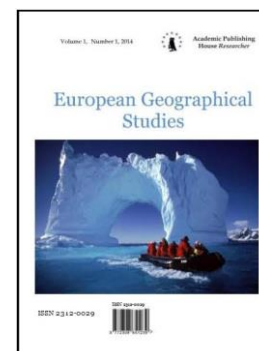


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
European Geographical Studies  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2312-0029  
E-ISSN: 2413-7197  
Vol. 11, Is. 3, pp. 75-82, 2016

DOI: 10.13187/egs.2016.11.75  
[www.ejournal9.com](http://www.ejournal9.com)



## Articles and Statements

UDC 551.56

### Trends of Climatic Components Secular Changes and Their Possible Impact on the Eco-Chemical Characteristics of the Soil (on Example of Alazani Valley)

Elizbar Sh. Elizbarashvili <sup>a, c, \*</sup>, Lali U. Shavliashvili <sup>a</sup>, Georgi I. Kordzakhia <sup>a</sup>, Gulchina P. Kuchava <sup>a</sup>,  
Mariam E. Elizbarashvili <sup>b</sup>, Nana Z. Chelidze <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Georgian Technical University, Institute of Hydrometeorology, Georgia

<sup>b</sup> Ivane Javakishvili Tbilisi State University, Georgia

<sup>c</sup> Gogebashvili Telavi State University, Georgia

#### Abstract

The climatic components regime and their link with modern ecological processes are assessed. In particular secular changes of the temperature and precipitation and their possible impact on the eco-chemical characteristics of the soil is investigated. The regression relation between global warming intensity and soil eco-chemical data is calculated.

The authors use observations of the ecological condition of the soils of the Alazani valley, conducted over the period 1978-2000 to characterize the degree of salinity of the soil materials. The article uses the materials of the expeditions organized by the authors in 2012-2013 years.

The main method of research is regression analysis.

For further study of process dynamics of salinization-desalinization of soils Alazansky valley it seems the appropriate to organize the monitoring of degraded saline soils.

**Keywords:** Alazani, soil, climate, trends.

#### 1. Введение

Глобальное потепление является важнейшей экологической и социально-экономической проблемой современности. Климат Грузии существенно реагирует на глобальное потепление (Элизбарашвили и др., 2005; Элизбарашвили и др., 2013; Elizbarashvili et al., 2013a). Эта реакция отражается на многих компонентах экосистемы, многие виды природных ландшафтов Грузии испытывают существенную трансформацию (Элизбарашвили и др., 2009; Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2002; Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2006; Elizbarashvili et al., 2009).

---

\* Corresponding author

E-mail addresses: [eeelizbar@hotmail.com](mailto:eeelizbar@hotmail.com) (E.Sh. Elizbarashvili), [shavliashvililali@yahoo.com](mailto:shavliashvililali@yahoo.com) (L.U. Shavliashvili), [giakordzakhia@gmail.com](mailto:giakordzakhia@gmail.com) (G.I. Kordzakhia), [gkuchava08@rangler.ru](mailto:gkuchava08@rangler.ru) (G.P.Kuchava), [mariam.elizbarashvili@tsu.ge](mailto:mariam.elizbarashvili@tsu.ge) (M.E. Elizbarashvili), [nananebieridze@mail.ru](mailto:nananebieridze@mail.ru) (N.Z. Chelidze)

Предстоящие климатические изменения и увеличение повторяемости засух угрожают деградированным засоленным почвам, которые распространены в юго-восточной части Алазанской долины, на правом берегу реки Алазани, на площади около 3000 кв. км (Шавлиашвили и др., 2014).

Основными причинами засоленности почв Алазанской долины являются неблагоприятные геоморфологические, гидрогеологические, почвенные и климатические условия. К ним относятся высокий критический уровень грунтовых вод, неструктурность почв, их высокие капиллярные свойства, высокая температура и сухость воздуха, высокая испаряемость по сравнению с количеством осадков и т.д. Комплексное действие этих факторов способствует интенсивному испарению грунтовых вод и соленакоплению в верхних слоях почвы.

В засоленных почвах Алазанской долины преобладают сульфаты и хлориды натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ). Среди ионов всюду доминируют  $\text{SO}_4^{-2}$ , свидетельствующее о сульфатном типе засоленности. Отмечаются также ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  и  $\text{Cl}$  (Шавлиашвили и др., 2014).

В условиях интенсивного глобального потепления возможно усиление процесса засоленности почв, что может вызвать быструю минерализацию органической массы и выветривание почвы, а в результате – уменьшение площади пахотных земель. В связи с этим актуальным становится интегральное исследование земельных ресурсов в связи с изменением климата.

Целью настоящей статьи является исследование тенденций вековых изменений климатических компонентов и их возможное влияние на экохимические характеристики засоленных почв Алазанской долины.

## 2. Материалы и методы исследования

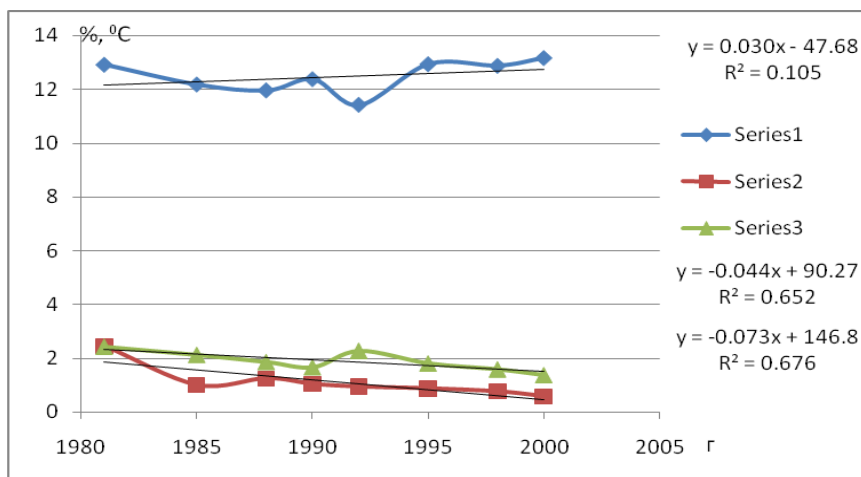
Для исследования климатических изменений в условиях засоленных почв Алазанской долины были использованы данные наблюдений ближайшей метеорологической станции (Цнори, 223 м), расположенной в нескольких километрах от района засоленных почв, а также массивы сеточных данных о температуре и осадках за период 1936–2008 годы с разрешенностью 25 км (точка #93), разработанные в Институте Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета (Elizbarashvili et al., 2013b). Указанная точка сетки расположена непосредственно в районе засоленных почв на высоте 220 м над уровнем моря и лучше характеризует климатические условия данной местности, чем наблюдения метеостанции.

Для характеристики степени засоленности почвы использованы материалы наблюдений над экологическим состоянием почв Алазанской долины, проводимые за период 1978–2000 годы. Используются также материалы экспедиций, организованных нами в 2012–2013 годы.

Основной метод исследования – регрессионный анализ.

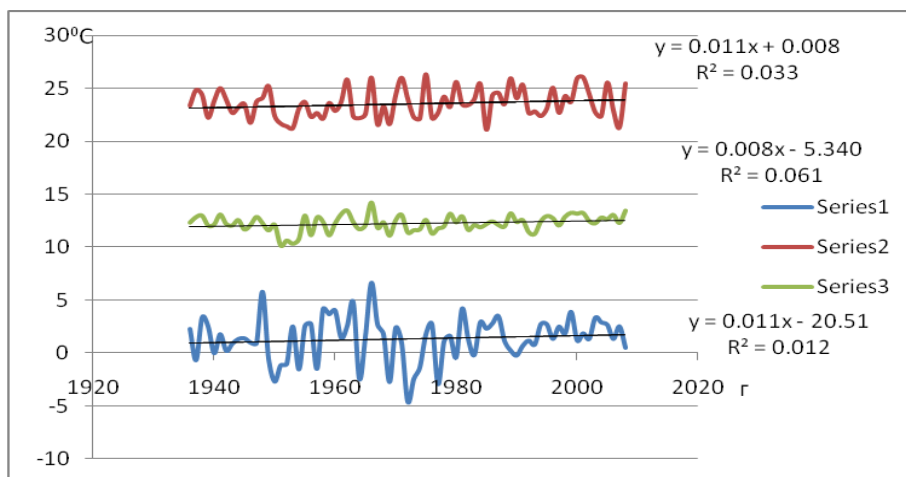
## 3. Обсуждение результатов

На Рис. 1 сопоставлены многолетний ход концентрации солей в метровом слое дренажных и бездренажных почв с изменением температуры воздуха за период 1981–2000 годы по данным точки #93.



**Рис. 1.** Многолетний ход концентрации солей (%) в метровом слое дренажных (2) и бездренажных(3) почв на фоне изменчивости температуры воздуха (1) за период 1981–2000 годы, соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ ). Цюрих  
Из уравнений регрессии, представленных на Рис. 1, следует, что за период 1981–2000 годы концентрация солей в почве закономерно уменьшалась, одновременно средняя годовая температура воздуха в целом существенно возрастала со скоростью  $0.3^\circ$  за декаду, хотя согласно кривой многолетнего хода температуры, до 1992 года отмечалась тенденция ее уменьшения, что могла способствовать уменьшению испарения и в результате быть одной из причин рассоления почв.

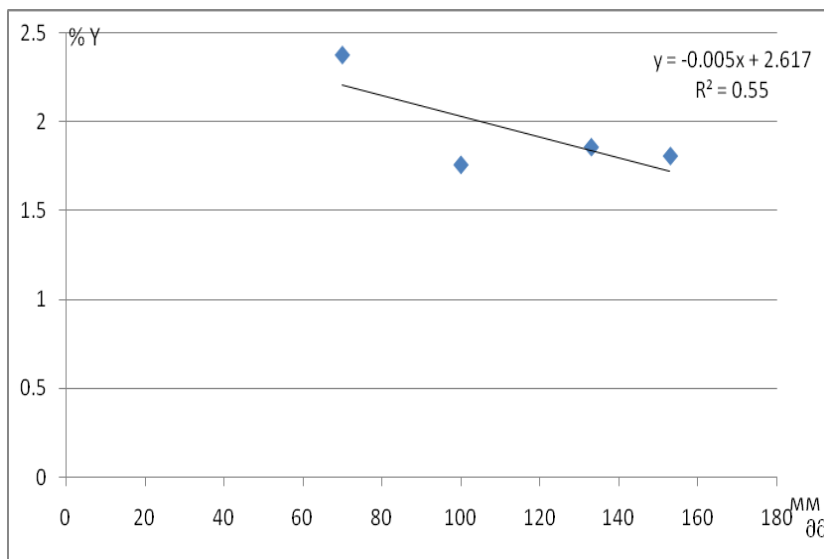
На территории исследуемых почв средняя годовая температура воздуха также возрастала за период 1936–2008 годы, хотя с меньшей скоростью – на  $0.08^\circ$  C за декаду, что соответствует скорости возрастания глобальной температуры. Наиболее интенсивное потепление отмечалось за центральные месяцы зимы и лета, когда скорость потепления составила  $0.11^\circ$  C (Рис. 2).



**Рис. 2.** Многолетний ход с температуры воздуха поданным точки #93 за период 1936–2008 годы и соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ ): 1-январь; 2-июль; 3-год

Несмотря на существенное возрастание температуры воздуха, как за весь период (1936–2008 гг.), так и за период экологических наблюдений над состоянием почв (1981–2000 гг.), что могла быть причиной увеличения испарения и, соответственно, увеличения засоленности, концентрация солей в метровом слое почвы закономерно уменьшалась, особенно интенсивно в дренажных почвах. Таким образом рассоление почв Алазанской долины трудно объяснить многолетними изменениями температуры.

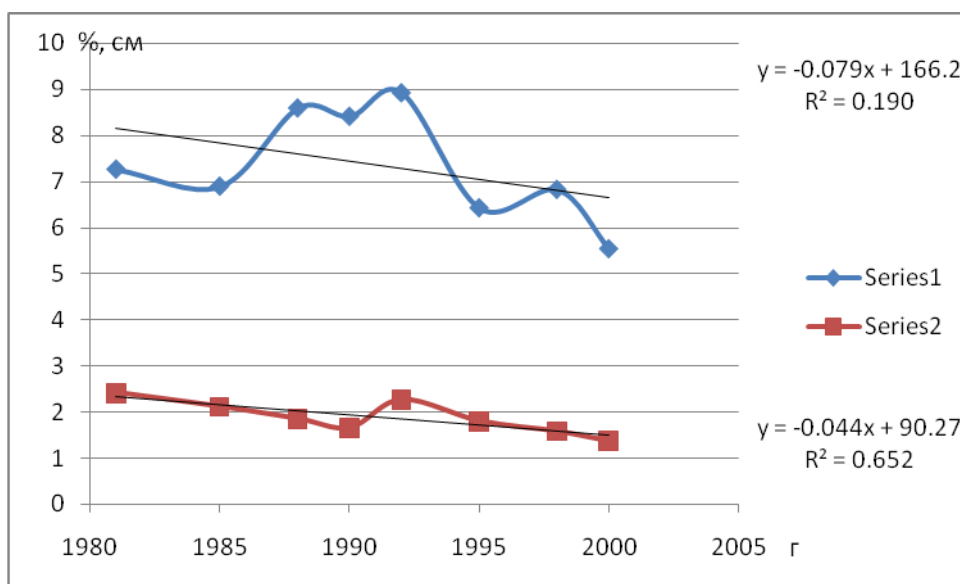
В таком случае остается предполагать, что уменьшение концентрации солей в почве должно быть следствием увеличения осадков, так как между количеством осадков и концентрацией солей выявляется обратно пропорциональная зависимость (Рис. 3).



**Рис. 3.** Зависимость между месячными суммами осадков и концентрацией солей (%) в метровом слое почвы. Соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ ). Дзвели Анага, март-июль 1978 г.

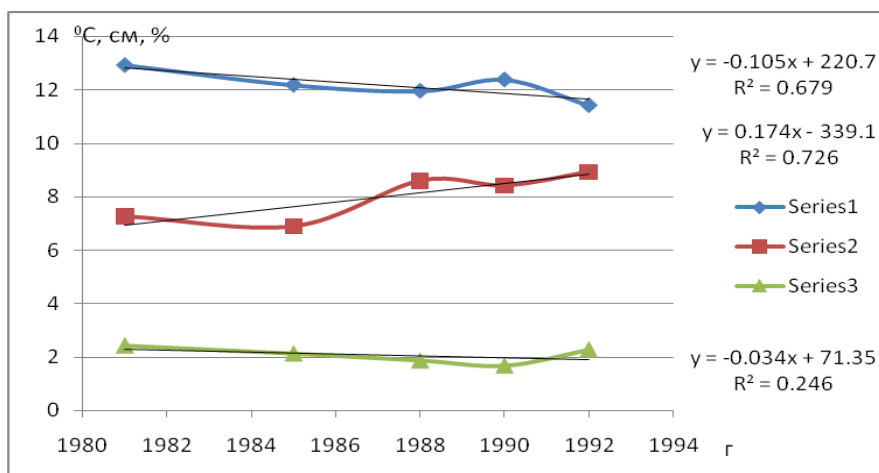
Из Рис. 3 следует, что при повышенных значениях месячных сумм осадков в почве отмечается пониженная концентрация солей, и наоборот низким значениям сумм осадков соответствуют повышенные концентрации солей. Следовательно уменьшение концентрации солей должно быть следствием уменьшения осадков.

Однако сопоставленные Рис 4 изменения многолетнего хода концентрации солей в метровом слое в бездренажных почвах с изменением атмосферных осадков за период 1981–2000 годы, на первый взгляд, отвергает это допущение, так, как уменьшение концентрации солей за рассмотренный период в целом происходит на фоне уменьшения осадков, что также противоречит механизму процесса уменьшения засоленности.



**Рис. 4.** Многолетний ход концентрации солей (%) в метровом слое в бездренажных почв (2) на фоне изменчивости атмосферных осадков (1) за период 1981–2000 годы и соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ )

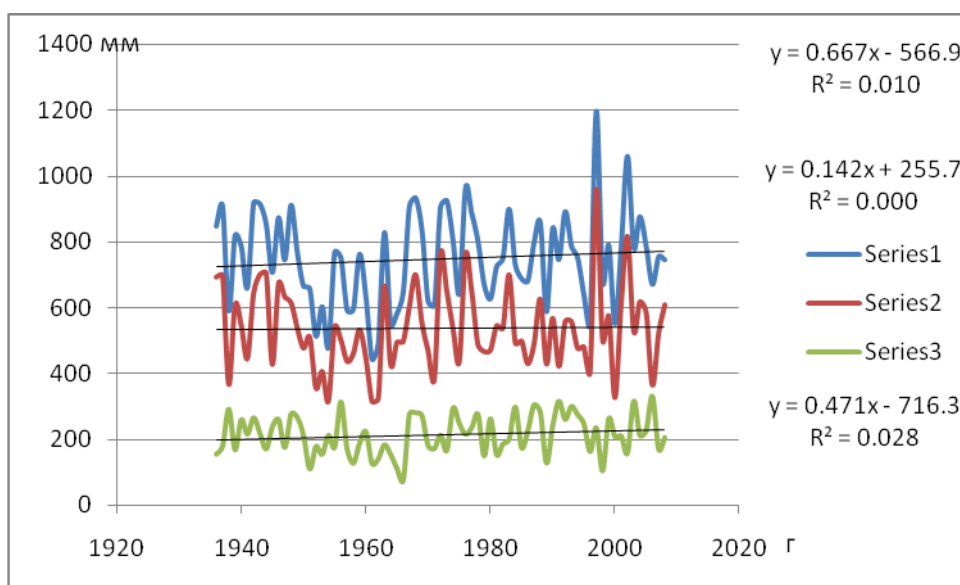
Тем не менее, из Рис. 4 следует также, что до 1992 года, за период уменьшения температуры воздуха, суммы осадков возрастали. Более подробно об этом можно судить из Рис. 5, где представлен многолетний ход концентрации солей в метровом слое бездренажных почв на фоне изменчивости температуры воздуха и атмосферных осадков за период 1981–1992 годы.



**Рис. 5.** Многолетний ход концентрации солей (%) в метровом слое бездренажных почв (3) на фоне изменчивости температуры воздуха (1) и атмосферных осадков (2) за период 1981–1992 годы и соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ )

Из Рис. 5 следует, что за период 1981–1992 годы температура воздуха значительно уменьшалась со скоростью  $1^\circ$ , а осадки увеличивались со скоростью до 2 мм за декаду, что и могло быть причиной рассоления почв Алазанской долины.

Рассолению почв Алазанской долины могла способствовать также возрастание уровня осадков за длительный период (1936–2008 гг), в особенности, начиная с середины XX века (Рис. 6).



**Рис. 6.** Многолетний ход атмосферных осадков по данным точки #93 за период 1936–

2008 годы и соответствующие уравнения регрессии и коэффициент ковариации ( $R^2$ ):  
1 – январь; 2 – июль; 3 – год.  $x$  – годы,  $y$  – сумма осадков °С

Согласно уравнениям регрессии, представленным на Рис. 6, годовые суммы осадков за указанный период возрастали со скоростью около 7 мм за декаду, сумма осадков теплого периода года возрастала со скоростью всего 1–2 мм, а сумма осадков холодного периода года возрастала со скоростью 5 мм. Хотя коэффициенты корреляции в представленных на Рис. 6 уравнениях регрессии очень низкие, роль климатических факторов, в особенности фактора увлажнения, в рассолении почв Алазанской долины несомненна.

К сожалению после 2000 года экохимические наблюдения над засоленными почвами Алазанской долины не проводились, что не позволяет судить о концентрации солей в почвах в настоящее время. В связи с этим в 2012–2013 годы нами были организованы экспедиции и собраны соответствующие материалы, которые представлены в таблице.

**Таблица 1.** Концентрация солей в метровом слое почвы по данным экспедиций 2012–2013 годов (%), Цюри

Почва	2012 год				2013 год			
	месяцы			средняя	месяцы			средняя
	У	IX	XII		У	IX	XII	
Дренажная	0.93	0.97	0.50	0.80	0.84	0.19	0.23	0.42
Бездренажная	1.06	1.20	0.64	0.97	1.10	0.28	0.30	0.54

Несмотря на то, что измерения проводились лишь за некоторые месяцы года, представленные в таблице данные все же позволяют судить о тенденции изменения концентрации солей в почве. Если данные таблицы сравнить с многолетним ходом концентрации солей (Рис. 1), то можно заключить, что даже эти неполные данные подтверждают продолжающееся по настоящее время рассоление почв Алазанской долины. Следует предполагать, что причиной рассоления почв Алазанской долины, наряду с климатическими, могут быть также гидрогеологические или другие факторы, что требует проведения специальных исследований.

Для дальнейшего исследования процесса динамики засоления-рассоления почв Алазанской долины представляется целесообразным организация мониторинга деградированных засоленных почв.

#### 4. Заключение

В результате проведенного исследования оценены тенденции вековых изменений температуры и осадков и их возможное влияние на концентрацию солей в почвах Алазанской долины:

- на территории исследуемых почв за период 1936–2008 годы средняя годовая температура воздуха возрастала на 0.08° С за декаду, что соответствует скорости возрастания глобальной температуры. Наиболее интенсивное потепление отмечалось за центральные месяцы зимы и лета, когда скорость составила 0.11° С. Годовые суммы осадков за указанный период также возрастали со скоростью 6 мм за декаду, сумма осадков теплого периода года возрастала со скоростью 1-2 мм, а сумма осадков холодного периода года возрастала со скоростью 5 мм;

- за период 1981–2000 годы температура воздуха также возрастала, с гораздо большей скоростью, чем за период 1936–2008 годы – 0.3° за декаду, а осадки уменьшались. Несмотря на это концентрация солей в метровом слое почвы закономерно уменьшалась, особенно интенсивно в дренажных почвах;

- уменьшение концентрация солей в почвах Алазанской долины возможно является следствием уменьшения температуры воздуха и увеличения атмосферных осадков за период 1981–1992 годы, а также увеличения уровня осадков за период 1936–2008 годы.

#### Литература



Шавлиашвили и др., 2014 - Шавлиашвили Л., Кордзахия Г., Элизбарашвили Э., Кучава Г., Тугуши Н. (2014). Деградация почв Алазанской долины на фоне современного изменения климата Грузии. Тбилиси. 181 с.

Элизбарашвили и др., 2005 - Элизбарашвили Э.Ш., Месхия Р.Ш., Элизбарашвили М.Э. (2005). Изменения климата Западного Закавказья. *Известия РАН, серия географическая*, № 4. с. 35-38.

Элизбарашвили и др., 2009 - Элизбарашвили Э.Ш., Месхия Р.Ш., Элизбарашвили М.Э. (2009). Повторяемость и динамика засух в Восточной Грузии в XX столетии. *Метеорология и гидрология*, № 6. с. 98-104.

Элизбарашвили и др., 2013 - Элизбарашвили Э.Ш., Татишвили М.Р., Элизбарашвили М.Э., Месхия Р.Ш., Элизбарашвили Ш.Э. (2013). Изменение климата Грузии в условиях глобального потепления. Тбилиси. 128 с.

Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2002 - Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. (2002). Реакция различных типов ландшафтов Закавказья на глобальное потепление. *Известия РАН, серия географическая*, №5. с. 52-56.

Элизбарашвили, Элизбарашвили, 2006 - Элизбарашвили Э.Ш., Элизбарашвили М.Э. (2006). Основные проблемы климатологии ландшафтов. Тбилиси, Зеон. 119 с.

Elizbarashvili et al., 2009 - Elizbarashvili E.Sh., Meskhia R.Sh., Elizbarashvili M.E., Megrelidze L.D. (2009). Climate dynamics of glaciers of the Greater Caucasus for the 20th century. *Russian Meteorology and Hydrology*, December 2009, Volume 34, Issue 12, pp. 838-842.

Elizbarashvili et al., 2013a - Elizbarashvili E.Sh., Tatishvili M.R., Elizbarashvili M.E., Elizbarashvili Sh.E., Meskhia R.Sh. (2013). Air temperature trends in Georgia under global warming conditions. *Russian Meteorology and Hydrology*, April 2013, Volume 38, Issue 4, pp. 234-238.

Elizbarashvili et al., 2013b - Elizbarashvili E.Sh., Tatishvili M.R., Elizbarashvili M.E., Elizbarashvili Sh.E., Meskhia R.Sh., Gorgisheli V. E., Lashauri K. A. (2013). Creation of high-resolution climatic grid datasets for the territory of Georgia. *Russian Meteorology and Hydrology*. Volume 38, Issue 9, September 2013, pp. 633-637.

## References

Shavliashvili i dr., 2014 - Shavliashvili L., Kordzakhiya G., Elizbarashvili E., Kuchava G., Tugushi N. (2014). Degradatsiya pochv Alazanskoi doliny na fone sovremennogo izmeneniya klimata Gruzii. Tbilisi. 181 s.

Elizbarashvili i dr., 2005 - Elizbarashvili E.Sh., Meskhiya R.Sh., Elizbarashvili M.E. (2005). Izmeneniya klimata Zapadnogo Zakavkaz'ya. Izvestiya RAN, seriya geograficheskaya, № 4, s. 35-38

Elizbarashvili i dr., 2009 - Elizbarashvili E.Sh., Meskhiya R.Sh., Elizbarashvili M.E. (2009). Povtoryaemost' i dinamika zasukh v Vostochnoi Gruzii v KhKh stoletii. Meteorologiya i gidrologiya, № 6, s. 98-104

Elizbarashvili i dr., 2013 - Elizbarashvili E.Sh., Tatishvili M.R., Elizbarashvili M.E., Meskhiya R.Sh., Elizbarashvili Sh.E. (2013). Izmenenie klimata Gruzii v usloviyakh global'nogo potepleniya. Tbilisi. 128 s.

Elizbarashvili, Elizbarashvili, 2002 - Elizbarashvili E.Sh., Elizbarashvili M.E. (2002). Reaktsiya razlichnykh tipov landshaftov Zakavkaz'ya na global'noe poteplenie. Izvestiya RAN, seriya geograficheskaya. №5, s. 52-56.

Elizbarashvili, Elizbarashvili, 2006 - Elizbarashvili E.Sh., Elizbarashvili M.E. (2006). Osnovnye problemy klimatologii landshaftov. Tbilisi, Zeon. 119 s.

Elizbarashvili et al., 2009 - Elizbarashvili E.Sh., Meskhia R.Sh., Elizbarashvili M.E., Megrelidze L.D. (2009). Climate dynamics of glaciers of the Greater Caucasus for the 20th century. *Russian Meteorology and Hydrology*, December 2009, Volume 34, Issue 12, pp. 838-842 .

Elizbarashvili et al., 2013a - Elizbarashvili E.Sh., Tatishvili M.R., Elizbarashvili M.E., Elizbarashvili Sh.E., Meskhia R.Sh. (2013). Air temperature trends in Georgia under global warming conditions. *Russian Meteorology and Hydrology* , April 2013, Volume 38, Issue 4, pp. 234-238.

Elizbarashvili et al., 2013b - Elizbarashvili E.Sh., Tatishvili M.R., Elizbarashvili M.E., Elizbarashvili Sh.E., Meskhia R.Sh., Gorgisheli V. E. , Lashauri K. A. (2013). Creation of high-

resolution climatic grid datasets for the territory of Georgia. Russian Meteorology and Hydrology. Volume 38, Issue 9, September 2013, pp. 633-637.

УДК 551.56

**Тенденции вековых изменений климатических компонентов и их возможное влияние на экохимические характеристики почвы (на примере Алазанской долины)**

Элизбар Шалвович Элизбарашвили <sup>a, c, \*</sup>, Лали Ушанговна Шавлиашвили <sup>a</sup>, Георгий Кордзахия <sup>a</sup>, Гулчина Поликарповна Кучава <sup>a</sup>, Мария Элизбаровна Элизбарашвили <sup>b</sup>, Нана Зааловна Челидзе <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Грузинский технический университет, Институт гидрометеорологии, Грузия

<sup>b</sup> Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузия

<sup>c</sup> Телавский Государственный университет им. Я.Гогебашвили, Грузия

**Аннотация.** Исследованы тенденции вековых изменений температуры и осадков и их возможное влияние на экохимические характеристики почвы. Рассчитана регрессионная связь между интенсивностью глобального потепления и эко-химическими данными почвы.

Для характеристики степени засоленности почвы использованы материалы наблюдений над экологическим состоянием почв Алазанской долины, проводимые за период 1978–2000 годы. Используются также материалы экспедиций, организованных авторами в 2012–2013 годы.

Основной метод исследования – регрессионный анализ.

Для дальнейшего исследования процесса динамики засоления-рассоления почв Алазанской долины представляется целесообразным организация мониторинга деградированных засоленных почв.

**Ключевые слова:** Алазани, почва, климат, тренд.

---

\* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: [eelizbar@hotmail.com](mailto:eelizbar@hotmail.com) (Э.Ш. Элизбарашвили), [shavliashvililali@yahoo.com](mailto:shavliashvililali@yahoo.com) (Л.У. Шавлиашвили), [giakordzakhia@gmail.com](mailto:giakordzakhia@gmail.com) (Г.И.Кордзахия), [gkuchava08@rambler.ru](mailto:gkuchava08@rambler.ru) (Г.П. Кучава), [mariam.elizbarashvili@tsu.ge](mailto:mariam.elizbarashvili@tsu.ge) (М.Э. Элизбарашвили), [nananebieridze@mail.ru](mailto:nananebieridze@mail.ru) (Н.З. Челидзе)