОН ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ ПАВОДКОВ

Е.А. КОРЧАГИНА

ФГБНУ «Федеральный научный центр  
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»  
Центр географических исследований  
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2  
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

*Устойчивое изменение температурного режима в горных районах Северного Кавказа является одним из климатических факторов, способных привести к изменению активности проявления опасных природных процессов гидрологического характера (селей, паводков). В работе проведено исследование динамики приземной температуры воздуха в низкогорной зоне Восточного Кавказа на различных этапах формирования речного стока в регионе с точки зрения ее возможного влияния на частоту проявления опасных гидрологических событий. Используются методы математико-статистического моделирования. Обнаружен статистически достоверный рост средних месячных значений температуры воздуха в феврале и марте, т.е. в период накопления запасов снега к началу периода половодья, высоких паводков и селей. Установлено, что самый значительный рост приземной температуры воздуха имеет место в летние месяцы, в период интенсивного таяния ледников в высокогорье у истоков рек, что также сопровождается ростом интенсивности осадков в июне и способствует росту частоты прохождения опасных гидрологических событий.*

**Ключевые слова:** региональное изменение климата, приземная температура воздуха, опасные гидрологические события, паводки, математико-статистическое моделирование, устойчивость тенденции, линейный тренд, ранжирование.

*Поступила в редакцию 10.03.2021*

**Для цитирования.** Корчагина Е.А. Долгопериодные изменения температуры воздуха в низкогорной зоне Восточного Кавказа в сезон формирования высоких паводков // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2(100). С. 139-147.

### ВВЕДЕНИЕ

Изменения климата продолжают оставаться в фокусе современных исследований. Они интересны как сами по себе, так и в связи с зависимыми от них изменениями в природе и обществе [1–5]. Центр географических исследований КБНЦ РАН ведет работы по исследованию подверженности территорий Северного Кавказа опасным природным процессам [6]. Сложный рельеф и особенные характеристики климата во многом определяют пространственное распространение природных процессов, наносящих ущерб хозяйственной деятельности населения юга России. Исследования изменений климатических показателей актуальны по причине их влияния на активность и частоту проявления характерных для горных регионов явлений, таких как лавины, сели, оползни, высокие паводки.

Наиболее подробно исследована динамика основных климатических характеристик – температуры воздуха и атмосферных осадков [1, 3]. Однако на формирование опасных гидрологических процессов в горных районах также влияние оказывают влажность воздуха, влажность почвы, глубина ее промерзания и т.д. Формирование опасных процессов – сложное, многофазное. Изменение климата может воздействовать разнонаправленно на различные его этапы. Например, рост температуры воздуха ведет к усиленному таянию ледников в горной части региона, что приводит к интенсификации процесса таяния и повышению уровней ве-

сенне-летнего половодья в регионе. С другой стороны, исследователи отмечают, что снижение водозапаса в накопленном зимой снеге, сдвиг сроков наступления оттепели на более ранние даты снижают уровни проходящих на реках паводков [7–9].

В рамках проведенных в Центре географических исследований КБНЦ РАН работ исследована динамика климатических характеристик приземной температуры воздуха, атмосферных осадков, атмосферного давления, влажности в горных районах Центрального и Западного Кавказа [10–11]. Установлено, что в высокогорных районах (восточной части бассейна реки Кубани) большинство статистически значимых положительных трендов исследованных параметров наблюдается с мая по сентябрь. Этот сезон характеризуется активизацией селей в горах и паводков в среднегорье и на равнине.

Показатели температуры воздуха демонстрируют рост максимальных, минимальных и средних значений с мая по август. Неравномерная скорость возрастания максимальных и минимальных значений температуры воздуха приводит к значимому росту ее суточной и месячной амплитуды. При этом самое значительное потепление произошло в августе. Суточная амплитуда температуры воздуха значимо возросла с мая по август и в ноябре.

Для показателей атмосферных осадков обнаружено статистически достоверное увеличение количества дней с осадками больше 20 мм в июне и в осенний календарный сезон в низкогорной зоне Западного Кавказа. В высокогорной зоне статистически значимо увеличились интенсивность осадков в сентябре, а также количество дней с осадками и их суточные максимумы в осенний период.

Одним из важных климатических факторов, которые могут привести к изменению активности проявления опасных природных процессов гидрологического характера (селей, паводков), является устойчивое изменение температурного режима. Цель настоящей работы – исследовать динамику приземной температуры воздуха в низкогорной зоне Восточного Кавказа на различных этапах формирования речного стока в регионе с точки зрения ее возможного влияния на частоту проявления опасных гидрологических событий.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования долгопериодных изменений в температурном режиме низкогорной части Восточного Кавказа проводились на основе данных, полученных на метеостанциях и систематизированных в массивах ВНИИГМИ – МЦД [12]. Временные ряды средних сезонных значений составлены в результате статистической обработки данных согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации [13].

Динамика составленных временных рядов исследована методами статистического моделирования, регрессионного анализа.

Характеристики временных рядов средних сезонных температур имеют различный масштаб значений, кроме того, значения уровней ряда могут быть как положительными, так и отрицательными. Для возможности сравнивать их динамику использован прием из подходов при анализе данных методами машинного обучения. Исходные ряды преобразуются к виду, в котором все данные находятся в одном диапазоне. В нашем случае это  $[-1 \dots 1]$ . Использован метод стандартизации значений, основанный на центрировании и нормализации. Получаем набор оценок уровней ряда в безразмерных единицах:

$$t_i = \frac{(T_i - \bar{T})}{\sigma_x}, \quad (1)$$

где  $t_i$  – оценки уровней преобразованного ряда,

$T_i$  – уровни исходного ряда климатической характеристики температуры,

$\bar{T}$  – среднее значение преобразуемого ряда,

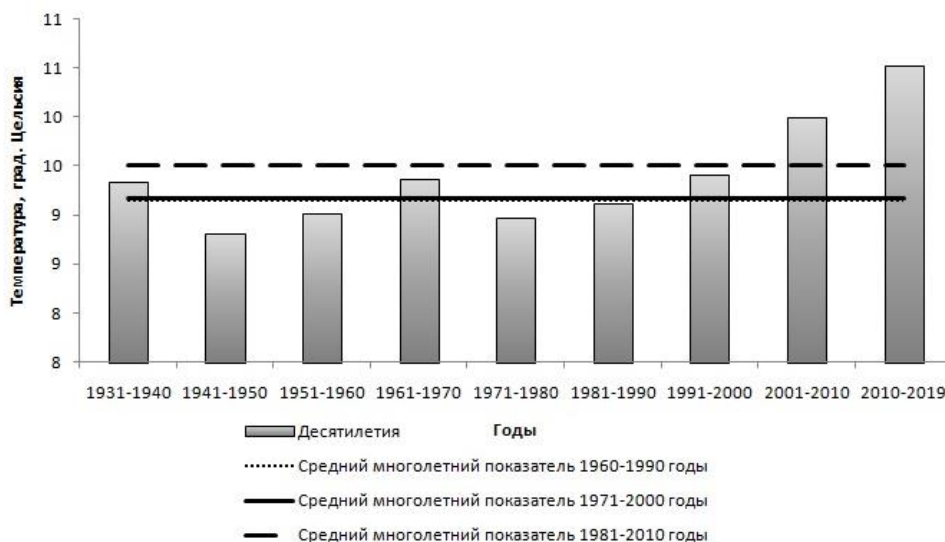
$\sigma_x$  – его стандартное отклонение.

Преобразованный временной ряд имеет среднее значение, равное 0, и стандартное отклонение, равное 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**1. Динамика временных рядов многолетних средних значений**

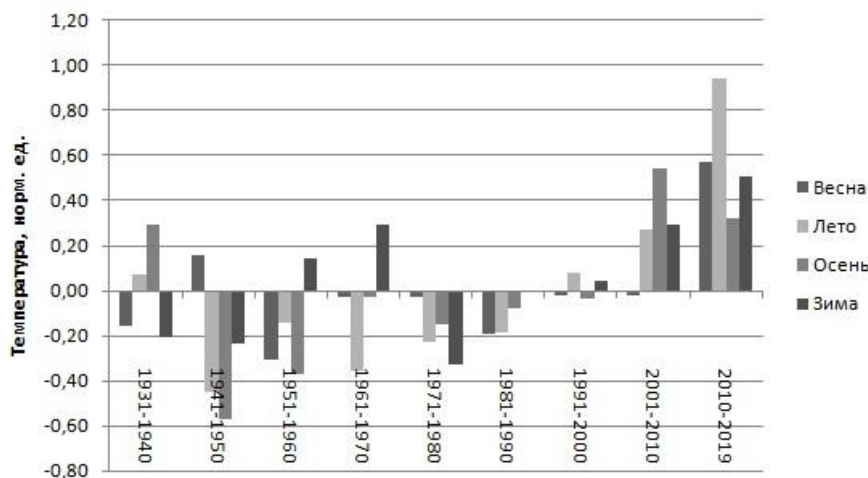
Исследование динамики приземной температуры воздуха в низкоргорных районах Восточного Кавказа проведено на основе данных инструментальных измерений на метеостанции Ахты, расположенной на абсолютной высоте 1016 м, 41°28' с.ш., 47°45' в.д. [12]. Средние десятилетние уровни температуры и многолетние ее нормы приведены на рисунке 1.



**Рис. 1.** Средние годовые значения приземной температуры воздуха, метеостанция Ахты

При анализе графика видно, что до 2000 года изменения средней годовой температуры воздуха имеют ярко выраженный циклический характер и тренд, близкий к нулю. Уровни 2001–2010 годов и 2010–2019 годов заметно выделяются из ряда и резко меняют характер динамики параметра.

Сезонная структура температуры воздуха приведена на рисунке 2. Поскольку масштаб сезонных значений различен, для возможности их сравнения и анализа на одном графике исследуемые ряды подвергались процедуре стандартизации, описанной в разделе «Методы исследования», формула (1).



**Рис. 2.** Средние сезонные уровни стандартизованных рядов температуры (безразмерные единицы)

При одинаковых отклонениях годовых показателей обнаруживается различие в сезонном поведении.

В 1931–1940 годах основной вклад в годовые положительные аномалии дают весенние и летние температуры. Следующий экстремум годовых уровней приходится на 1961–1970 годы. Он полностью обусловлен высокими зимними температурами. За ним следует период, когда сезонные показатели климата были ниже или около среднего значения (1971–2000 годы). Значения стандартизованных сезонных уровней декадных температур приведены в таблице 1.

Таблица 1

СЕЗОННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СРЕДНИХ ДЕКАДНЫХ ТЕМПЕРАТУР  
(НОРМАЛИЗОВАННЫЕ УРОВНИ)

Сезон	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2010-2019
Год	0,00	-0,27	-0,17	-0,03	-0,18	-0,12	0,02	0,27	0,59
Весна	-0,16	0,16	-0,30	-0,03	-0,03	-0,19	-0,02	-0,02	0,57
Лето	0,07	-0,45	-0,14	-0,36	-0,23	-0,18	0,08	0,27	0,95
Осень	0,29	-0,57	-0,37	-0,03	-0,15	-0,08	-0,03	0,54	0,32
Зима	-0,21	-0,23	0,14	0,29	-0,33	-0,01	0,05	0,29	0,51
Май-сентябрь	0,07	-0,34	-0,14	-0,24	-0,24	-0,20	-0,03	0,20	0,85

Особо интересен анализ периода высоких паводков, проходящих с мая по сентябрь, и летний период, когда частота паводковых событий особо высока. Летний уровень 1991–2000 годов после долгого периода отрицательных значений (1941–1990 годы) вернулся к значениям начала ряда  $t_{1931-1940}^{\text{лето}} = 0,07$ . К концу периода летний уровень достиг значения, близкого к единице –  $t_{2010-2019}^{\text{лето}} = 0,95$ .

Весенние уровни оставались ниже или около среднего значения на протяжении всего периода, за исключением двух:  $t_{1941-1950}^{\text{весна}} = 0,16$ ,  $t_{2010-2019}^{\text{весна}} = 0,57$ . Т.е. колебаний такого размаха, как в 2010–2019 годах, с 1931 года не наблюдалось.

Похожая ситуация складывается и в зимний сезон:  $t_{1961-1970}^{\text{зима}} = t_{1961-1970}^{\text{зима}} = 0,29$ . Десятилетие 2010–2019 отличается самыми теплыми зимними сезонами.

А вот осенние температуры имеют максимум в 2001–2010 годах –  $t_{2001-2010}^{\text{осень}} = 0,54$ . Последний же уровень 2010–2019 годов мало отличается от уровня начала периода:  $t_{2010-2019}^{\text{осень}} = 0,32$ ,  $t_{1931-1940}^{\text{осень}} = 0,29$ .

#### РАНЖИРОВАНИЕ

Для определения периода с наиболее высокими значениями уровней температуры воздуха составлен временной ряд. Его значения получены путем осреднения по десятилетним периодам со сдвигом в 1 год начиная с 1966 года. Результаты ранжирования полученного ряда приведены в таблице 2. Ранги изменяются от 1 до 43. Здесь  $R_i^j$  – ранг среднемесячных сумм осадков  $j$ -го сезона, осредненного за  $i$ -е десятилетие.

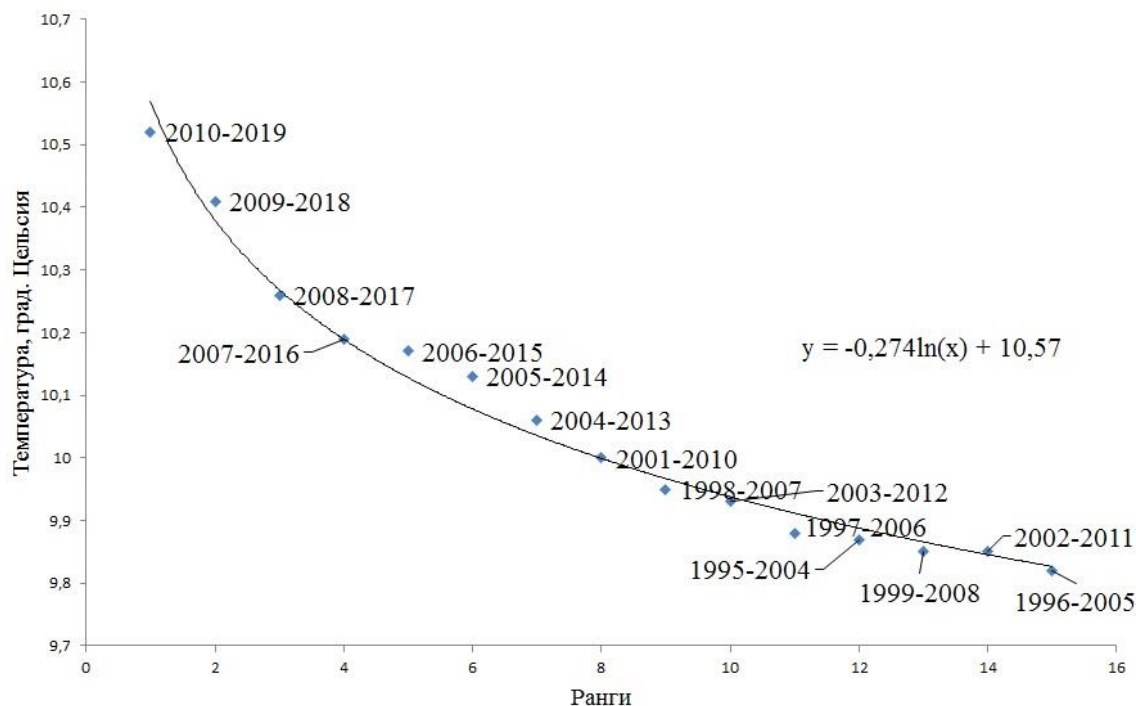
Самым холодным стало десятилетие 1969–1978 годов со средним годовым значением 8,8 °С.

**Таблица 2**

РАНГИ СРЕДНИХ ЗА ДЕСЯТИЛЕТИЕ СЕЗОННЫХ УРОВНЕЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Годы, $i$	$\bar{T}_t^j, ^\circ\text{C}$						Ранги, $R_i^j$					
	Год	весна	лето	осень	зима	май-сент.	$R_i^{\text{год}}$	$R_i^{\text{весна}}$	$R_i^{\text{лето}}$	$R_i^{\text{осень}}$	$R_i^{\text{зима}}$	$R_i^{\text{май-сент}}$
1992-2001	9,5	9,0	19,2	9,9	0,0	17,3	19	11	20	24	19	19
1993-2002	9,7	9,1	19,3	10,1	0,1	17,4	18	8	18	19	18	18
1994-2003	9,8	9,0	19,4	10,4	0,3	17,5	17	15	17	15	11	17
1995-2004	9,9	9,0	19,5	10,4	0,6	17,5	12	17	15	15	3	16
1996-2005	9,8	8,8	19,5	10,4	0,6	17,5	15	23	14	17	4	15
1997-2006	9,9	9,0	19,7	10,4	0,4	17,6	11	12	10	14	9	12
1998-2007	10,0	9,0	19,7	10,6	0,5	17,7	9	13	9	8	5	10
1999-2008	9,9	9,1	19,5	10,5	0,3	17,6	13	9	13	11	10	13
2000-2009	9,8	9,1	19,4	10,7	0,1	17,5	16	10	16	5	17	14
2001-2010	10,0	9,0	19,6	11,0	0,4	17,7	8	13	12	1	8	11
2002-2011	9,9	8,8	19,6	10,8	0,2	17,7	14	25	11	2	15	9
2003-2012	9,9	9,0	19,8	10,7	0,2	17,9	10	18	8	4	16	8
2004-2013	10,1	9,4	19,9	10,7	0,3	18,0	7	7	7	3	13	7
2005-2014	10,1	9,6	20,1	10,6	0,3	18,2	6	5	6	7	14	6
2006-2015	10,2	9,6	20,2	10,6	0,3	18,3	5	6	3	6	12	3
2007-2016	10,2	9,7	20,1	10,5	0,5	18,3	4	4	5	12	6	5
2008-2017	10,3	9,9	20,2	10,5	0,5	18,3	3	2	4	12	7	4
2009-2018	10,4	9,9	20,3	10,6	0,9	18,5	2	3	2	10	2	2
2010-2019	10,5	10,0	20,6	10,6	1,0	18,7	1	1	1	9	1	1

С 1996 года по настоящее время находятся десятилетия с десятью наивысшими средними значениями температуры для всех сезонов. Пятнадцать последних уровней ранжированного ряда с наивысшими рангами изображены на рисунке 3 в порядке убывания значений температуры (возрастания ранга).



**Рис. 3.** Средние годовые уровни температуры воздуха по десятилетиям. Первые 15 членов ранжированного ряда.

Самым жарким стало десятилетие 2010–2019 годов со средним годовым значением 10,52 °С. Наивысшие ранги имеют уровни всех сезонов, за исключением осеннего,  $R_{2010-2019}^{\text{осень}} = 9$ .

#### ТЕНДЕНЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Характеристики рассчитанных линейных трендов средней месячной и сезонной температуры воздуха приведены в таблице 3. Жирным шрифтом выделены оценки линейных трендов, статистически значимые на уровне 0,05.

**Таблица 3**

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ТРЕНДОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Месяц, сезон	1931–2019		1966–2019		1976–2019	
	<i>b</i> , °С /10 лет	p-value	<i>b</i> , °С /10 лет	p-value	<i>b</i> , °С /10 лет	p-value
Январь	<b>0,22</b>	0,04	0,33	0,17	0,46	0,09
Февраль	0,08	0,54	<b>0,52</b>	0,04	<b>0,69</b>	0,03
Март	<b>0,22</b>	0,05	<b>0,61</b>	0,00	<b>0,84</b>	0,00
Апрель	0,09	0,32	0,01	0,97	-0,04	0,86
Май	0,02	0,73	0,22	0,06	<b>0,51</b>	0,00
Июнь	<b>0,14</b>	0,01	<b>0,43</b>	0,00	<b>0,57</b>	0,00
Июль	<b>0,14</b>	0,02	<b>0,36</b>	0,00	<b>0,44</b>	0,00
Август	<b>0,17</b>	0,02	<b>0,45</b>	0,00	<b>0,58</b>	0,00
Сентябрь	<b>0,16</b>	0,05	<b>0,40</b>	0,01	<b>0,33</b>	0,04
Октябрь	0,14	0,13	<b>0,36</b>	0,04	<b>0,63</b>	0,00
Ноябрь	0,09	0,30	-0,18	0,34	0,01	0,97
Декабрь	0,20	0,06	0,21	0,34	0,28	0,35
Год	<b>0,14</b>	0,00	<b>0,31</b>	0,00	<b>0,44</b>	0,00
Весна	0,11	0,07	<b>0,28</b>	0,01	<b>0,44</b>	0,00
Лето	<b>0,15</b>	0,00	<b>0,41</b>	0,00	<b>0,53</b>	0,00
Осень	<b>0,13</b>	0,04	0,19	0,12	<b>0,32</b>	0,02
Зима	<b>0,16</b>	0,02	<b>0,35</b>	0,03	<b>0,48</b>	0,01
Май-сентябрь	<b>0,13</b>	0,00	<b>0,37</b>	0,00	<b>0,49</b>	0,00

Из приведенного выше анализа следует, что более подробно имеет смысл рассмотреть период с 1966 года. Во-первых, это середина декады, с которой начинается последний цикл средних годовых значений (предпоследний локальный максимум). Во-вторых, однородность данных этого периода обеспечивается неизменностью методов измерения метеорологических параметров атмосферы на метеостанциях РФ.

За этот период все тренды положительны, за исключением ноября. Статистически значимы тенденции потепления за февраль и март. Следствием этого могут стать снижение доли твердых осадков в период накопления запаса снега перед сезоном снеготаяния, более раннее наступление оттепели, постепенное таяние, что может иметь такой положительный эффект, как вклад в снижение уровней опасных паводков. Устойчивая тенденция роста температуры воздуха в июне-сентябре ведет к интенсификации процесса таяния ледников у истоков горных рек и повышению уровня рек во время весенне-летнего половодья, в результате чего дожди невысокой интенсивности могут привести к опасным паводкам.

Начало периода 1976–2019 годов приходится на последний локальный минимум временного ряда средних годовых уровней температуры. На этом интервале временного ряда все тренды положительны (за исключением апреля). Статистически незначим только рост

средних месячных уровней с ноября по январь. Из трех рассмотренных интервалов скорости потепления сезонных уровней максимальны в 1976–2019 годах.

### ВЫВОДЫ

Устойчивые изменения температуры воздуха в низкогорной части Восточного Кавказа в разные фазы формирования стока горных рек действуют разнонаправлено. Потепление в марте и феврале ведет к удлинению безморозного периода, сокращению накопления снега к периоду снеготаяния, что может способствовать снижению уровней половодья и проходящих на его фоне паводков. Устойчивый рост температуры в летние месяцы способствует более интенсивному таянию ледников, дающих начало горным рекам, что повышает риск достижения паводками опасных отметок при прочих равных условиях (интенсивность атмосферных осадков, их пространственная связность, состояние грунта).

В складывающейся ситуации со стороны климата важную роль будет играть изменение режима осадков. Поскольку в горной части Восточного Кавказа обнаружены статистически значимые тенденции к росту месячных и суточных характеристик осадков в марте и июне, можно заключить, что в горных районах Восточного Кавказа существуют устойчивые тенденции климатических характеристик, способные привести к росту активности таких опасных процессов, как высокие паводки и сели в весенне-летний период.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ashabokov B.A. et al.* Climate of the Caucasus Region of the Last 60 Years: Precipitation and Temperature Trends and Anomalies / Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Press. 2019. No.8. Pp. 716–721.
2. *Абдулжалимов А.А., Атаев З.В., Братков В.В.* Современные климатические изменения высокогорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2015. № 2 (31). С. 86–94.
3. *Tashilova A.A., Kesheva L. A., Teunova N.V., Taubekova Z.A.* Analysis of temperature variability in the mountain regions of the North Caucasus in 1961-2013 // Russian Meteorology and Hydrology. 2016. Vol. 41. Issue 9. Pp. 601-609. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068373916090028>.
4. *Konapala G., Mishra A., Leung L.R.* Changes in temporal variability of precipitation over land due to anthropogenic forcings // Environmental Research Letters. 2017. No. 12 – 024009.
5. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. М.: Росгидромет, 2020. 97 с. ISBN 978-5-906099-58-7.
6. *Кюль Е.В., Корчагина Е.А., Джампугев Д.Р.* Пространственные закономерности образования опасных экзогенных процессов / В кн. «Геоэкологические исследования на территории Кабардино-Балкарской Республики за период с 2012 по 2018 годы». Нальчик, 2019. Том 1. 170 с.
7. *Kireeva M.B., Frolova N.L., Rets E.P., Telegina E.A., Telegina A.A., Ezerova N.N.* The role of seasonal and occasional floods in the origin of extreme hydrological events // Proceedings IAHS, Extreme Hydrological Events. 2015. Vol. 369. Pp. 109–113.
8. *Blöschl G et al.* Changing climate both increases and decreases European river floods // Nature. 2019. Vol 573. No 7772. Pp. 108-111. DOI: 10.1038/s41586-019-1495-6.
9. *Ye H., Fetzer E.J.* Asymmetrical shift toward longer dry spells associated with warming temperatures during Russian summers. // Geophysical Research Letters. Vol. 46. № 20. Pp. 11455–11462.
10. *Корчагина Е.А.* Исследование температурного режима в горных районах Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии в 1951–2015 гг. // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 4(42). С. 449–458.

11. Корчагина Е.А. Исследование колебаний элементов климата в горных районах Западного и Центрального Кавказа методами математической статистики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 3(95). С. 64–73.
12. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. URL:<http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (дата обращения: 15.02.2020).
13. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals // World Meteorological Organization: 2017. Issue 1203. 18 p. ISBN 978-92-63-11203-3.

## REFERENCES

1. Ashabokov B.A. et al. Climate of the Caucasus Region of the Last 60 Years: Precipitation and Temperature Trends and Anomalies / Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Press. 2019. No. 8. Pp. 716–721.
2. Abdulzhalimov A.A., Ataev Z.V., Bratkov V.V. *Sovremennyye klimaticheskiye izmeneniya vysokogornyykh landshaftov Severo-Vostochnogo Kavkaza* [Modern climatic changes in the high mountain landscapes of the North-Eastern Caucasus] // *Izvestiya DGPU. Estestvennye i tochnye nauki* [Proceedings of the DSPU. Natural and exact sciences]. 2015. No. 2 (31). Pp. 86–94.
3. Tashilova A.A., Kesheva L.A., Teunova N.V., Taubekova Z.A. Analysis of temperature variability in the mountain regions of the North Caucasus in 1961-2013 // *Russian Meteorology and Hydrology*. 2016. Vol. 41. Issue 9. Pp. 601-609. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068373916090028>.
4. Konapala G., Mishra A., Leung L.R. Changes in temporal variability of precipitation over land due to anthropogenic forcings // *Environmental Research Letters*. 2017. No. 12 – 024009.
5. *Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2019 god* [Report on climate features on the territory of the Russian Federation in 2019] M.: Rosgidromet, 2020. 97 p.
6. Kul E.V., Korchagina E.A., Dzhabpuev D.R. *Prostranstvennye zakonomernosti obrazovaniya opasnykh ekzogennykh protsessov* [Spatial patterns of the formation of dangerous exogenous processes] / In the book «*Geoekologicheskie issledovaniya na territorii Kabardino-Balkarskoy Respubliki za period s 2012 po 2018 gody*» [“Geoecological studies in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic for the period from 2012 to 2018”]. Nal'chik, 2019. Vol. 1. 170 p.
7. Kireeva M.B., Frolova N.L., Rets E.P., Telegina E.A., Telegina A.A., Ezerova N.N. The role of seasonal and occasional floods in the origin of extreme hydrological events // *Proceedings IAHS, Extreme Hydrological Events*. 2015. Vol. 369. Pp. 109–113.
8. Blöschl G et al. Changing climate both increases and decreases European river floods // *Nature*. 2019. Vol. 573. No 7772. Pp. 108–111. DOI: 10.1038/s41586-019-1495-6.
9. Ye H., Fetzer E.J. Asymmetrical shift toward longer dry spells associated with warming temperatures during Russian summers. // *Geophysical Research Letters*, Vol. 46. № 20. Pp. 11455–11462.
10. Korchagina E.A. *Issledovaniye temperaturnogo rezhima v gornyykh rayonakh Kabardino-Balkarii i Karachayevo-Cherkessii v 1951–2015 gg.* [The investigation on temperature regime in the highlands of the Kabardino-Balkaria and Karachay-Circassia from 1951 to 2015] // *Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy* [Sustainable development of mountain territories]. 2019. Vol. 11. No. 4(42). Pp. 449–458.
11. Korchagina E.A. *Issledovaniye kolebaniy elementov klimata v gornyykh rayonakh Zapadnogo i Tsentral'nogo Kavkaza metodami matematicheskoy statistiki* [Research on climate elements' fluctuations in the Western and Central Caucasus by mathematical statistics methods] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 3 (95). Pp. 64–73.



12. Bulygina O.N., Razuvaev V.N., Korshunova N.N., Shvets N.V. *Opisaniye massiva dannykh srednemesyachnoy temperatury vozdukha na stantsiyakh Rossii* [Description of the data array of average monthly air temperature at Russian stations]. URL:<http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (date of the application: 15.02.2020).

13. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals // World Meteorological Organization: 2017. Issue 1203. 18 p. ISBN 978-92-63-11203-3.

## LONGTERM AIR TEMPERATURE VARIATIONS IN THE LOW MOUNTAIN ZONE OF THE EASTERN CAUCASUS DURING FLOOD FORMATION SEASON

**E.A. KORCHAGINA**

FSBSE «Federal scientific center  
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»  
Center of Geographical Researches  
360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.  
E-mail: egrkbnrcan@bk.ru

*A stable change in the temperature regime in the mountainous regions of the North Caucasus is one of the climatic factors that can lead to a change in the activity of the hydrological nature hazards (mudflows, floods). In the paper the surface air temperature dynamics in the Eastern Caucasus low-mountain zone at various stages of river flow formation from the point of view of its possible impact on the frequency of hazardous hydrological events were investigated. Methods of mathematical and statistical modeling were used. A statistically significant increase in the average monthly values of air temperature in February and March was found, i.e. during the period of accumulation of snow reserves by the beginning of the flood period, high floods and mudflows. It was found that the most significant increase in surface air temperature takes place in the summer months, during the period of intense melting of glaciers in the highlands at the river headwaters, which is also accompanied by an increase in precipitation intensity in June and contributes to an increase in the frequency of hazardous hydrological events.*

**Keywords:** regional climate change, surface air temperature, hazardous hydrological events, floods, mathematical and statistical modeling, tendency stability, linear trend, ranking.

*Received by the editors 10.03.2021*

**For citation.** Korchagina E.A. Longterm air temperature variations in the low mountain zone of the Eastern Caucasus during flood formation season // News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2021. No. 2 (100). Pp. 139-147.

### Сведения об авторах

**Корчагина Елена Александровна**, к.ф.-м.н., с.н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.  
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.  
E-mail: helena.a.k@mail.ru

### Information about author:

**Korchagina Elena Aleksandrovna**, Candidate of Physical and Mathematical sciences, senior staff scientist of the Center of geographical researches of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.  
360010, KBR, Nalchik, 2, Balkarov street.  
E-mail: helena.a.k@mail.ru