

УДК 551.5+551.3

DOI: 10.35330/1991-6639-2019-5-91-47-56

ДИНАМИКА СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ

Е.А. КОРЧАГИНА

ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
Центр географических исследований
360002, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

Методами статистического моделирования исследована динамика уровней временных рядов сумм атмосферных осадков, осредненных за год и по календарным сезонам, в низкогорных районах восточной части бассейна реки Кубань с 60-х годов прошлого столетия по 2018 год. Тенденция к снижению осадков выявлена только для зимнего сезона, ее статистическая достоверность на уровне значимости 0,05 не подтверждается. Получено, что признаками устойчивости и статистической значимости обладает только тенденция увеличения осенних осадков, а также тенденция увеличения осадков за март и октябрь. Самым влажным периодом можно признать 2007-2018 годы.

Ключевые слова: суммы атмосферных осадков, метеорологические параметры, наводнения, опасные природные процессы, статистическое моделирование.

Территории, расположенные в пределах бассейна реки Кубань (Карачаево-Черкесская Республика, Ставропольский край, Адыгея, Краснодарский край), отличаются разнородным рельефом. Значительная доля территории в восточной части бассейна обладает горным рельефом, ей присущи высотная поясность, смена природных зон, наличие рек с различным гидрологическим режимом, сложное распределение осадков по территории.

Среди стихийных явлений природы, которым подвержена территория западного Кавказа, негативным явлениям, связанным с паводками (наводнениями, подтоплениями и др.), принадлежит одно из первых мест по размерам причиняемого ущерба [1]. В силу особенности геоморфологии, гидрологических и метеорологических процессов, протекающих в горной зоне региона, к перечисленным явлениям добавляются сели гляциального, гляцио-ливневого и ливневого характера и другие склоновые процессы (снежные лавины, оползни и т.д.).

Одним из опасных периодов на территории, где расположена восточная часть бассейна Кубани, в горной зоне западного Кавказа, является период весенне-летнего половодья на горных реках (наибольшая интенсивность подъема уровня воды до опасных отметок, максимальные уровни). Максимальный сток здесь обусловлен таянием горных снегов и ледников [2].

К основным характеристикам водного режима верхней и средней части бассейна реки Кубань относят весенне-летнее половодье, осенние паводки и зимнюю межень. Обычно подъем уровней воды начинается в апреле и достигает наибольших величин в июле, высокие значения уровней сохраняются до сентября. Минимальные уровни наблюдаются зимой и перед началом половодья [3].

Зарубежные исследователи среди многочисленных факторов образования наводнений особо выделяют взаимодействие между количеством выпадающих осадков, влажностью почвы и таянием снега [4]. Они отмечают, что на западе России паводки, проходящие вес-

ной и в начале лета, уменьшились в связи со снижением водозапаса в снеге, более ранней весенней оттепелью и уменьшением вклада от таяния снега.

Для рек, половодье которых формируется в основном водами, образующимися от таяния высокогорных снегов и ледников, режим стока связан с ходом температуры, наибольшие его значения относятся к периоду наиболее высоких температур воздуха. В это время для формирования стока имеет значение состояние почвы (условия ее осеннего увлажнения, глубина промерзания), запас воды в снежном покрове на момент начала снеготаяния; интенсивность снеготаяния; количество осадков, выпадающих в период активного снеготаяния [5]. Взаимодействие этих процессов может усилить риск развития высоких паводков, способных привести к наводнению, либо, напротив, снизить вероятность неблагоприятных последствий. Все эти процессы в той или иной степени зависят от температурного режима и режима осадков на протяжении всего года.

Какая именно величина подъема уровня воды в реке может привести к развитию наводнения, зависит от характеристик рельефа местности, высотного положения, размеров и строения гидрографической сети, гидрологических характеристик реки. Для рек бассейна Кубани это глубина речных долин, уклон русла, скорость течения [1].

В связи с этим исследование динамики сезонных климатических характеристик региона и их взаимодействия позволит выявить изменение климатических условий, которые влияют на разные стадии формирования речного стока в последние 60 лет.

Исследование температурного режима в восточной части бассейна реки Кубань в низкогорных районах проведено в работе [6]. Показано, что максимальные значения многолетних средних с 1959 года по 2017 год демонстрируют те показатели, период расчета которых включает в себя последние десятилетия. Статистически значимыми признаны линейные тренды за сезоны весна, лето и год. За период современного потепления 1976-2017 гг. статистически незначимым признан только зимний тренд.

Исследования изменения в режиме осадков в различных странах показывают, что при очевидных климатических изменениях расчеты не выявляют изменений в среднегодовых суммах осадков [7]. При этом во многих районах обнаруживаются положительные тренды сильных дождей [8]. В работе [7] отмечают усиление суточной интенсивности осадков на фоне слабой изменчивости годовых сумм осадков и роста температуры воздуха. Поэтому анализ изменения сезонных и месячных сумм выпадающих осадков, характеризующих отдельные стадии формирования стока рек, как и анализ динамики интенсивности осадков, является обоснованным.

Исследование того, какие изменения произошли в режиме осадков в горной зоне восточной части бассейна Кубани с 1960 года по настоящее время, проводились на основе данных инструментальных измерений на метеостанции Зеленчукской, расположенной на реке Большой Зеленчук, $43,87^{\circ}$ с.ш., $41,57^{\circ}$ в.д. [9].

Несмотря на трудности в составлении однородных рядов измеренных на метеостанциях сумм осадков, обусловленные сменой приборов и изменением количества сроков измерений, с середины 60-х годов прошлого века методика не изменялась, и ряды сумм осадков можно считать однородными. [10].

В результате обработки данных метеостанции составлены интервальные динамические ряды осредненных за год и по календарным сезонам уровней сумм атмосферных осадков, их абсолютных и относительных аномалий.

В качестве методов исследования динамики среднегодовых и сезонных сумм атмосферных осадков выбраны методы статистического моделирования и регрессионного анализа. Подробнее о предпосылках применения данных методов в исследуемой области в [11, 12].

Состояние климата принято характеризовать многолетними значениями его параметров, осредненными за большие промежутки времени, но не менее 10 лет. Стандартными периодами для построения многолетних средних показателей являются 30-летние периоды, которые начинаются первым годом десятилетия и строятся со сдвигом в 10 лет [13]. Расчеты показывают, что даже такая многолетняя климатическая норма подвержена временным изменениям [14]. Для исследования изменения многолетнего режима осадков рассчитаны средние многолетние нормы 1961-1990 годов, 1971-2000 годов, 1981-2010 годов для сумм атмосферных осадков, осредненных за год и календарные сезоны. Некоторые результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ (ММ/МЕС.) И ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ДИНАМИКИ, ЗЕЛЕНЧУКСКАЯ

Сезон	Многолетние средние показатели			$\sigma_{1960-2018}$	Темп прироста, %		
	1960-1990	1970-2000	1980-2010		$k_{1961-1990}^{1971-2000}$	$k_{1971-2000}^{1981-2010}$	$k_{1961-1990}^{1981-2010}$
Год	59,91	60,95	61,43	9,1	1,73	0,80	2,54
Весна	68,76	65,52	64,27	16,1	-4,72	-1,90	-6,52
Лето	112,40	116,34	116,64	30,4	3,51	0,26	3,78
Осень	40,14	44,37	47,42	14,5	10,56	6,86	18,14
Зима	18,34	17,55	17,39	5,6	-4,30	-0,93	-5,19

Здесь $\sigma_{1960-2018}$ – среднее квадратическое отклонение уровней ряда показателя с 1960 по 2018 год, мм/мес. Темп прироста есть отношение абсолютного изменения к предыдущему уровню [15]:

$$k_{i-1}^i = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} * 100\% = \frac{\Delta_{i-1}^i}{y_{i-1}} * 100\%, \quad (1)$$

или к базисному уровню:

$$k_{1961-1990}^i = \frac{y_i - y_{1961-1990}}{y_{1961-1990}} * 100\% = \frac{\Delta_{1961-1990}^i}{y_{1961-1990}} * 100\%, \quad (2)$$

где Δ_{i-1}^i – цепное абсолютное изменение многолетнего среднего показателя по отношению к предыдущему, $\Delta_{1961-1990}^i$ – его абсолютное изменение по отношению к начальному (базисному) уровню 1961-1990 гг., $i \in (1961 - 1990; 1971 - 2000; 1981 - 2010)$.

Средние многолетние нормы для всех рядов имеют постоянное направление изменения: год, лето и осень – положительное, зима и весна – отрицательное. При этом изменение сезонных и годовых индексов не превышает величину многолетней межгодовой изменчивости.

При переходе от 1961-1990 годов к 1971-2000 годам многолетний средний показатель за осенний сезон вырос на 10,6 %, что является максимальным из сезонных темпов прироста. Для остальных сезонов цепной темп прироста (убыли) не превысил 5 %. Наименьшие колебания многолетних средних индексов присущи летнему сезону и году в целом.

Одним из климатических факторов, влияющих на внутригодовое распределение опасных гидрологических процессов, является годовой ход осадков. Он формируется физико-географическими условиями и особенностями общей циркуляции атмосферы над исследуемой территорией.

Годовой ход осадков, рассчитанный по данным метеостанции Зеленчукская с 1960 по 2018 годы, имеет ярко выраженный главный максимум летом, в июне. И минимум зимой. При этом средние многолетние осадки июня составляют 19 % от общей годовой суммы, февраля – 2,1 %, амплитуда годового хода составляет 126 мм.

Годовой ход осадков, рассчитанный по тридцатилетним периодам, приведен на рисунке 1.

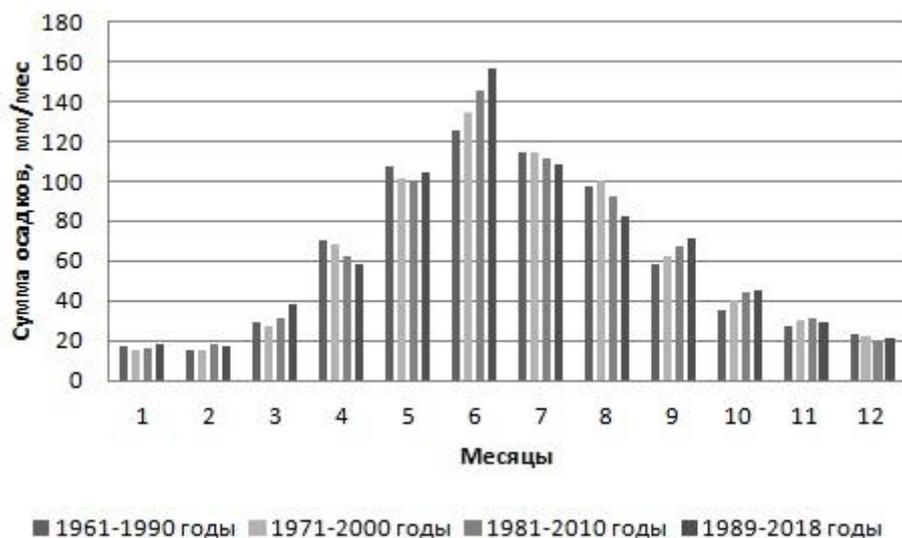


Рис. 1. Годовой ход осадков по тридцатилетним периодам, метеостанция Зеленчукская

Как видно из результатов расчетов, зимние минимальные значения не подверглись большим изменениям, тогда как максимальное значение монотонно росло на протяжении всего периода и достигло своего наибольшего значения в последние 30 лет (1989-2018 годы) и составило 175 мм/мес.

Нормы осредненных за год сумм осадков представлены на рисунке 2 на фоне ряда с интервалом, укрупненным до 10 лет.

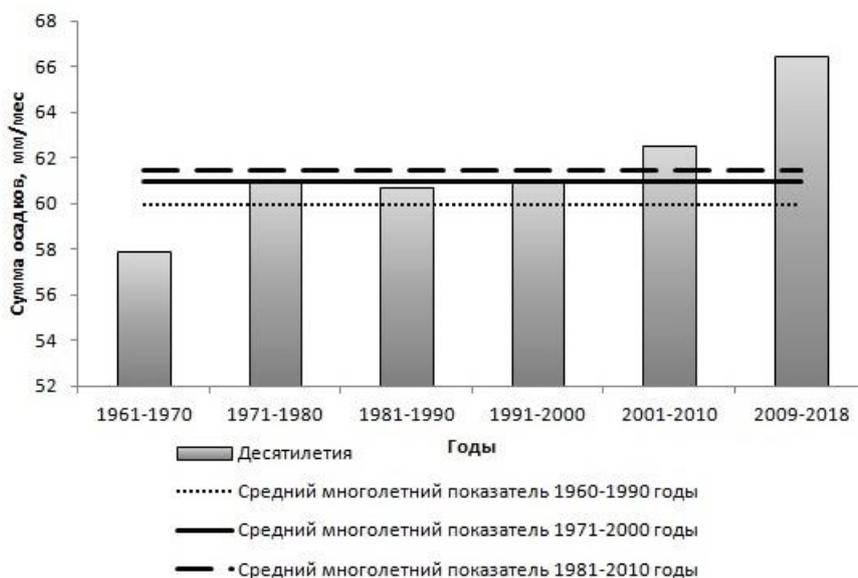


Рис. 2. Средние годовые уровни сумм осадков по 10-летним периодам и их многолетние средние показатели, мм/мес., метеостанция Зеленчукская

Поскольку сумма осадков, в отличие от температуры воздуха, величина всегда положительная, ее удобно характеризовать относительными аномалиями. Относительные аномалии p_{jk} для ряда с интервалом, укрупненным до 10 лет, приведены в таблице 2, где использованы обозначения:

$$p_{jk} = \frac{\bar{I}_{jk}}{\bar{I}_{(1961-1990)k}} \quad (3)$$

Здесь \bar{I}_{jk} , мм – средние за j -й период времени суммы осадков, осредненные за k -й сезон; $\bar{I}_{(1961-1990)k}$, мм/мес. – климатическая норма осадков 1961-1990 годов за k -й сезон (приведены в таблице 1); j в данном случае принимает значения из множества (1961-1970; 1971-1980; 1981-1990; 1991-2000; 2001-2010; 2009-2018); $k \in$ (год; весна; лето; осень; зима).

Таблица 2

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ p_{jk} СРЕДНИХ ГОДОВЫХ И СЕЗОННЫХ СУММ
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ ЗЕЛЕНЧУКСКАЯ

Сезон, k	Интервал, j					
	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2009-2018
Год	0,97	1,02	1,01	1,02	1,04	1,11
Весна	0,96	1,10	0,94	0,82	1,04	1,09
Лето	0,97	0,96	1,07	1,07	0,97	1,13
Осень	0,93	1,06	1,01	1,25	1,29	1,08
Зима	1,08	0,99	0,93	0,95	0,97	1,12

Минимум годовых осадков на исследуемом промежутке времени приходится на 1961-1970 гг. ($p_{(1961-1970)год}=0,97$). Причиной тому отрицательные аномалии сезонных индексов в сезоны весна, лето и осень. Самые сухие в среднем осенние сезоны приходятся именно на это десятилетие.

Период времени с начала 90-х годов и по настоящее время характеризуется активным проявлением паводковой деятельности на западном Кавказе, имеющей негативные последствия для хозяйственной деятельности. В связи с этим рассмотрим более подробно климатический фон в исследуемом районе с 1991 года по 2018 год.

Зимний и весенний сезоны 1991-2000 годов отличались отрицательными аномалиями индекса. Для весны это самый сухой из десятилетних периодов, сформированных по требованиям Всемирной метеорологической организации. Отрицательная аномалия индекса составила 18 % ($p_{(1991-2000)весна}=0,82$). А вот следующие за ними летний и осенний сезоны превысили норму на 7 % и 25 %.

Процессы формирования стока в 2001-2010 годах протекали в условиях недостатка зимних осадков, влажных весен ($p_{(2001-2010)весна}=1,04$), влагодефицитного лета ($p_{(2001-2010)лето}=0,97$) и очень влажной осени, индекс осадков достиг своего максимального значения ($p_{(2001-2010)осень}=1,29$).

Последние десять лет – это период, который еще не удовлетворяет требованиям ВМО, но характеризует самое последнее состояние климата. Это десятилетие 2009-2018 годов является самым влажным на исследуемом интервале времени ($p_{(2009-2019)год}=1,11$). Зимние осадки максимальны ($p_{(2009-2019)зима}=1,12$), влажные весны ($p_{(2009-2019)весна}=1,09$), максимально влажное лето ($p_{(2009-2019)лето}=1,13$), влажная осень ($p_{(2009-2019)осень}=1,09$).

Результаты исследования средних декадных значений сезонных сумм осадков, проведенного методом ранжирования временных рядов, составленных скользящим методом со сдвигом в 1 год, начиная с 1960 года, приведены в таблице 3. Ранги изменяются от 1 до 50. Здесь R_i^j – ранг среднемесячных сумм осадков j -го сезона, осредненного за i -е десятилетие.

Таблица 3

РАНГИ СРЕДНИХ ЗА ДЕКАДУ СЕЗОННЫХ СУММ ОСАДКОВ

Годы, i	Ранги, R_i^j					
	$R_i^{\text{год}}$	$R_i^{\text{весна}}$	$R_i^{\text{лето}}$	$R_i^{\text{осень}}$	$R_i^{\text{зима}}$	$R_i^{\text{май-сент}}$
2001-2010	13	16	39	8	30	27
2002-2011	7	26	22	7	32	11
2003-2012	12	25	38	6	7	32
2004-2013	6	21	28	5	10	23
2005-2014	8	12	36	1	23	12
2006-2015	4	10	14	13	14	4
2007-2016	3	13	3	21	5	3
2008-2017	1	4	2	24	3	1
2009-2018	2	2	1	29	2	2

Как выявил анализ, самые высокие ранги у годовых сумм осадков 2007-2016 годов ($R_{2007-2016}^{\text{год}} = 3$), 2009-2018 годов ($R_{2009-2018}^{\text{год}} = 2$), 2008-2017 годов ($R_{2008-2017}^{\text{год}} = 1$).

Самое влажное десятилетие 2008-2017 годов, оно включает влажные весны ($R_{2008-2017}^{\text{весна}} = 4$), лето ($R_{2008-2017}^{\text{лето}} = 2$), зимы ($R_{2008-2017}^{\text{зима}} = 3$) и самый влажный сезон май-сентябрь ($R_{2008-2017}^{\text{май-сент}} = 1$), который является наиболее неблагоприятным по последствиям паводков в исследуемом районе. Предпоследняя по рангу декада 2009-2018 годов включает самые дождливые летние сезоны ($R_{2009-2018}^{\text{лето}} = 1$) и вторые по обилию осадков зимние сезоны.

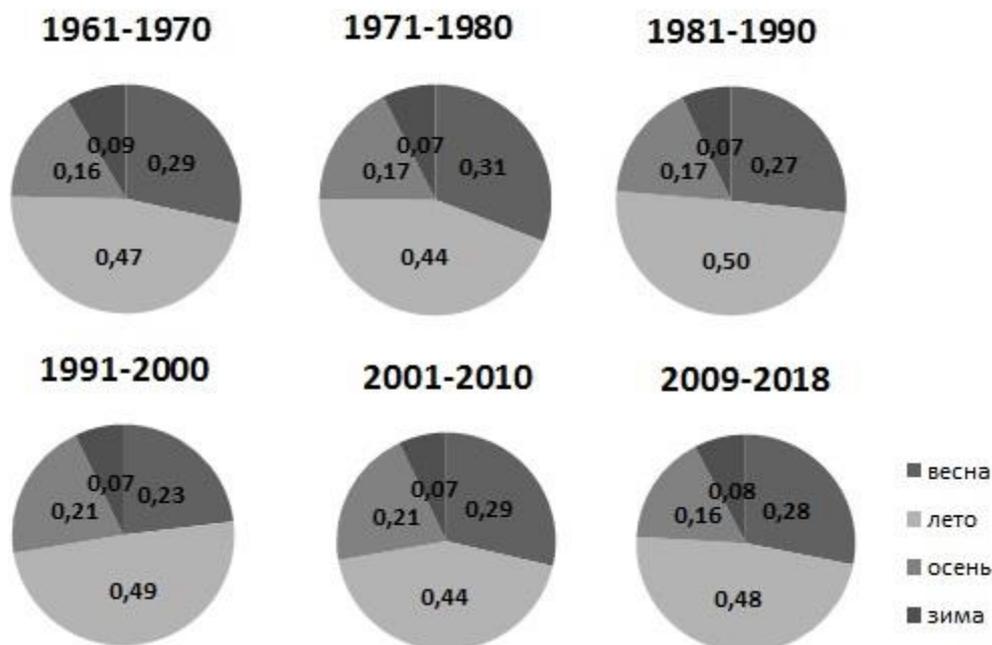


Рис. 3. Доли сезонных осадков в годовых суммах

Летние осадки составляют в среднем от 47 до 50 % от средней годовой суммы осадков. В 1971-1980 годах и в 2001-2010 годах их доля снижалась до 44 %. Небольшую часть от годовой суммы выпадающей влаги составляют осадки зимних месяцев – 7-9 %. Долевое соотношение сумм осадков в 2009-2018 годах после некоторых колебаний практически

вернулось к начальному соотношению 1961-1970 годов. При этом абсолютное значение выросло на 14 % от нормы: от отрицательного отклонения 3 % в 1961-1970 годах (695,16 мм/год) до превышения нормы на 11 % в 2009-2018 годах (794,88 мм/год).

Значимость выявленных изменений исследована методами регрессионного анализа. Некоторые результаты расчетов оценок параметров трендов представлены в таблице 4. Здесь b – коэффициент линейной регрессии, мм/мес./10 лет, p -значение – вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы, d , % – доля дисперсии, объясняемой трендом.

Таблица 4

ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ СРЕДНИХ СЕЗОННЫХ СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
ЗА 1960-2018 ГОДЫ ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ ЗЕЛЕНЧУКСКАЯ

Сезон	Характеристики тренда			Показатели силы колебаний	
	b , мм/мес./10 лет	p -значение	d , %	$s(t)$	$v(t)$
Год	1,16	0,09	5	8,59	0,14
Весна	0,51	0,69	0	16,31	0,24
Лето	1,87	0,41	1	28,86	0,25
Осень	2,31	0,04	7	14,26	0,32
Зима	-0,07	0,87	0	5,40	0,29

Тенденция к снижению осадков выявлена только для зимнего сезона, однако результаты статистических тестов не подтверждают достоверность отличия оценки тренда от нуля на уровне значимости 0,05. Об этом же свидетельствуют и вклад тренда в дисперсию $d_{\text{зима}} = 0\%$, и высокое значение вероятности ошибки при отклонении нулевой гипотезы (p -значение=0,87).

Статистически значимым на уровне 0,05 является повышение сумм осадков осенью $b_{\text{осень}} = 2,3$ мм/мес./10 лет.

В месячном разрешении обнаружено достоверное снижение осадков за период с 1960 по 2018 годы в апреле, августе и декабре. Суммы осадков за остальные месяцы увеличились. Оценки трендов признаны статистически недостоверными на основании проведенных тестов на уровне 0,05. Исключением является статистически достоверное увеличение сумм осадков за март и октябрь.

Результаты расчета показателей силы колебаний исследуемых рядов приведены в таблице 4. Здесь $s(t)$ – среднее квадратическое отклонение уровней от тренда, $v(t)$ – коэффициент колеблемости [15].

Колеблемость значений уровней атмосферных осадков в низкогорной горной зоне КЧР высокая (более 29-32 %) в полугодие осень-зима и достигает максимального значения осенью. В высокогорной зоне, по данным метеостанции Клухорский перевал, максимум показателя приходится на зимний сезон и составляет 38 % ($v(t)_{\text{зима}} = 0,38$). В полугодие весна-лето колеблемость умеренная (23-25 %), что совпадает со значениями, полученными для высокогорной зоны [14].

При сравнении локальных тенденций осадков в низкогорных районах восточной части бассейна реки Кубань с высокогорными по метеостанциям Теберда [10] и Клухорский перевал [14] можно отметить разнонаправленность тенденций летних осадков. При этом оценки их трендов признаны статистически недостоверными во всех метеопунктах.

Из анализа результатов проведенного исследования можно заключить, что локальные изменения сумм атмосферных осадков в низкогорной зоне восточной части бассейна реки Кубань не имеют принципиального расхождения с соответствующими тенденциями, преобладающими в исследуемом районе.

Самым влажным десятилетием за 1960-2018 годы стала декада 2008-2017 годов. При этом положительные тренды средних сезонных сумм атмосферных осадков, обнаруженные для сезонов весна, лето и год, статистически недостоверны.

Статистически значимым на основании тестов на уровне 0,05 признано увеличение сумм осадков за март и октябрь и повышение сумм осадков осенью. Для остальных сезонов статистически значимых и устойчивых тенденций в изменении сумм среднегодовых и сезонных атмосферных осадков за 1960-2018 годы по данным метеостанции Зеленчукская не обнаружено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье П.М. Панов В.Д. Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань: гидрография и режим стока. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 500 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». М.: НИА-Природа, 2018. 298 с.
3. Магрицкий Д.В., Алексеевский Н.И. Кубань река. В кн. Научно-популярная энциклопедия «Вода России». <https://water-ru.ru/>
4. Blöschl G et al. Changing climate both increases and decreases European river floods // Nature. 2019. Sep; 573(7772):108-111.
5. Романов А.Н., Люцигер А.О., Трошкин Д.Н. и др. Космический микроволновый мониторинг опасных гидрологических явлений на юге Западной Сибири. Барнаул: Пять плюс, 2017. 109 с.
6. Корчагина Е.А. Изменчивость температуры воздуха в предгорных районах Северо-Кавказского федерального округа // Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы V Международной научно-практической конференции. Часть 1. Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2019. С. 204-211.
7. Ye H. et al. Increasing daily precipitation intensity associated with warmer air temperatures over Northern Eurasia / (H. Ye, ... +6 ... , B.L. Gamelin) // J. Clim., 29 (2016). Pp. 623-636.
8. Trenberth K. Changes in Precipitation with Climate Change. Climate Change Research // Climate Research. 47. Pp. 123-138.
9. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н., Швец Н.В. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620394 - URL: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных> (дата обращения 07.08.2019)
10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет, 2019. 79 с.
11. Корчагина Е.А. Исследование динамики приземной температуры воздуха и сезонных сумм осадков в Приэльбрусье (середина XX – начало XXI века) // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2016. № 4 (4). С. 34-40.
12. Корчагина Е.А. Исследование динамики сумм атмосферных осадков в равнинной части Кабардино-Балкарской Республики за период с 1961 по 2015 гг. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 1 (75). С. 41-48.
13. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals - WMO; 2017.
14. Корчагина Е.А. Исследование устойчивости тенденций элементов климата в высокогорье Карачаево-Черкесии с 1959 по 2017 гг. // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2018. № 3(23). С. 106-115.
15. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика. 2006. 657 с.

REFERENCES

1. Lur'e P.M., Panov V.D., Tkachenko Yu.Yu. *Kuban': gidrografiya i rezhim stoka* [Kuban River: hydrography and flow regime]. SPb.: Gidrometeoizdat, 2005. 500 p.
2. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu»*. [State report "On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2017"]. M.: NIA-Priroda, 2018. 298 p.
3. Magritskiy D.V., Alekseyevskiy N.I. *Kuban' reka* [The Kuban river. In the book: Popular science encyclopedia "Water of Russia"]. <https://water-rf.ru/>
4. Blöschl G. et al. Changing climate both increases and decreases European river floods // *Nature*. 2019. Sep; 573(7772):108-111.
5. Romanov A.N., Lyutsiger A.O., Troshkin D.N. et. al. *Kosmicheskii mikrovolnovyy monitoring opasnykh gidrologicheskikh yavleniy na yuge Zapadnoy Sibiri* [Space microwave monitoring of dangerous hydrological phenomena in the south of Western Siberia]. Barnaul: Pyat' plus, 2017. 109 p.
6. Korchagina E.A. *Izmenchivost' temperatury vozdukha v predgornyykh rayonakh Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga* [Variability of air temperature in the foothills of the North Caucasus Federal District]. [Fundamental and applied aspects of geology, geophysics and geocology using modern information technologies. V International Scientific and Practical Conference] Part I. Republic of Adygeya, Maykop May 20-24. 2019. Pp. 204-211.
7. Ye H. et al. Increasing daily precipitation intensity associated with warmer air temperatures over Northern Eurasia / (H. Ye, ... +6 ... , B.L. Gamelin) // *J. Clim.*, 29 (2016). Pp. 623-636.
8. Trenberth K. Changes in Precipitation with Climate Change. *Climate Change Research // Climate Research*. 47. Pp. 123-138.
9. Bulygina O.N., Razuvaev V.N., Korshunova N.N., Shvets N.V. *Opisanie massiva dannykh mesyachnykh summ osadkov na stantsiyakh Rossii. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii bazy dannykh № 2015620394* - [Description of the data array of monthly precipitation totals at the stations of Russia." - Certificate of state registration of the database No. 2015620394].
10. *Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2018 god* [Report on climate features in the Russian Federation for 2018]. M.: Roshydromet, 2019. 79 p.
11. Korchagina E.A. *Issledovanie dinamiki prizemnoy temperatury vozdukha i sezonnykh summ osadkov v Priel'brus'e (seredina XX - nachalo XXI veka)* [Study of the dynamics of surface air temperature and seasonal precipitation in the Elbrus region (mid-20th - early 21st centuries)] // *Groznenskiy estestvennonauchnyy byulleten'* [Grozny Natural Science Bulletin]. 2016. № 4 (4). Pp. 34-40.
12. Korchagina E.A. *Issledovanie dinamiki summ atmosferynykh osadkov v ravninnoy chasti Kabardino-Balkarskoy Respubliki za period s 1961 po 2015 gg.* [A study of the dynamics of precipitation in the flat part of the Kabardino-Balkarian Republic for the period from 1961 to 2015] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2017. No. 1 (75). Pp. 41-48
13. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals - WMO; 2017.
14. Korchagina E.A. *Issledovanie ustoychivosti tendentsiy elementov klimata v vysokogor'e Karachaev-Cherkessii s 1959 po 2017 gg.* [The research on stability of tendencies of climate elements in the highlands of Karachay-Cherkessia from 1959 to 2017] // *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2018, No 3. Pp. 106-115.
15. Eliseyeva I.I., Yuzbashev M.M. *Obshchaya teoriya statistiki* [General theory of statistics]. M.: Finansy i statistika. 2006. 657 p.

DYNAMICS OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION SUMMS IN THE EASTERN PART OF THE KUBAN RIVER BASIN

E.A. KORCHAGINA

FSBSE “Federal Scientific Center
“Kabardin-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”
Center of geographical researches
360002, KBR, Nalchik, 2, Balkarov street
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

Using statistical modeling methods, we studied the dynamics of precipitation averaged over the year and calendar seasons in the low mountains of the eastern part of the Kuban River basin from the 1960 to 2018. A negative trend was revealed only for winter precipitation; its statistical validity at a significance level of 0.05 was not confirmed. Only autumn precipitation increasing tendency as well as the positive precipitation trends in March and October show stability and statistical significance. The period of 2007-2018 was the wettest period since 1960.

Keywords: precipitation, meteorological parameters, floods, statistical modeling, natural hazards.

Работа поступила 01.10.2019 г.