

## Geosciences

### Науки о Земле

UDC 911.5 (234.9)

#### **Impact of Long-term Climate Changes on the Piedmont Landscapes of the Northeastern Caucasus \***

<sup>1</sup>Zagir V. Ataev

<sup>2</sup>Vitaly V. Bratkov

<sup>1</sup> Dagestan State Pedagogical University, Russia

57, Yaragskogo street, Makhachkala, 367003

PhD (Geography), Professor

E-mail: zagir05@mail.ru

<sup>2</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russia

4, Gorokhovskiy pereulok, Moscow, 105064

Dr. (Geography), Professor

E-mail: vratkov@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes the temporal structure of the piedmont landscapes of the Northeastern Caucasus in terms of climatic changes over the past 60 years, affecting them. Changes of the frequency of state groups, averaged by the 10-year intervals, lead to the conclusion that climate changes mainly affect the winter conditions. Consequently, both their duration and the duration of the whole winter season shortens. A set of conditions and the duration of summer changes much less. Piedmont landscapes in general remain rather stable due to their mosaic structure.

**Keywords:** piedmont landscape; Northeastern Caucasus; climate changes; NRC state; temporal structure of landscapes.

**Введение.** Климатические изменения с точки зрения масштабов времени принято делить на геологические (связанные, как правило, с покровными оледенениями); исторические (охватывающие периоды времени в несколько тысячелетий) и современные (в десятки и сотни лет). Они обусловлены космическими, астрономическими, геологическими и другими факторами, а современные изменения – также и деятельностью человека [6; 7].

Вне зависимости от причин, их вызывающих, климатические изменения сказываются на пространственно-временной, или физико-географической, организации геосистем, под которой понимается устойчивая упорядоченность, структуризованность во времени и пространстве, проявляющаяся на земной поверхности в форме разнокачественных индивидуальных геокомплексов разного таксономического ранга и закономерном сочетании их суточных, сезонных, годовых и внутривековых микро-, мезо- и макросостояний (режимов функционирования) [4]. Режимы функционирования находят свое выражение через состояния природно-территориальных комплексов (ПТК), которые в зависимости от продолжительности подразделяются на кратковременные (до 1 сутки), средневременные (от 1 сутки до 1 года) и длительновременные (более 1 года) [2]. То есть для смены пространственной структуры ПТК, в частности, под влиянием изменений климата, необходима смена временной структуры, под которой следует понимать типичные наборы состояний, характерные для того или иного типа ландшафтов [1; 5; 8; 9]. В этой связи для оценки влияния климатических изменений на ландшафтную структуру необходим анализ

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Государственный контракт № 14.В37.21.0675) и Тематического плана Дагестанского государственного педагогического университета (Госконтракт № 5.4818.2011).

внутриландшафтных климатических условий и соответствующих им временной структуры за соответствующие промежутки времени, длительностью 10 лет.

**Материалы и методы.** Предгорные ландшафты интересны тем, что являясь переходной полосой между равнинной и горной частями, в свою пространственную структуру включают ПТК, характерные как для гор, так и для равнин. В условиях Северо-Восточного Кавказа это чаще всего лесостепные ландшафты. Для оценки климатических изменений и их влияния на временную структуру рассмотрим данные опорных метеостанций «Буйнакск» (дерновинно-злаковые степи в сочетании с шибляками и смешано-дубовыми лесами на черноземах и серых лесных почвах) и «Владикавказ» (грабово-дубовые и грабово-буковые леса в сочетании с луговыми степями на бурых лесных и черноземовидных почвах) за 1950–2010 гг. Обзор климатических изменений в пределах этих ландшафтов приведен в работе [3].

Влияние климатических изменений на временную структуру дерновинно-злаковых степей в сочетании с шибляками и смешано-дубовыми лесами на черноземах и серых лесных почвах иллюстрирует таблица 1. Как видно из приведенных данных, осредненных по 10-летним интервалам, отмечается постепенный рост температуры воздуха, особенно за последнее десятилетие, а также небольшое увеличение количества выпадающих осадков. Однако в целом характер внутриландшафтного увлажнения, выраженный через коэффициент увлажнения, остается стабильным.

Таблица 1

**Встречаемость групп состояний дерновинно-злаковых степей в сочетании с шибляками и смешано-дубовыми лесами на черноземах и серых лесных почвах в зависимости от климатических условий**

Годы	<b>H</b>	<b>G</b>	<b>GS</b>	<b>U-</b>	<b>U+</b>	<b>Z</b>	<b>S</b>	<b>K</b>	<b>A</b>	<b>ΔT</b>	<b>ΔR</b>	<b>ΔKy</b>
<b>1951-1960</b>	28	12	13	13	11	10	12	3	0	<b>-0,4</b>	<b>-55</b>	-0,05
<b>1961-1970</b>	17	15	16	17	12	11	7	7	0	<b>-0,2</b>	<b>-8</b>	0,01
<b>1971-1980</b>	19	18	14	14	10	11	5	7	3	<b>-0,4</b>	<b>-9</b>	0,00
<b>1981-1990</b>	23	15	16	12	15	9	6	4	0	<b>-0,2</b>	<b>21</b>	0,02
<b>1991-2000</b>	16	14	14	13	14	15	8	7	0	<b>0,2</b>	<b>12</b>	0,00
<b>2001-2010</b>	13	14	13	16	18	13	9	4	2	<b>1,1</b>	<b>25</b>	0,00
<b>Среднее</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>10,3</b>	<b>461</b>	<b>0,48</b>

**Примечание:** обозначения состояний и их групп приведены в тексте; здесь и далее ΔT – отклонение годовой температуры воздуха от средней величины за весь рассматриваемый временной отрезок; ΔR – отклонение годового количества осадков от средней величины за весь рассматриваемый временной отрезок; ΔKy – отклонение коэффициента увлажнения Н.Н. Иванова от средней величины за весь рассматриваемый временной отрезок

**Нивальные состояния**, на долю которых приходится в среднем 19 % за рассматриваемый период, минимально были представлены во временной структуре в 2001–2010, 1991–2000 и 1961–1979 гг. (13, 16 и 17 % соответственно). Чаще всего они отмечались в 1951–1960 гг. (28 %) и 1981–1990 гг. (23 %). В целом связь этой группы состояний с годовой температурой воздуха выражена слабее, чем с количеством осадков, однако имеющаяся тенденция роста температуры воздуха и увеличение количества осадков приводит к сокращению данной группы состояний.

**Гумидные состояния** отмечаются во временной структуре наиболее часто среди летних состояний, в среднем на них приходится 15 %, а величина изменения не превышает 3 %. Очевидного и заметного влияния изменение климатических условий на эту группу состояний не просматривается.

**Семигумидные состояния**, встречаемость которых близка к гумидным, также довольно стабильно представлены во временной структуре данных ландшафтов – 13–16 %.

Поэтому также можно утверждать, что данная группа состояний также малочувствительна к изменению климатических условий.

Участие во временной структуре **переходных (осенних и весенних) состояний** довольно близко – 14 и 13 % соответственно. В целом отмечается некоторое увеличение продолжительности данных сезонов в связи с увеличением годовой температуры воздуха, что наиболее отчетливо заметно в начальный и конечный временные отрезки.

**Бесснежные состояния холодного периода**, средняя годовая встречаемость которых составляет 11 %, стабильнее были представлены в первую половину рассматриваемого временного отрезка – 10–12 %. Начиная с 1990-х годов их участие во временной структуре увеличилось до 13–15 %, что можно рассматривать как реакцию на повышение температуры воздуха и увеличение количества выпадающих осадков.

**Семиаридные состояния**, средняя годовая встречаемость которых составляет 8 %, изменяются в значительных пределах: если в 1951–1960 гг., когда отмечались наиболее холодные и сухие условия, их доля была максимальной – 12 %, то в 1971–1980 гг., несмотря на некоторое увеличение количества осадков по сравнению с 1951–1960 гг., произошло сокращение их встречаемости более чем в 2 раза – до 5 %. Увеличение температуры воздуха привело к росту встречаемости данной группы состояний в последние годы.

**Криотермальные состояния**, годовая встречаемость которых составляет 5%, наиболее редко отмечались в начальный и конечный временные отрезки, то есть как в условиях наиболее холодных и сухих, так и в теплых и относительно влажных. Очевидно, что эта группа состояний слабо реагирует на изменения климатических условий.

**Аридные состояния** отмечаются в данном ареале предгорных ландшафтов эпизодически. Так, в 1971–1980 гг. на них приходилось 3 %, а в 2001–2010 гг. – 2 %, то есть они связаны преимущественно с циркуляционными процессами.

Однако если на уровне групп состояний не выявляется заметного влияния на них климатических изменений, то при объединении их в сезоны она начинает проявляться. Так, в 1951–1960 гг. на долю собственно зимних состояний (нивальных и криотермальных) приходился 31 %, то в 2001–2010 гг. – лишь 17 %. Что касается летних состояний (гумидных, семигумидных, семиаридных и аридных), то их доля довольно стабильна и составляет 36–38 %.

Влияние климатических изменений на временную структуру грабово-дубовых и грабово-буковых лесов в сочетании с луговыми степями на бурых лесных и черноземовидных почвах иллюстрирует таблица 2. В отличие от восточного сектора здесь отмечаются более существенные изменения гидротермических условий, хотя общая тенденция роста температуры воздуха и количества выпадающих осадков также выражена довольно четко. Наиболее существенным отличием является то, что характер внутриландшафтового увлажнения изменился за последние 30 лет: коэффициент увлажнения в большей степени соответствует лесным условиям, чем лесостепным.

Таблица 2

**Встречаемость групп состояний грабово-дубовых и грабово-буковых лесов в сочетании с луговыми степями на бурых лесных и черноземовидных почвах в зависимости от климатических условий**

Годы	H	G	U+	U-	Z	GS	K	S	ΔT	ΔR	Ky
<b>1951-1960</b>	31	23	13	15	6	8	3	1	-0,4	-123	0,86
<b>1961-1970</b>	23	26	15	15	12	3	6	1	-0,2	49	1,08
<b>1971-1980</b>	28	24	16	15	8	4	3	3	-0,4	-46	0,95
<b>1981-1990</b>	28	26	17	12	10	3	3	2	-0,1	-15	1,00
<b>1991-2000</b>	27	22	16	14	13	4	1	3	0,2	54	1,04
<b>2001-2010</b>	19	27	18	13	12	6	3	3	1,1	131	1,08
<b>Среднее</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8,7</b>	<b>873</b>	<b>1,00</b>

**Нивальные состояния** наиболее часто отмечаются во временной структуре – на их долю в среднем приходится 26 %, но при этом наиболее часто они отмечались в начальный

временной отрезок (31 %), а наиболее редко – в последний (19 %). То есть рост температуры воздуха не мог не сказаться на роли этой группы состояний во временной структуре ПТК.

**Гумидные состояния**, средняя многолетняя встречаемость которых составляет 25 %, стабильно представлены во временной структуре. Наиболее часто они отмечались в 2001–2010 гг. (27%), а реже всего – в 1991–2000 гг. (22%). В обоих случаях условия были теплыми и влажными, а с учетом того, что в 1961–1970 гг. отмечались относительно холодные и влажные условия, а в 1981–1990 гг. относительно сухие, идентичная встречаемость данной группы состояний свидетельствует о слабом влиянии климатических изменений на данную группу состояний.

**Переходные состояния**, на долю которых приходится 16 (весенние) и 14 % (осенние), довольно стабильно представлены во временной структуре. Интересной особенностью является то, что в начале рассматриваемого временного ряда осенние состояния были продолжительнее весенних, то в 2001–2010 гг. наоборот, весна длилась дольше осени.

**Бесснежные состояния холодного периода**, участие которых в годичном спектре состояний достигает 10 %, реже всего отмечались в разной степени в холодные и сухие периоды (1951–1960 и 1971–1980 гг.), когда на них приходилось 6-8%. Повышение температуры воздуха и увеличение количества осадков приводило к увеличению участия данной группы состояний во временной структуре.

**Семигумидные состояния** присутствуют во временной структуре ПТК стабильно, но при этом их наибольшая доля отмечалась в начальное и конечное десятилетия – 6–8 %, а в остальные годы их доля была 3–4 %, то есть они отмечались не каждый год. Эти состояния не являются индикаторами климатических изменений.

**Криотермальные состояния** более часто отмечались в первую половину рассматриваемого временного отрезка, когда их доля достигала 3–6 %. В 1991–2000 гг. они появлялись во временной структуре эпизодически, хотя в последний отрезок их роль вновь возросла.

**Семиаридные состояния** в 1951–1960 и 1961–1970 гг. отмечались во временной структуре данного ареала предгорных ландшафтов эпизодически, так как их встречаемость составляла только 1%. Рост температуры воздуха даже с увеличением количества выпадающих осадков привел к тому, что данная группа состояний стала более стабильной.

Как и в случае с более восточным участком предгорно-холмистых ландшафтов, наиболее четко потепление отражается на соотношении сезонов – доля типичных зимних состояний сократилась с 34 % в 1951–1960 гг. до 22 % в 2001–2010 гг., при этом летний сезон остался более стабильным, хотя и отмечается его незначительное удлинение в последний рассматриваемый отрезок.

#### **Результаты и выводы.**

Таким образом, климатические изменения в пределах предгорно-холмистых ландшафтов Северо-Восточного Кавказа, рассматриваемые по 10-летним отрезкам, имеют общую тенденцию, а именно – увеличение средней годовой температуры воздуха и количества выпадающих осадков. Однако характер увлажнения в восточном секторе остается стабильным, а в западном – внутриландшафтное увлажнение улучшается. Наиболее чутко реагируют на данные климатические тенденции зимние состояния – их доля уменьшается, тогда как структура летнего сезона остается более стабильной. Это позволяет делать вывод об относительной стабильности ландшафтной структуры данных ландшафтов. В связи с наличием в ее составе разнотипных ПТК (древесных, кустарниковых и травяных), скорее всего, может происходить улучшение условий произрастания для отдельных их групп при общей более высокой мозаичности по сравнению как с горными, так и с равнинными ландшафтами.

#### **Примечания:**

1. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджимурадова З.М., Заурбеков Ш.Ш. Климатические особенности и временная структура предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2011. № 1. С. 92-96.

2. Беручашвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта. М.: Мысль, 1986. 182 с.

3. Братков В.В., Атаев З.В., Байсиева Л.К. Временная неоднородность климатических условий предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2013. № 1. С. 6-11.

4. Дьяконов К.Н. Геофизика ландшафта: Биоэнергетика, модели, проблемы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 95 с.

5. Заурбеков Ш.Ш. Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру региона (на примере Северного Кавказа). Автореферат дис. ... докт. геогр. наук. Краснодар, 2012. 48 с.

6. Хрусталеv Ю.П. Эколого-географический словарь / Научн. редактор Г.Г. Матишов. Батайск, 2000. 198 с.

7. Шукин И.С. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии / Под ред. А.И. Спиридонова. М.: Советская энциклопедия, 1980. 703 с.

8. Ataev, Z.V. and Bratkov, V.V. (2011) The climatic features and the temporal structure of the foothill landscapes in the Northeastern Caucasus *European Researcher*. № 10. P. 1439-1444.

9. Bratkov V.V. and Ataev Z.V. (2013) Temporal inhomogeneity of North-East Caucasus piedmont landscapes weather conditions *European Researcher*. T. 46. № 4-2. P. 957-964.

УДК 911.5 (234.9)

### **Влияние длительновременных климатических изменений на структуру предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа**

<sup>1</sup> Загир Вагитович Атаев

<sup>2</sup> Виталий Викторович Братков

<sup>1</sup> Дагестанский государственный педагогический университет, Россия

367003, Махачкала, улица Ярагского, 57

Кандидат географических наук, профессор

E-mail: zagir05@mail.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Россия

105064, Москва, Гороховский переулок, 4

Доктор географических наук, профессор

E-mail: vratkov@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируется временная структура предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа с точки зрения влияния на нее климатических изменений, происшедших за последние 60 лет. Изменения встречаемости групп состояний, осредненные по 10-летним отрезкам, позволяют сделать вывод о том, что климатические изменения накладывают отпечаток преимущественно на зимние состояния. В результате сокращается не только их длительность, но и длительность зимнего сезона в целом. Набор состояний и длительность летнего сезона изменяются в гораздо меньших пределах. В целом структура предгорных ландшафтов в связи с большой мозаичностью остается довольно стабильной.

**Ключевые слова:** предгорный ландшафт; Северо-Восточный Кавказ; климатические изменения; состояния ПТК; временная структура ландшафтов.