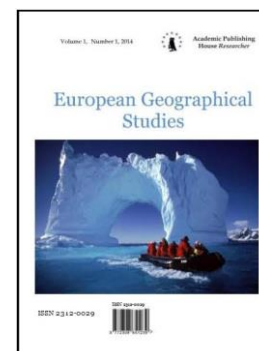


Copyright © 2019 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2019, 6(1): 50-60

DOI: 10.13187/egs.2019.1.50
www.ejournal9.com



Catastrophic Precipitation in Georgia

E.Sh. Elizbarashvili ^{a, b, *}, M.E. Elizbarashvili ^c, Sh.E. Elizbarashvili ^a, M.G. Pipia ^a, N.Z. Chelidze ^a

^a Georgian Technical University, Institute of Hydrometeorology, Georgia

^b Iakob Gogebashvili Telavi State University, Georgia

^c Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Abstract

Based on observations from more than 20 meteorological stations, we investigated the number of days with precipitation of 50 mm and more, the maximum daily and maximum five-day precipitation, periods of precipitation, probability and intensity on the territory of Georgia. A classification of intense precipitation has been carried out and a map of the maximum intensity of precipitation has been developed. The trends of the long-term change in the climatic characteristics of extreme precipitation are estimated, some statistical differences in mean values of characteristics for different averaging periods are revealed. The obtained results expand our understanding of the geography, structure and dynamics of the characteristics of catastrophic precipitation in the territory of Georgia.

Keywords: catastrophic rainfall, number of days, amount, intensity, trend.

1. Введение

Общепринятого определения катастрофических осадков нет. Согласно одной из определений природной катастрофы это «опасное событие, которое создает угрозу жизни и здоровью людей, и сопровождается разрушением сооружений и транспортных средств, нарушением производственного и транспортного процесса или наносит вред окружающей среде» (**Классификация катастроф...**). Следовательно к катастрофическим осадкам можно отнести экстремально интенсивные осадки, а также значительные осадки, выпадающие в течении нескольких суток подряд, которые вызывают наводнения, паводки, селевые процессы, оползни, снежные лавины или другие стихийные явления, и в целом создают чрезвычайную ситуацию, которая может повлечь за собой значительные материальные потери и даже человеческие жертвы (**Кренке, Чернявская, 2003; Элизбарашвили, Чавчанидзе, 1982; Climate Change, 2001; Groisman et al., 1999**).

Таким образом, о катастрофическом характере осадков вполне можно судить по некоторым климатическим индексам, рекомендованным Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) (**Climate Change Indices; Peterson, 2005**), это число дней с осадками суточной интенсивностью 50мм/сут и более (R50), максимальные суточные (RX1) и максимальные пятисуточные суммы осадков (RX5).

* Corresponding author

E-mail addresses: eeelizbar@hotmail.com (E.Sh.Elizbarashvili),
mariam.elizbarashvili@tsu.ge (M.E.Elizbarashvili), info@ball.com (Sh.E. Elizbarashvili),
mishapipia@yahoo.com (M.G.Pipia), nananebieridze@mail.ru (N.Z. Chelidze)

Согласно литературным данным наиболее катастрофические осадки, интенсивностью более 38 мм/мин, были зарегистрированы в г. Барсте (Гваделупа, 26.11.1970 г). В г. Багио (Филиппины, июнь, 1911 г), за сутки выпало 1168 мм, а за 4 дня 2233 мм осадков. В штате Флорида (США, 1947 г.) ливни обрушивали на землю 500 млн. т воды каждый час, то есть 12 млрд. т воды в сутки (Шойгу и др., 2002).

На территории Грузии, и в целом на Кавказе, наибольшая интенсивность осадков отмечена в Поти 24.09.1916 года (6.4 мм/мин), а наибольшая суточная сумма осадков зарегистрирована в с. Джурквети – 350 мм (Алибегова, Элизбарашвили, 1980; Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1983). Стихийные явления, вызванные интенсивными ливневыми осадками на территории Грузии, и в целом на Кавказе, подробно рассмотрены в многочисленной литературе (Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1983; Элизбарашвили, 2017; Элизбарашвили, Чавчанидзе, 1982; Элизбарашвили и др., 2016; Varazanashvili et al., 2012 и др.).

Один из авторов данной статьи был очевидцем катастрофического ливня, наблюдающегося 7 июня 1972 года в Тбилиси, когда за короткий промежуток времени (245 мин) выпало более 100 мм осадков. Ливень нанес значительный материальный ущерб предприятиям промышленности, связи, транспорту, коммунальному и городскому хозяйству, населению города. Были разрушены более 200 индивидуальных домов, в которых проживало свыше 1000 семей, преостановлены заводы, имелись человеческие жертвы.

Распределение экстремальных осадков на территории Грузии зависит от географического положения, характера рельефа местности и особенностей атмосферных процессов, и характеризуется большим разнообразием. Наибольшие осадки выпадают на Черноморском побережье и в тех районах Западной Грузии, где орографические условия способствуют развитию восходящих движений воздушных масс на склонах горных хребтов (Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1983; Элизбарашвили, 2017).

В данной статье по материалам наблюдений 20 метеорологических станций исследованы число дней с осадками 50мм и более, максимальные суточные и максимальные пятисуточные суммы осадков, и их интенсивности на территории Грузии.

2. Материалы и методы

В исследовании использованы материалы наблюдений более 20 метеорологических станций Грузии, за период существования наблюдений, а также литературные данные (Алибегова, 1985; Научно-прикладной справочник..., 1979; Справочник по климату СССР, 1967). Для равномерного освещения территории метеорологическими данными использованы также данные наблюдений метеорологических станций, закрытых в 90-ые года прошлого века. Климатические индексы катастрофических осадков рассчитаны в соответствии с рекомендациями ВМО (Climate Change, 2001; Peterson, 2005).

Тренд многолетнего изменения климатических характеристик экстремальных осадков оценивался с помощью p – критерия статистической значимости, представляющей собой вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы. В качестве нулевой гипотезы было принято, что многолетнее изменение характеристик экстремальных осадков имеет случайный характер. Соответственно альтернативная гипотеза, исключая нулевую, означала истинность изменения этих характеристик во времени. Если значение p мало (менее или равно 0.05) нулевая гипотеза отвергалась и тренд считался значимым.

Вопрос о случайном или неслучайном расхождении средних значений климатических характеристик экстремальных осадков за два периода – за период рекомендованный ВМО (1961–1990 гг.) и за период интенсивного глобального потепления (после 1990 г) решался с помощью критерия Стюдента (t). Если надежность вывода о расхождении высокая (P более или равно 0.95), то расхождение считалось значимым, в противном случае гипотеза о расхождении данных отвергалась и принималась нулевая гипотеза, согласно которой расхождение между средними значениями имеет случайный характер (Румшиский, 1971).

2. Обсуждение Географические закономерности распределения характеристик катастрофических осадков

Наводнения, паводки, селевые процессы, оползни, снежные лавины и другие стихийные бедствия, вызванные экстремально интенсивными осадками в условиях Грузии, повреждают линии связи и электропередачи, нарушают работу транспорта, уничтожают урожай сельскохозяйственных культур, посевы и пастбища, разрушают крыши зданий, вызывают волнение в море и на водохранилищах, жертвы домашнего скота, появляются угроза повреждения гидротехнических сооружений и риска гибели людей ([Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1983](#); [Элизбарашвили, 2017](#)). При этом, характер катастрофы существенно зависит от интенсивности осадков – чем больше интенсивность, тем сильнее проявляется развитие стихийных процессов и тем больше соответствующий эффект повреждения и ущерба. Поэтому в основу классификации суточных осадков в количестве 50 мм и более по интенсивности была положена соответствующая архивная информация о величинах повреждения и ущерба, и климатические особенности Грузии ([Элизбарашвили, 2017](#); [Varazanashvili et al., 2012](#)).

Таблица 1. Классификация интенсивных осадков

Интенсивность	Баллы	Суточный максимум осадков, мм	Возможное повреждение
слабая	1	50–100	Возможно повреждение линий связи и электропередачи, нарушение работы транспорта. Частично повреждены посевы.
средняя	2	101–150	Повреждены линии связи и электропередачи, нарушена работа транспорта, возможны волнение в море и на водохранилищах. Повреждены сады, виноградники, и посевы зерновых культур. Возможны жертвы домашнего скота.
сильная	3	151–200	Повреждены линии связи и электропередачи, нарушена работа транспорта, возможны волнение в море и на водохранилищах. Существенно повреждены сады, виноградники и посевы зерновых культур. Возможно повреждение зданий. Возможны жертвы домашнего скота, имеется некоторый риск гибели людей.
очень сильная	4	201–250	Повреждены линии связи и электропередачи, нарушена работа транспорта, отмечается волнение в море и на водохранилищах. Уничтожены сады, виноградники и посевы. Повреждены здания. Имеются жертвы домашнего скота, имеется риск гибели людей.
сверхсильная	5	более 250	Повреждены линии связи и электропередачи, нарушена работа транспорта, отмечаются волнение в море и на водохранилищах. Полностью уничтожены урожай сельскохозяйственных культур, посевы и пастбища. Повреждены и разрушены здания. Имеется угроза повреждения гидротехнических сооружений. Имеются жертвы домашнего скота, имеется риск гибели людей.

Как следует из [таблицы 1](#), выделены 5 градаций интенсивностей осадков с суточной суммой, равной 50 мм и более, которые могут вызвать соответствующие отрицательные эффекты: слабый, средний, сильный, очень сильный и сверхсильный.

В соответствии с представленной классификацией разработана карта максимальной интенсивности осадков ([Рисунок 1](#)). Из [Рисунка 1](#) следует, что сверхсильная и очень сильная интенсивности суточных максимумов осадков отмечены в центральной части черноморского побережья и составляет 4–5 балла, что соответствует суточным осадкам более 200 мм. Северная часть побережья, а также Абхазия, значительная часть Колхидской низменности, Западная часть Большого Кавказа и центральная часть Восточной Грузии характеризуются сильной интенсивностью осадков (3 балла), т.е. здесь за сутки могут выпасть осадки в количестве 150–200 мм. Слабо интенсивны экстремально интенсивные осадки в степной части Восточной Грузии, где их интенсивность не превышает 1 балл, а суточный максимум осадков не превышает 100 мм. Тем не менее, осадки такой интенсивности также могут вызвать стихийные бедствия.



Рис. 1. Максимальная интенсивность осадков (баллы)

Распределение повторяемостей интенсивностей осадков имеет экспоненциальный характер, наибольшая повторяемость соответствует интенсивности 1 балл ([Рисунок 2](#)). Вместе с тем, характер кривой распределения существенно зависит от физико-географических условий местности и особенностей режима осадков. В частности, на Черноморском побережье (Батуми, Потти) повторяемость интенсивности экстремально интенсивных осадков в 1 балл колеблется в пределах 45–50 %, тогда, как соответствующая вероятность в Бахмаро и Тбилиси существенно больше (91 и 76 %). Такой характер кривых повторяемостей объясняется характерными для Черноморского побережья экстремально интенсивными осадками средней и сильной интенсивности, в то время, как на равнинах Восточной Грузии и в горах преобладают экстремально интенсивные осадки слабой интенсивности.

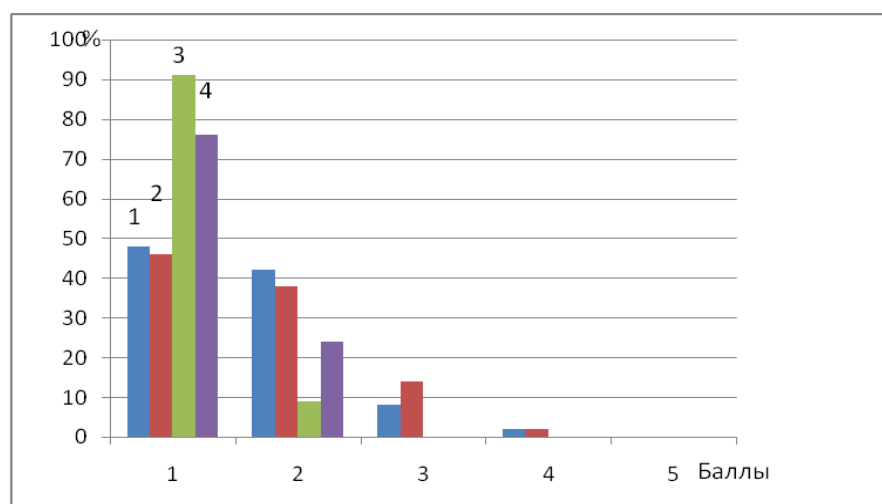


Рис. 2. Повторяемость различных интенсивностей экстремально интенсивных осадков в баллах: 1 – Батуми; 2 – Поты; 3 – Бахмаро; 4 – Тбилиси

В Таблице 2 представлены климатические характеристики экстремальных суточных, суточной интенсивностью 50 мм/сут и более, и экстремальных пятисуточных сумм осадков, где они выпадают в значительном количестве-среднее и наибольшее число дней, средний и наибольший суточные максимумы, максимальная интенсивность осадков для основных физико-географических районов Грузии и использованный материал.

Таблица 2. Климатические характеристики экстремальных суточных, суточной интенсивностью 50 мм/сут и более, и экстремальных пятисуточных сумм осадков

Район	Пункт	R50 дни	R50 max дни	RX1 мм	RX1 max мм	Imax баллы	RX5 мм	RX5 max, мм мм	Использованный материал, гг
Черноморское побережье и Колхидская низменность	Батуми	5.2	15	66	239	4	220	339	1936–2015
	Анасеули	3.6	11	71	205	4	192	292	1957–1992
	Поти	3.6	12	72	268	5	194	374	1957–2015
	Джурквеги	-	-	-	350	5	-	-	1948–1990
	Кутаиси	1.4	6	58	126	2	134	279	1936–2015
Лихский и Аджаро-Имеретинский хребты	Мта-Сабуеги	0.5	2	57	89	1	-	-	1959–2015
	Бахмаро	1.8	4	60	115	2	138	265	1936–2015
	Хуло	1.9	6	61	133	2	143	256	1957–2015
Равнины и предгорье Восточной Грузии	Тбилиси	0.4	3	67	147	3	68	175	1936–2015
	Телави	0.7	3	60	116	2	-	-	1956–2015
Большой Кавказ	Пасанаури	0.6	4	64	149	3	-	-	1936–2015
	Казбеги	0.8	4	60	129	2	-	-	1957–1992
	Мамисонский пер.	0.1	1	103	185	3	-	-	1957–1992

В Таблице 2 **R50** – среднее число дней с осадками 50мм и более, **R50 max** – наибольшее среднее число дней с осадками 50мм и более, **RX1** – средний суточный максимум осадков интенсивностью 50мм/сут и более, **RX1 max** – наибольший суточный максимум осадков интенсивностью 50мм/сут и более, **Imax** – максимальная интенсивность осадков, рассчитанная в соответствии с классификацией интенсивных осадков,

представленной в таблице 1, **RX5** – средняя сумма экстремальных пятисуточных сумм осадков, **RX5 max**–наибольшая сумма экстремальных пятисуточных сумм осадков.

Из [Таблицы 2](#) следует, что наибольшее число дней с интенсивными осадками отмечается на Черноморском побережье (Батуми, Анасеули, Потти), составляя в среднем 2–5 за год, а в отдельные годы достигает 15. При этом суточная сумма осадков может составить 170-230 мм и более (Джурквети, 350 мм). Здесь экстремально интенсивные осадки могут оказать сверхсильный и очень сильный отрицательные эффекты воздействия (интенсивность 4-5 балла). На Колхидской низменности (Кутаиси) и в горах Западной Грузии (Бахмаро, Хуло) число дней с интенсивными осадками не превышает в среднем 2-х за год, наибольшая суточная сумма осадков колеблется в пределах 90–130 мм. В Восточной Грузии (Тбилиси, Телави) и на Большом Кавказе (Пасанаури, Казбеги, Мамисонский перевал) суточные осадки такой интенсивности ежегодно не отмечаются, хотя в случае выпадения их суточная сумма достаточно значительна (116–185 мм). Северная часть Черноморского побережья, а также значительные части Колхидской низменности, Большого Кавказа и Восточной Грузии характеризуются средней и сильной интенсивностью осадков (2-3 балла), т.е. здесь за сутки могут выпасть осадки в количестве 100–200 мм.

Особую опасность представляют суточные осадки превышающие 80мм, при которых в любых горных системах, независимо от их геологического строения, прогнозируют возникновение селей ([Швер, 1984](#)). Среднее годовое число дней с осадками 80 мм и более составляет в Батуми 4,8, в Анасеули 3, в Потти 1,2, а в Бахмаро и Хуло, а также в остальных районах Грузии осадки в таком количестве выпадают 1-2 раза за 10 лет или еще реже.

Согласно данным таблицы 2 экстремальные пятисуточные суммы осадков наиболее значительны также на Черноморском побережье, составляя в среднем 190-220 мм, достигая максимума 290-370 мм. На Колхидской низменности и в горах Западной Грузии средняя сумма пятисуточных осадков уменьшается до 130-140 мм, а наибольшая сумма осадков уменьшается до 250-280 мм. На равнинах Восточной Грузии соответственно имеем 68-70 мм и 175 мм. В целом, вклад пятисуточных сумм осадков довольно высок и составляет в среднем 40-60 % от их месячной суммы.

На [Рисунке 3](#) представлена диаграмма максимальных сумм осадков выпадающих за различные интервалы временного осреднения на территории Грузии по всей выборке. Из рис.3 следует, что с увеличением интервала временного осреднения максимальное количество выпадающих осадков возрастает, однако это не имеет пропорциональный характер. Кратковременные осадки, продолжительностью до 3 час, наиболее интенсивны, так, как они формируются во влажнонеустойчивых воздушных массах с активными быстропроходящими циклонами, при преобладающей роли холодных фронтов. Продолжительные осадки менее интенсивны, они формируются при адиабатических и неадиабатических процессах охлаждения воздуха, которые протекают вяло, неинтенсивно и вызваны медленно перемещающимися циклонами, малоактивными теплыми и размытыми фронтами и окклюзиями ([Жаков, 1982](#)).

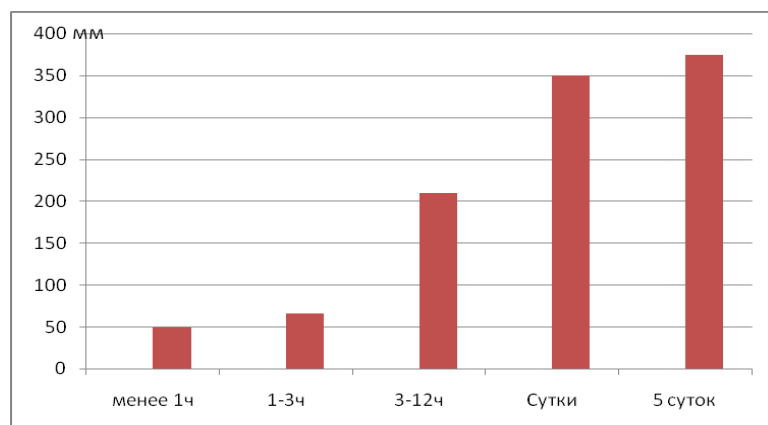


Рис. 3. Максимальное количество осадков выпадающее за различные интервалы времени на территории Грузии

Вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков

В Таблице 3 представлены вероятности выпадения экстремально интенсивных осадков по месяцам в различных физико-географических условиях Грузии. Из таблицы следует, что вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков в течении месяца в целом на территории Грузии существенно изменчива. Наиболее характерны они для Черноморского побережья (Батуми, Анасеули, Поти), где экстремально интенсивные осадки выпадают почти в течении всего года. Их выпадение наиболее вероятно осенью и зимой, когда вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков достигает 100 %, т.е. они выпадают ежегодно (Батуми-декабрь, январь). На Колхидской низменности (Кутаиси) вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков уменьшается и максимум (29 %) соответствует октябрю. Октябрский максимум отмечается также в горах Западной Грузии - на Лихском хребте (Мта-Сабуети) и в Хуло (35-38 %). На остальной части территории Грузии вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков не столь значительна, в Восточной Грузии (Тбилиси, Телави, Пасанаури) и в высокогорной зоне (Казбеги) экстремально интенсивные осадки в зимние месяцы практически не выпадают или выпадают очень редко. Вероятность их выпадения за остальные месяцы также невелика (28 % и менее), тем не менее, в отдельные годы могут выпасть экстремально интенсивные осадки значительной интенсивности.

Таблица 3. Вероятность выпадения экстремально интенсивных осадков (50 мм/с и более) %

Район	Пункт	месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Черноморское побережье и Колхидская низменность	Батуми	97	90	78	56	55	77	79	75	75	84	85	100
	Анасеули	24	26	10	5	3	32	42	35	67	70	44	44
	Поти	8	2	0	2	0	33	65	70	83	52	24	17
Лихский и Аджаро-Имеретинский хребты	Кутаиси	5	3	6	2	3	18	19	16	16	29	14	22
	Мта-Сабуети	0	0	0	0	2	10	6	2	2	10	4	10
	Бахмаро	10	15	5	0	2	0	5	12	22	38	25	21
Хуло	Хуло	15	17	6	4	2	3	2	1	14	35	22	26
	Равнины и предгорье Восточной Грузии	0	0	2	3	3	6	6	6	3	3	5	0
Большой Кавказ	Телави	0	0	2	2	17	28	9	9	8	3	6	0
	Пасанаури	0	0	2	3	5	8	9	3	3	9	6	3
Казбеги	Казбеги	2	5	2	6	8	9	11	15	6	5	2	0

Многолетнее изменение характеристик катастрофических осадков

Анализ многолетних рядов климатических характеристик осадков (числа дней, максимальных суточных и максимальных пятисуточных сумм осадков, интенсивностей) подтвердил полученный нами ранее вывод об отсутствии закономерной тенденции в изменении этих характеристик в условиях глобального потепления в целом на территории Грузии (Элизбарашвили и др., 2016), хотя на отдельных станциях, расположенных на Лихском и Аджаро-Имеретинском хребтах изменения статистически значимы (Таблица 3). Из таблицы 3 следует, что число дней с интенсивными осадками на станциях Мта-Сабуети и Бахмаро уменьшается со скоростью соответственно 0.2 и 0.3 дня, а в Хуло возрастает со скоростью 0.57 дней за декаду. Суточные максимумы осадков также уменьшаются на станциях Мта-Сабуети, Бахмаро и Казбеги. Указанные изменения статистически значимы на высоком уровне значимости.

Таблица 4. Декадные скорости изменения числа дней с осадками 50мм и более (**R50**), суточных максимумов осадков интенсивностью 50мм/сут и более (**RX1**), суммы экстремальных пятисуточных осадков (**RX5**) и соответствующие статистические уровни значимости **p**

Пункт	R50		RX1		RX5	
	скорость	p	скорость	p	скорость	p
Мта-Сабуети	-0.2	0.002	-3.7	0.002	-1.7	0.56
Бахмаро	-0.3	0.02	-2.8	0.01	-3.2	0.20
Хуло	0.57	0.005	3.4	0.11	6.9	0.11
Казбеги	-0.5	0.15	-11	0.05	-16.7	0.1

Примечание: жирным шрифтом обозначены значимые изменения

Для выявления различий в средних значения климатических характеристик за различные периоды осреднения был использован критерий Стюдента. В результате сравнения критериев Стюдента за два периода – за период рекомендованный ВМО (1961–1990 гг.) и за период интенсивного глобального потепления (после 1990г), с его критическими значениями подтвердилось, что на значительной части территории различие в средних значениях за 2 периода также имеет случайный характер. Лишь на отдельных станциях, расположенных также на Аджаро-Имеретинском хребте (Бахмаро, Хуло) и в южной части Черноморского побережья (Батуми) выявляются некоторые изменения. В названных пунктах в рядах числа дней с экстремально интенсивными осадками различие между средними значениями за 2 периода оказалось значимой с надежностью вывода 0.95. Кроме того статистически значимо изменение максимальных пятисуточных сумм осадков на станции Хуло. При этом, в этих пунктах средние значения числа дней с экстремально интенсивными осадками за период интенсивного глобального потепления уменьшаются, исключением является Хуло, где число дней с экстремально интенсивными осадками и максимальные пятисуточные суммы осадков возрастают (Рисунок 4), что также хорошо согласуется с данными Таблицы 3. Такой характер изменения климатических характеристик экстремально интенсивных осадков можно объяснить особенностями многолетнего изменения атмосферных осадков, согласно которым на значительной части территории Грузии в условиях глобального потепления осадки уменьшались, на отдельных же участках, в том числе горах Аджарии (Хуло) они возрастали (Elizbarashvili et al., 2017).

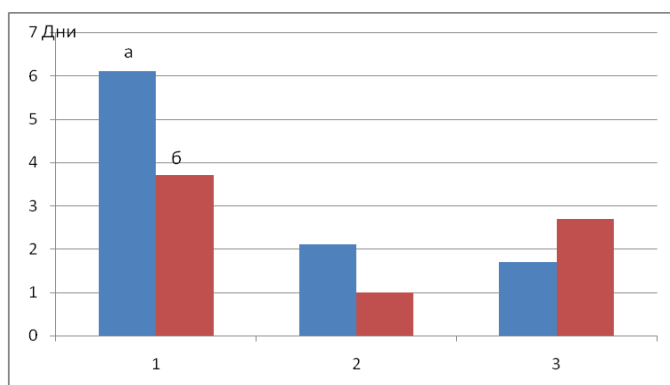


Рис. 4. Сравнение средних значений числа дней с экстремально интенсивными осадками за два периода осреднения, разность между которыми значима с надежностью вывода 0.95: а) 1961–1990 гг.; б) 1991–2016 гг.; 1 – Батуми, 2 – Бахмаро, 3 – Хуло

3. Заключение

В результате проведенного исследования установлены географические закономерности распределения характеристик катастрофических осадков. Выполнена классификация интенсивных осадков и разработана карта максимальной интенсивности осадков, определены вероятности выпадения экстремально интенсивных осадков, оценены тренды многолетнего изменения и выявлены некоторые статистические различия в средних значениях климатических характеристик экстремальных осадков за различные периоды осреднения. Полученные результаты расширяют наши представления о географии, структуре и динамике характеристик катастрофических осадков на территории Грузии.

Литература

- Алибегова, Элизбарашвили, 1980 – Алибегова Ж.Д., Элизбарашвили Э.Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л.: Гидрометеиздат, 1980, 136 с.
- Алибегова, 1985 – Алибегова Ж.Д. Пространственно-временная структура полей жидких осадков. Л.: Гидрометеиздат, 1985, 229 с.
- Жаков, 1982 – Жаков С.И. Общие закономерности режима тепла и увлажнения на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1982, 239 с.
- Классификация катастроф... – Классификация катастроф по числу пострадавших [Электронный ресурс]. URL: <https://lektsii.com/2-109469.html>
- Кренке, Чернявская, 2003 – Кренке А.Н., Чернявская М.М. Районирование территории России по сочетанию климатических экстремумов – условий возникновения чрезвычайных ситуаций. *Известия РАН, с. географическая*, 2003, № 2, с. 17-25.
- Научно-прикладной справочник..., 1979 – Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6, вып.14. Л.: Гидрометеиздат, 1979, 347 с.
- Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1983 – Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л.: Гидрометеиздат, 1983, 263 с.
- Румшицкий, 1971 – Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971, 192 с.
- Справочник по климату СССР, 1967 – Справочник по климату СССР. Вып.14, часть 2. Л.: Гидрометеиздат, 1967, 373 с.
- Швер, 1984 – Швер Ц.А. Закономерности распределения количества осадков на континентах. Л.; Гидрометеиздат, 1984, 283 с.
- Шойгу и др., 2002 – Шойгу, С.К., Фалеев, М.И., Кириллов, Г.Н. и др. Учебник спасателя. Под общей редакцией ЮЛ. Воробьева. Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. 528 с.
- Элизбарашвили и др., 2016 – Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э., Куталадзе Н.Б. и др. Пространственно-временные изменения климатических индексов увлажнения на территории Грузии в условиях глобального потепления. *Метеорология и гидрология*, 2016, №4: 45-53.
- Элизбарашвили, 2017 – Элизбарашвили Э. Ш. Климат Грузии. Тбилиси. Институт Гидрометеорологии, 2017, 360 с. (На груз. яз).
- Элизбарашвили, Чавчанидзе, 1982 – Элизбарашвили Э.Ш., Чавчанидзе З.Б. Дождливые периоды на территории Грузии. *Сообщения АН ГССР*, 107, 1982, №2, с. 321-324.
- Climate Change, 2001 – Climate Change. The Scientific Basis. Ed. by J.T. Houghton et al. Cambridge UK, Cambridge Univ. Press. 2001, 881 p.
- Climate Change Indices – Climate Change Indices [Electronic resource]. URL: <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>
- Elizbarashvili et al., 2017 – Elizbarashvili M., Elizbarashvilia E., Tatishvili M. et al. Georgian climate change under global warming conditions. *Annals of Agrarian Science*, 2017, 15: 17-25.
- Groisman et al., 1999 – Groisman P.Y., Karl T.R., Easterling D.R. et al. Changes probability heavy precipitation: Important indicator of Climate Changes. *Climate Change*, 1999, V.42: 243-283.
- Peterson, 2005 – Peterson T.C. Climate Change Indices. *WMO Bulletin*, 2005, 54 (2): 83-86.
- Varazanashvili et al., 2012 – Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A., Elizbarashvili E. et al. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Natural Hazards*, 2012, Vol.64: 2021-2056.

References

- [Alibegova, Elizbarashvili, 1980](#) – *Alibegova, Zh.D., Elizbarashvili, E.Sh.* (1980). Statisticheskaya struktura atmosferykh osadkov v gornyykh raionakh [Statistical structure of precipitation in mountainous regions]. L.: Gidrometeoizdat, 136 p. [in Russian]
- [Alibegova, 1985](#) – *Alibegova, Zh.D.* (1985). Prostranstvenno-vremennaya struktura polei zhidkikh osadkov [Spatio-temporal structure of liquid sediment fields]. L.: Gidrometeoizdat, 229 p. [in Russian]
- [Climate Change, 2001](#) – Climate Change. The Scientific Basis. Ed. by J.T. Houghton et al. Cambridge UK, Cambridge Univ. Press. 2001, 881 p.
- [Climate Change Indices](#) – Climate Change Indices [Electronic resource]. URL: <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>
- [Elizbarashvili et al., 2017](#) – *Elizbarashvili, M., Elizbarashvili, E., Tatishvili, M. et al.* (2017). Georgian climate change under global warming conditions. *Annals of Agrarian Science*, 15: 17-25.
- [Elizbarashvili i dr., 2016](#) – *Elizbarashvili, E.Sh., Elizbarashvili, M.E., Kutaladze, N.B. i dr.* (2016). Prostranstvenno-vremennye izmeneniya klimaticheskikh indeksov uvlazhneniya na territorii Gruzii v usloviyakh global'nogo potepeniya [Spatio-temporal changes in the climatic indices of humidification in Georgia under global warming]. *Meteorologiya i gidrologiya*, №4: 45-53. [in Russian]
- [Elizbarashvili, 2017](#) – *Elizbarashvili, E.Sh.* (2017). Klimat Gruzii [Climate of Georgia]. Tbilisi. Institut Gidrometeorologii, 360 p. (Na gruz. yaz). [in Russian]
- [Elizbarashvili, Chavchanidze, 1982](#) – *Elizbarashvili, E.Sh., Chavchanidze, Z.B.* (1982). Dozhdlivye periody na territorii Gruzii [Rainy periods in Georgia]. *Soobshcheniya AN GSSR*, 107, №2: 321-324. [in Russian]
- [Groisman et al., 1999](#) – *Groisman, P.Y., Karl, T.R., Easterling, D.R. et al.* (1999). Changes probability heavy precipitation: Important indicator of Climate Changes. *Climate Change*, V. 42: 243-283.
- [Klassifikatsiya katastrof...](#) – Klassifikatsiya katastrof po chislu postradavshikh [Classification of disasters by the number of victims]. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://lektii.com/2-109469.html> [in Russian]
- [Krenke, Chernyavskaya, 2003](#) – *Krenke, A.N., Chernyavskaya, M.M.* (2003). Raionirovanie territorii Rossii po sochetaniyu klimaticheskikh ekstremumov – uslovii vozniknoveniya chrezvychaynykh situatsii [Zoning of the territory of Russia by a combination of climatic extremes – emergency conditions]. *Izvestiya RAN, s. geograficheskaya*, № 2: 17-25. [in Russian]
- [Nauchno-prikladnoi spravochnik..., 1979](#) – Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR [Scientific-applied reference on the climate of the USSR]. Seriya 3. Mnogoletnie dannye. Chasti 1-6, vyp.14. L.: Gidrometeoizdat, 347 p. [in Russian]
- [Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya na Kavkaze, 1983](#) – *Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya na Kavkaze* [Dangerous hydrometeorological phenomena in the Caucasus]. L.: Gidrometeoizdat, 1983, 263 p. [in Russian]
- [Peterson, 2005](#) – *Peterson, T.C.* Climate Change Indices. *WMO Bulletin*, 2005, 54 (2): 83-86.
- [Rumshiskii, 1971](#) – *Rumshiskii, L.Z.* (1971). Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta [Mathematical processing of experimental results]. M.: Nauka, 192 p. [in Russian]
- [Shoigu i dr., 2002](#) – *Shoigu, S.K., Faleev, M.I., Kirillov, G.N. i dr.* (2002). Uchebnik spasatelya [Rescue textbook]. Pod obshchei redaktsiei YuL. Vorob'eva. Krasnodar: «Sov. Kuban'», 528 p. [in Russian]
- [Shver, 1984](#) – *Shver, Ts.A.* (1984). Zakonomernosti raspredeleniya kolichestva osadkov na kontinentakh [Patterns of rainfall distribution on the continents]. L.: Gidrometeoizdat, 283 p. [in Russian]
- [Spravochnik po klimatu SSSR, 1967](#) – Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook of the USSR Climate]. Vyp.14, chast' 2. L.: Gidrometeoizdat, 1967, 373 p. [in Russian]
- [Varazanashvili et al., 2012](#) – *Varazanashvili, O., Tsereteli, N., Amiranashvili, A., Elizbarashvili E. et al.* (2012). Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Natural Hazards*, Vol.64: 2021-2056.
- [Zhakov, 1982](#) – *Zhakov, S.I.* (1982). Obshchie zakonomernosti rezhima tepla i uvlazhneniya na territorii SSSR [General patterns of heat and moisture in the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 239 p. [in Russian]

Катастрофические осадки на территории Грузии

Элизбар Шалвович Элизбарашвили ^{a, b, *}, М.Э. Элизбарашвили ^c, Ш.Э. Элизбарашвили ^a,
М.Г. Пипиа ^a, Н.З. Челидзе ^a

^a Грузинский технический университет, Институт гидрометеорологии, Грузия

^b Телавский Государственный Университет им. Я. Гогебашвили, Грузия

^c Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузия

Аннотация. По материалам наблюдений более 20 метеорологических станций исследованы число дней с осадками 50мм и более, максимальные суточные и максимальные пятисуточные суммы осадков, периоды их выпадения, вероятности и интенсивности на территории Грузии. Выполнена классификация интенсивных осадков и разработана карта максимальной интенсивности осадков. Оценены тренды многолетнего изменения климатических характеристик экстремальных осадков, выявлены некоторые статистические различия в средних значениях характеристик за различные периоды осреднения.

Ключевые слова: катастрофические осадки, число дней, сумма, интенсивность, тренд.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: eelizbar@hotmail.com (Э.Ш. Элизбарашвили),
mariam.elizbarashvili@tsu.ge (М.Э. Элизбарашвили), info@ball.com (Ш.Э. Элизбарашвили),
mishapipia@yahoo.com (М.Г. Пипиа), nananebieridze@mail.ru (Н.З. Челидзе)