

Галаева А.У., Кешева Л.А., Стасенко Д.В.  
 ФГБУ Высокогорный геофизический институт, Нальчик

УДК 551.582.2

### АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КAVKAZA

Для исследования изменений режима атмосферных осадков в степной и предгорной зонах использовались данные метеостанций, расположенных в гг. Прохладный, Терек, Нальчик и Баксан. Использовались данные о количестве осадков, числе дней с осадками 5 мм и более и суточном максимуме осадков в различные сезоны года на отрезке 1955-2006 гг. Предварительно был проведен анализ содержания во временных рядах метеопараметров аномальных элементов, а также наличия у них линейных трендов. Не останавливаясь на результатах расчетов, отметим, что временные ряды месячного количества осадков содержат достаточно много аномальных элементов. Особенно это относится к количеству осадков в такие месяцы как апрель, август и сентябрь, что можно объяснить более резкими изменениями параметров атмосферы, обусловленными сезонными процессами перестройки ее состояния.

Анализ динамики метеопараметров проводился путем сравнительного анализа статистических характеристик частичных рядов, в виде которых были представлены временные ряды метеопараметров на указанном отрезке времени [1]. Использовались следующие характеристики: среднее значение, среднеквадратическое отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса, максимальное и минимальное значения и разброс между ними. Для повышения достоверности результатов анализа были использованы два варианта представления временных рядов метеопараметров в виде частичных, которые соответствовали различным временным интервалам. В первом варианте они соответствовали временным отрезкам 1955-1971гг, 1972-1988гг, 1989-2005гг., а во втором варианте 1955-1980гг и 1981-2005гг. Полученные таким образом результаты анализа динамики метеопараметров дополнялись результатами анализа временных рядов и их линейных трендов.

Остановимся на результатах анализа динамики количества осадков в различные сезоны года. В табл. 1 приведены характеристики частичных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год, полученные по данным метеостанции г. Прохладный (степная зона). Можно заметить, что имеет место увеличение во времени практически всех характеристик частичных временных рядов количества зимних осадков за исключением коэффициента эксцесса. Это может свидетельствовать о наличии тенденции увеличения метеопараметра на рассматриваемом отрезке времени. Что касается количества осадков в весенние сезоны, то также наблюдается увеличение с течением времени таких характеристик как среднее значение, среднеквадратическое отклонение, минимальное значение. Но поведение остальных характеристик может свидетельствовать о том, что в динамике данного метеопараметра наметилась тенденция к уменьшению.

Более сложный характер носит изменение характеристик частичных временных рядов количества осадков в летние сезоны. Имеет место, как можно заметить, увеличение с течением времени среднего значения и среднеквадратического отклонения метеопараметра. В то же время достаточно быстрыми темпами уменьшаются значения остальных характеристик, что может свидетельствовать о появлении во временном ряду тенденции уменьшения количества осадков в летние сезоны.

Таблица 1- Статистические характеристики частичных временных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год (г. Прохладный)

Интервалы временного ряда (гг.)	Среднее знач. (мм)	Среднее квадрат. откл	Кoeff. асимм.	Кoeff. эксцесса	Миним. знач. (мм)	Максим. знач. (мм)	Разброс (мм)
<b>Зимние</b>							
1955-1971	64,0	14,6	5,1	41,6	39,0	95,0	56,0
1972-1988	62,9	9,5	4,4	41,3	44,8	79,8	35,0
1989-2006	72,7	22,6	7,7	36,6	41,0	117,2	76,2
1955-1980	64,4	12,9	7,0	71,7	39,0	95,0	56,0
1981-2006	68,9	20,3	20,5	70,7	41,0	117,2	76,2
<b>Весенние</b>							
1955-1971	131,1	44,5	13,9	60,8	60,0	246,5	186,5
1972-1988	126,2	41,3	1,5	43,5	55,4	216,2	160,8
1989-2006	147,3	47,2	-3,7	36,9	64,0	232,0	168,0
1955-1980	129,3	46,1	13,8	78,8	55,4	246,5	191,1
1981-2006	141,0	43,8	-0,2	57,6	64,0	232,0	168,0
<b>Летние</b>							
1955-1971	175,0	55,2	14,8	76,4	71,7	329,0	257,3
1972-1988	187,1	55,7	-4,3	28,8	88,0	260,7	172,7
1989-2006	167,0	61,1	-0,8	49,5	32,0	273,0	241,0
1955-1980	171,3	53,7	18,5	104,5	71,7	329,0	257,3
1981-2006	181,1	61,7	-8,4	62,9	32,0	273,0	241,0

Осенние							
1955-1971	73,8	24,7	13,5	59,0	38,0	138,2	100,2
1972-1988	92,7	24,9	1,7	50,4	44,0	150,0	106,0
1989-2006	114,0	43,0	17,2	59,7	60,0	225,0	165,0
1955-1980	79,8	26,6	20,5	90,1	38,0	150,0	112,0
1981-2006	107,9	39,2	27,8	112,5	44,0	225,0	181,0
Годовые							
1955-1971	444,8	96,2	-0,7	39,1	251,5	606,0	354,5
1972-1988	467,3	84,4	-5,7	44,8	286,0	618,1	332,1
1989-2006	502,1	92,8	-9,5	43,6	301,0	654,0	353,0
1955-1980	444,8	90,0	3,8	67,1	251,5	618,1	366,6
1981-2006	499,3	90,6	-20,4	78,4	286,0	654,0	368,0

Другая тенденция наблюдается в динамике количества осадков в осенние сезоны. Из таблицы можно заметить, что имеет место достаточно быстрое увеличение с течением времени практически всех характеристик частичных временных рядов данного метеопараметра. Например, среднее значение метеопараметра на последнем отрезке времени по сравнению с его значением на первом увеличилось примерно на 40 мм (или более чем на 50%). Таким же образом увеличилось и максимальное значение метеопараметра - на 87мм (более чем на 60%). Сравнение двух последних строк таблицы показывает, что и в случае двух частичных временных рядов наблюдается рост характеристик частичных временных рядов. Среднее значение количества осенних осадков во второй половине рассматриваемого периода, например, увеличилось более чем на 35%: с 79,8мм до 107,9мм. Таким образом, можно заключить, что на рассматриваемом отрезке времени происходит увеличение количества осадков в осенние сезоны.

С учетом полученных результатов представляет интерес анализ динамики годового количества осадков. Можно заметить, что среднее значение метеопараметра на отрезке 1981-2006 гг. увеличилось на 57,3 мм (или на 13%) по сравнению с его значением на отрезке 1955-1971гг. А по сравнению с его значением в первой половине рассматриваемого периода увеличение во второй половине составляет 54,5мм или 12,3%. Наблюдается также рост примерно одинаковыми темпами минимального и максимального значений метеопараметра (на 35 и 36мм соответственно). Таким образом, на рассматриваемом отрезке времени имеет место увеличение годового количества осадков, связанное преимущественно с увеличением количества осадков в осенние сезоны. Но уменьшение коэффициента асимметрии с течением времени может свидетельствовать о появлении тенденции уменьшения значений метеопараметра.

Полученные выводы подтверждаются и результатами сравнительного анализа сглаженных и осредненных на рассматриваемом отрезке времени значений метеопараметра в различные сезоны года и за год.

Такие же расчеты проводились и с использованием данных метеостанции г. Терек, также расположенной в степной зоне. В результате были получены примерно такие же тенденции изменения количества осадков в различные сезоны года.

Рассмотрим далее результаты таких же расчетов, полученные по данным метеостанции г. Нальчик, расположенной в предгорной зоне региона (табл. 2).

Таблица 2- Статистические характеристики частичных временных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год (г.Нальчик)

Интервалы временного ряда (гг.)	Среднее знач. (мм)	Среднее квадрат. откл	Кoeff. асимм.	Кoeff. эксцесса	Миним. знач. (мм)	Максим. знач. (мм)	Разброс (мм)
Зимние							
1955-1971	70,6	16,3	-4,5	54,1	31,0	100,0	69,0
1972-1988	68,8	13,5	10,3	39,2	48,0	95,0	47,0
1989-2006	75,8	20,7	13,1	39,4	53,0	115,0	62,0
1955-1980	72,5	15,8	-7,8	77,0	31,0	100,0	69,0
1981-2006	71,1	18,9	30,6	84,7	48,0	115,0	67,0
Весенние							
1955-1971	181,2	68,2	8,7	53,4	63,3	348,0	284,7
1972-1988	199,5	52,6	-3,8	41,9	88,1	294,7	206,6
1989-2006	183,2	39,6	-1,7	65,3	90,0	271,0	181,0
1955-1980	187,9	65,9	7,3	73,7	63,3	348,0	284,7
1981-2006	187,8	41,6	-3,9	71,5	90,0	271,0	181,0
Летние							
1955-1971	220,1	72,3	1,2	32,7	107,0	340,0	233,0
1972-1988	240,1	60,4	-6,5	41,1	124,8	337,4	212,6
1989-2006	238,0	73,5	-1,2	41,5	97,0	373,0	276,0

1955-1980	218,9	67,0	-1,1	53,4	107,0	340,0	233,0
1981-2006	246,7	69,6	-6,2	61,7	97,0	373,0	276,0
Осенние							
1955-1971	111,6	32,2	11,6	42,8	71,0	184,0	113,0
1972-1988	137,8	41,3	10,4	52,6	63,0	235,0	172,0
1989-2006	153,0	59,5	20,8	81,4	62,0	325,0	263,0
1955-1980	123,5	38,4	23,3	97,9	71,0	235,0	164,0
1981-2006	145,5	55,8	30,5	128,0	62,0	325,0	263,0
Годовые							
1955-1971	584,8	99,0	4,8	29,5	442,0	753,0	311,0
1972-1988	644,2	99,5	-19,2	62,4	404,0	777,1	373,1
1989-2006	651,2	112,0	5,1	46,7	468,9	893,3	424,4
1955-1980	602,8	98,6	-4,7	46,0	428,8	753,0	324,2
1981-2006	651,6	111,5	-3,6	74,3	404,0	893,3	489,3

Как можно заметить из таблицы, в случае трех частичных рядов среднее количество зимних осадков сначала уменьшается, затем происходит быстрое его увеличение, а в случае двух частичных рядов наблюдается некоторое его уменьшение. Например, в 1955-1971 гг. его значение равнялось 70,6 мм, в 1972-1988 гг. – 68,8 мм, в 1989-2006 гг. – 75,8 мм. В целом за весь период с 1955 по 2006г. оно увеличилось примерно на 7,3 %. Что касается остальных характеристик, то, как можно заметить, наблюдается некоторое уменьшение во времени коэффициента эксцесса и разброса между максимальным и минимальным значениями, а значения остальных характеристик увеличиваются (иногда даже значительно).

Средние значения количества осадков в весенние сезоны, соответствующие трем отмеченным выше интервалам, соответственно равны 181,2; 199,5 и 183,2мм, т.е. они примерно в 2,5 раза превышают соответствующие значений для зимних осадков. Имеет также место небольшое колебание среднего значения количества осадков в весенние сезоны. Значение данной характеристики максимально на интервале 1972-1988гг., хотя в случае двух временных интервалов оно практически не изменилось. Остальные характеристики частичных рядов кроме коэффициента эксцесса и минимального значения уменьшаются с течением времени. Минимальное значение метеопараметра, как можно заметить, увеличивается, а коэффициент эксцесса сначала резко падает, затем таким же образом увеличивается, а в случае двух частичных временных рядов имеет место некоторое его уменьшение.

Количество осадков в летние сезоны меняется таким же образом, как и в весенние сезоны, но, как можно заметить, более быстрыми темпами. А что касается количества осенних осадков, то, все характеристики кроме минимального значения увеличиваются во времени. Так как максимальное значение увеличивается более быстрыми темпами, а минимальное значение, наоборот, уменьшается, то и разброс между ними увеличивается.

Остановимся далее на результатах анализа динамики годового количества осадков. Можно заметить, что среднее значение годового количества осадков достаточно быстрыми темпами увеличивается во времени. Например, по сравнению с его значением на интервале 1955-1971гг., на 1989-2006гг. оно стало больше на 11,4%. Сравнение его значений для последних двух частичных рядов также указывает на наличие роста в динамике данного параметра на 8,1%. Происходит уменьшение минимального значения метеопараметра, а максимальное значение, наоборот, увеличивается, причем более быстрыми темпами. Очевидно, что это приводит к увеличению с течением времени разброса между этими характеристиками. Например, по сравнению с его значением на первом интервале на третьем оно увеличилось на 36,5%. В случае двух частичных временных рядов увеличение данной характеристики составило почти 51%. Этот факт и поведение остальных характеристик указывают на то, что имеет место интенсификация с течением времени процесса осадкообразования в рассматриваемой климатической зоне республики.

Такие же расчеты проводились и для других метеопараметров, характеризующих режим атмосферных осадков в степной и предгорной зоне региона. В качестве примера в табл. 3 приведены результаты расчетов статистических характеристик частичных временных рядов суточного максимума осадков по данным метеостанции в г. Прохладный.

Таблица 3 - Статистические характеристики частичных временных рядов суточного максимума осадков (г. Прохладный)

Интервалы временного ряда	Средние знач (мм)	Среднеквадрат. откл. (мм)	Коефф. асимм.	Коефф. эксцесса	Миним. знач (мм)	Максим. знач (мм)	Разброс (мм)
Зима							
1955-1970	6,61	1,36	5,59	50,46	3,0	11,3	8,3
1971-1986	6,42	1,65	-0,39	24,73	4,0	9,0	5,0
1987-2002	7,10	2,88	4,72	28,27	3,0	11,6	8,6
1955-1978	6,62	1,82	4,57	77,29	3,0	11,3	8,3
1979-2002	6,82	2,64	10,86	47,18	3,0	11,6	8,6
Весна							
1955-1970	15,57	4,43	0,34	34,44	9,0	23,3	14,3

1971-1986	16,13	5,06	7,07	34,91	9,0	26,6	17,6
1987-2002	17,42	8,47	12,44	39,45	7,0	34,6	27,6
1955-1978	15,44	4,58	12,91	69,22	9,0	26,6	17,6
1979-2002	17,36	7,60	16,63	63,96	7,0	34,6	27,6
Лето							
1955-1970	22,15	6,21	3,75	40,66	11,0	35,6	24,6
1971-1986	24,17	6,92	4,03	44,22	12,0	40,0	28,0
1987-2002	23,26	7,43	9,21	56,74	9,0	41,6	32,6
1955-1978	22,63	6,34	-0,50	52,15	11,0	35,6	24,6
1979-2002	23,77	7,44	14,58	79,35	9,0	41,6	32,6
Осень							
1955-1970	22,15	6,21	3,75	40,66	11,0	35,6	24,6
1971-1986	24,17	6,92	4,03	44,22	12,0	40,0	28,0
1987-2002	23,26	7,43	9,21	56,74	9,0	41,6	32,6
1955-1978	22,63	6,34	-0,50	52,15	11,0	35,6	24,6
1979-2002	23,77	7,44	14,58	79,35	9,0	41,6	32,6

Как показывают результаты расчетов, среднее значение суточного максимума осадков, хотя и небольшими темпами, но во все сезоны года с течением времени. На появление такой тенденции в динамике данной характеристики указывает характер изменения таких характеристик как среднеквадратическое отклонение, разброс между максимальным и минимальным значениями метеопараметра, коэффициент асимметрии. Числовые значения этих характеристик, хотя и медленно, но увеличиваются с течением времени.

Таким образом, с учетом данных таблицы 1 можно отметить, что зимние осадки по данным этой метеостанции, хотя и незначительно, но увеличиваются и одновременно они становятся более интенсивными. Такая тенденция в режиме осадков в степной зоне КБР может оказать благоприятное влияние на производство растениеводческой продукции. Что касается суточного максимума осадков, то изменение во времени характеристик частичных рядов данного метеопараметра является более существенным, включая и среднее значение, которое увеличилось почти на 2мм. Имеет также место увеличение значений практически всех остальных характеристик за исключением минимального значения суточного максимума весенних осадков. С учетом полученных ранее результатов можно отметить, что количество весенних осадков и их интенсивность в степной зоне увеличиваются, что может отразиться благоприятным образом на производстве растениеводческой продукции в регионе.

Остановимся далее на результатах анализа суточного максимума летних осадков по данным этой же метеостанции. Как можно заметить из таблицы, среднее значение данного метеопараметра незначительно изменилось на рассматриваемом отрезке времени. Более заметное изменение претерпело максимальное значение данного метеопараметра. По сравнению с его значением на интервале 1956-1970 гг. на последнем оно увеличилось на 14%. В то же время, как можно заметить, минимальное значение суточного максимума, хотя и не очень существенно, но уменьшилось. Соответственно такое поведение максимального и минимального значений данного метеопараметра привело к значительному увеличению разброса между ними. По результатам расчетов имеет место увеличение от интервала к интервалу и значений коэффициентов асимметрии и эксцесса, а также среднеквадратического отклонения.

Таким образом, на основе проведенных расчетов можно заключить, что имеет место, как увеличение интенсивности летних осадков. Что касается суточного максимума осенних осадков, то, как можно заметить из таблицы, четко выраженные тенденции возрастания или убывания в его динамике отсутствуют.

Обобщая результаты расчетов, можно сделать следующие выводы:

1. Количество зимних осадков в степной зоне Северного Кавказа различных районах ведет себя по-разному. Увеличение значений данного метеопараметра в отдельных районах (преимущественно в северных районах) связано не с увеличением количества дней с осадками, а с интенсификацией отдельных осадков. Таким же образом ведет себя количество осадков в весенние и летние сезоны. В некоторых районах оно увеличивается, причем, более существенно, чем количество зимних осадков. Такое поведение этих метеопараметров в большей степени связано с увеличением характеристик отдельных осадков. По результатам анализа данных, уменьшение количества зимних осадков имеет место в южных районах степной зоны (например, в Терском районе КБР). При этом наблюдается некоторое увеличение суточного максимума зимних осадков, а количество дней с осадками 5 мм и более изменилось незначительно.

Во всех районах степной зоны региона наблюдается тенденция увеличения суммарного количества осенних осадков, обусловленная увеличением количества дней с осадками. В этих же районах данной климатической зоны, видимо, имеет место уменьшение количества осадков в весенние и летние сезоны. Одновременно наблюдается и уменьшение суточного максимума осадков и количества дней с осадками 5 мм и более.

2. В предгорной зоне наступил период увеличения суммарного количества зимних осадков. В большей степени оно обусловлено увеличением числа дней с осадками, а не увеличением характеристик отдельных осадков. Имеет место уменьшение суммарного количества весенних осадков, связанное с уменьшением количества дней с относительно интенсивными осадками. А суточный максимум весенних осадков мало подвержен климатическим изменениям, хотя имеет

место некоторое увеличение среднего значения. Наблюдается увеличение количества летних осадков, обусловленное увеличением числа дней с осадками. Суточный максимум летних осадков на рассматриваемом интервале времени незначительно уменьшился. Количество осадков в осенние сезоны на рассматриваемом отрезке времени увеличилось. Такая тенденция преимущественно обусловлена увеличением числа осенних дней с относительно интенсивными осадками.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ашабоков Б.А., Деркач Д.В., Калов Х.М. Об изменении температурного режима воздуха в приморской зоне Краснодарского края / Материалы 5 Международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», С.-Петербург, 28-30 апреля, 2008.

УДК 551.582.2

**ჩრდილოეთ კავკასიის ცენტრალური ნაწილის სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში ნალექების რეჟიმის ცვლილების ანალიზი/გალაევა ა., კეშევა ლ., სტასენკო დ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 76-79.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.**

მოცემულია ატმოსფერული ნალექების რეჟიმის ცვლილების ანალიზის შედეგები სამხრეთ კავკასიის ცენტრალური ნაწილის მთის წინეთის და ცტეპების ზონებში. ანალიზის ჩასატარებლად გამოყენებულია ოთხი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები: ატმოსფერილ ნალექთა რაოდენობაზე, დღეთა რიცხვი 5 მმ და მეტი ნალექიანობის; დღის მაქსიმალური ნალექი წლის სხვადასხვა სეზონში. Обсуждаются мидებული შედეგები.

UDK 551.582.2

**ANALYSIS OF PRECIPITATION REGIME VARIATION IN DIFFERENT CLIMATE ZONES OF THE CENTRAL PART OF THE NORTH CAUCASUS./Galaev A.U., Kesheva L.A., Stasenko D.B./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnicl University. -2011. - т.117. – pp. 76-79. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.**

The results of the analysis of regime changes in precipitation in the steppe and foothill areas of the central part of the North Caucasus are presented. For the analysis are used data from four weather stations on rainfall, number of days with precipitation of 5 mm or more and the maximum daily precipitation in different seasons. We discuss the results.

УДК 551.582.2

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА/Галаева А.У.,Кешева Л.А.,Стасенко Д.В. /Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.–2011.–т.117.–с.76-79.–Рус.; Рез.Груз.,Анг., Рус.**

Приводятся результаты анализа изменений режима атмосферных осадков в степной и предгорной зонах центральной части Северного Кавказа. Для проведения анализа используются данные четырех метеостанций о количестве осадков, числе дней с осадками 5 мм и более и суточном максимуме осадков в различные сезоны года. Обсуждаются полученные результаты.