

DOI 10.31029/vestdnc87/4

УДК 631.4/58.056

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
ДАГЕСТАНСКОГО СЕКТОРА ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ  
НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

**З. У. Гасанова**, ORCID: 0000-0001-6252-5054

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН

**SOIL COVER TRANSFORMATION  
OF THE TEREK-KUMA LOWLAND (DAGHESTAN SECTOR)  
UNDER CLIMATIC CHANGES CONDITIONS**

**Z. U. Gasanova**, ORCID: 0000-0001-6252-5054

Precaspian Institute of Biological Resources, DFRC RAS, Makhachkala, Russia

---

Промежуточное положение Терско-Кумской низменности, тесная связь грунтовых вод с динамикой уровня Каспийского моря способствуют трансформации почвенного покрова в зависимости от направления динамики грунтовых вод. В течение ста лет состав почвенного покрова низменности на типовом уровне оставался постоянным: пески, каштановые почвы, солончаки, солонцы-солончаки, аллювиальные, луговые, болотные. Менялось доленое участие почв и почвенное разнообразие. Минимальное разнообразие пришлось на период с низким уровнем грунтовых вод. Для каштановых почв отмечено самое высокое доленое участие. Самое низкое доленое участие отмечено у луговых почв, что характерно для переходных зон – наименьшие площади в составе почвенного покрова. Наряду с анализом обзорных карт переходный характер луговых почв подтвердился исследованиями почвенного покрова в детальном масштабе: самый большой размах значений пришелся на луговые почвы, что указывает на высокую динамичность солевых растворов в почвенном покрове.

The intermediate position of the Terek-Kuma lowland, the close connection of groundwater with Caspian Sea level dynamics contributes to the transformation of the soil cover depending on the direction of groundwater dynamics. During nearly hundred years, the composition of the soil cover of the lowlands at the typical level remained constant: sands, chestnut soils, solonchaks, solonetz-solonchaks, alluvial, meadow, marshes. The share participation of soils and soil diversity changed. Minimal diversity occurred during the period with a low groundwater level. The highest participation was noted for chestnut soils. Meadow soils have the lowest participation, which is typical for transition zones – the smallest areas in the composition of the soil cover. Along with the analysis of survey maps, the transitional nature of meadow soils was confirmed by studies of the soil cover on a detailed scale: the largest range of values fell on meadow soils, which indicates the high dynamics of salt solutions in the soil cover.

Ключевые слова: почвенный покров, почвенное разнообразие, доленое участие, потепление климата.

Keywords: soil cover, soil diversity, participation, climate warming.

### **Введение**

Климатические изменения, имеющие место в настоящее время, на первый план выводят тему отклика региональных ландшафтов на внешние возмущения среды, что особенно актуально для аридных и субаридных регионов с «рискованным» земледелием. Промежуточное положение Терско-Кумской низменности, тесная связь грунтовых вод с динамикой уровня Каспийского моря способствуют трансформации почвенного покрова в зависимости от направления динамики грунтовых вод.

Цель исследования: анализ почвенного покрова на фоне потепления климата.

### **Объекты и методы**

Начало комплексным исследованиям в Дагестанском секторе Терско-Кумской низменности было положено в 1930-е гг. после того как уровень Каспийского моря пошел на существенное понижение, и перед почвоведом встала задача обеспечить основу для устойчивого землепользования. В последующем созданные картографические материалы позволили уже проследить влияние климатических изменений на почвенный покров.

---

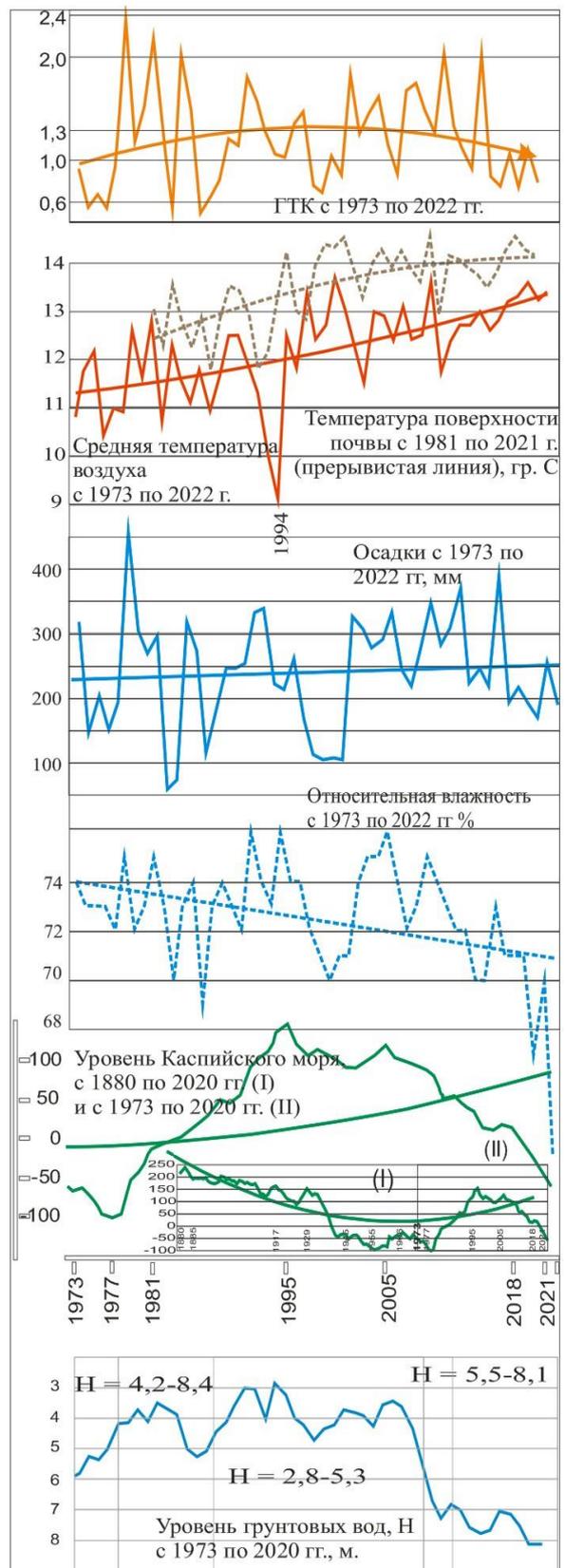
Трансформация почвенного покрова низменности изучалась на основе обзорных почвенных карт 1931 г. [1]; 1977 г. (содержание карты на 1975 г.) [2]; 1990 г. (содержание карты на 1987 г.) [3]; 2011 г. (содержание карты на 2005 г.) [4]. Площади почв определялись методом палетки. Из-за разномасштабности почвенных карт каждая карта была генерализована до уровня типов почв. В картах 1977 и 2011 гг. в составе почвенного покрова не указаны солонцы-солончаки (СцСч), что связано с непризнанием исследователей этих почв в качестве отдельных типов. Происхождение солонцов-солончаков вследствие эволюции солончаков, подтвержденное исследованиями Н.В. Можаровой, К.Н. Федорова [5], позволило указать их присутствие в составе почвенного покрова в картах 1977 и 2011 гг. Содержание карты 2011 г. является результатом обобщения почвенных исследований до 2005 г.

Для определения почвенного разнообразия послужила мера неопределенности Шеннона на основе долевого участия почв в почвенном покрове. Средневзвешенные значения солей определены по Е.А. Дмитриеву [6].

Климатические параметры для метеостанции Кочубей получены из открытых источников: [rogodaiklimat.ru](http://rogodaiklimat.ru) (средняя температура воздуха, осадки, относительная влажность); [power.larc.nasa.gov](http://power.larc.nasa.gov) (средняя температура поверхности почвы). Гидротермический коэффициент (ГТК) определен по Селянинову. График уровня Каспийского моря построен на основе данных Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Уровень грунтовых вод (УГВ) для Прикаспийской низменности приведен по уровню воды в колодце в Каменной степи [7], где с 30-х гг. была обеспечена непрерывность измерений.

### Результаты и обсуждение

В течение почти ста лет состав почвенного покрова низменности оставался постоянным на типовом уровне (табл. 1): пески, каштановые почвы (светло-каштановые + лугово-каштановые подтипы), солончаки, солонцы-солончаки, аллювиальные, луговые, болотные с подтипами лугово-болотных. Значительная часть почв низменности содержит в своих профилях легкорастворимые соли, оставшиеся в наследство от трансгрессивно-регрессивной деятельности моря.



Климатические параметры Терско-Кумской низменности и уровень Каспийского моря

Соли в профилях почв подвержены сезонной и многолетней динамике, и даже небольшие отклонения гидротермических условий способствуют изменению характеристик засоления. Для низменности характерен выраженный континентальный климат с температурами, достигающими  $+40^{\circ}\text{C}$  в летние месяцы и  $-35^{\circ}\text{C}$  в зимние месяцы, значительное превышение испаряемости (1000 и более мм/год) над количеством выпадающих осадков (200–300 мм/год), активный ветровой режим, довольно высокая среднегодовая скорость ветра – 5–6 м/сек. [8].

На фоне глобального потепления в определенные периоды случаются климатические флуктуации.

За последние 30 лет в Северо-Западном Прикаспии можно выделить два климатических тренда: с середины 1980-х по 2010 г. – с повышением количества осадков и одновременным повышением средних температур (см. рисунок). С 2010 по 2017 г. – относительное снижение среднегодовой температуры, общий тренд повышения температур при этом сохраняется. С 1989 по 1998 г. растет ГТК, но еще остается в слабо засушливой зоне, с 1998 г. по 2013 г. ГТК  $\geq 1,3$ , что соответствует влажной зоне. С 2007 г. ГТК начинает снижаться, но до 2013 г. все еще относится к влажной зоне. Снижение ГТК подкрепляется стойким повышением средних температур воздуха и поверхности почвы, понижением относительной влажности.

С 1977 до 1995 г. наблюдается подъем уровня моря, с 1995 по 2008 г. уровень стабилизировался, после 2005 г. по настоящее время идет понижение. В динамике уровней моря и грунтовых вод наблюдается запаздывание последних: с начала 80-х гг. грунтовые воды все еще понижаются, а уровень моря продолжает повышаться; с середины 80-х УГВ следует общему повышению уровня моря. Подобное «запаздывание» динамики грунтовых вод, по-видимому, обеспечивает некоторую инерцию почв, оставляя возможность для компенсирующей динамики.

В соответствии с динамикой уровня Каспийского моря почвенный покров низменности периодически испытывает усиление или ослабление лугового режима, что влияет на химический состав почвенных профилей через подпор грунтовых вод.

Согласно данным 1977 г. по сравнению с 1931 г. произошло ослабление лугового режима как следствие снижения грунтовых вод на фоне минимальных значений уровня Каспийского моря. За счет осушения территории площадь низменности увеличилась более, чем на 200 тысяч га. Существенно выросла площадь каштановых почв и песков, сократились площади почв гидроморфного ряда (табл. 1).

**Таблица 1.** Состав почвенного покрова Терско-Кумской низменности, Северный Дагестан

Почвы	Площади почвенных ареалов, га	Долевое участие в почвенном покрове, $w_i$	Почвенное разнообразие. Мера неопределенности Шеннона, $-\sum w_i \log_2 w_i$
1	2	3	4
1931 г.; $h = -26,8$ м			
Пески	222190,08	0,17	0,434
Каштановые (светло-каштановые)	470556,47	0,37	0,530
Солончаки и солонцы	272542	0,22	0,480
Аллювиальные	26570,25	0,02	0,113
Луговые	10206,61	0,01	0,066
Лугово-болотные и болотные	260268,59	0,21	0,472
Всего	1262334,6	1,00	2,095
1975 г.; $h = -29,0$ м			
Пески	366795,92	0,24	0,493
Каштановые	702144,72	0,47	0,511
Солончаки	137059,34	0,09	0,312

1	2	3	4
Аллювиальные	недостоверно		
Луговые	138085,71	0,09	0,312
Лугово-болотные	134963,26	0,11	0,350
Всего	1479048,95	1,00	<b>1,978</b>
1987 г.; h = -28,6 м			
Пески	278579,44	0,19	0,455
Каштановые	470226,36	0,33	0,527
Солончаки и солонцы-солончаки	398986,76	0,28	0,514
Аллювиальные	218812,85	0,15	0,410
Луговые	56779,11	0,04	0,185
Луговые болотные	6640,18	0,01	0,066
Всего	1430024,7	1,00	2,157
2005 г.; h = -28,3 м (-27,53)			
Пески	259672	0,18	0,445
Каштановые	448710	0,33	0,527
Солончаки и солонцы-солончаки	409230	0,29	0,517
Аллювиальные	390	0,02	0,113
Луговые и аллювиально-луговые	206466	0,15	0,410
Болотные	51330	0,03	0,151
Всего	1398238	1,00	2,163

h = -28,6 м (минус 28,6 м) – уровень Каспийского моря.

Подъем уровня моря с 1977 г. способствовал усилению лугового режима, что согласно карте 1987 г. нашло свое отражение в составе почвенного покрова (ПП). Здесь уже отмечено наличие солонцов-солончаков в составе с солончаками луговыми. Росту площадей солончаков способствовало то, что вплоть до 1981 г. шел подъем грунтовых вод, с 1981 по 1984 г. отмечается снижение уровня грунтовых вод, последующее увеличение осадков вызвало осолонцевание верхних горизонтов солончаков и рост участия солонцов-солончаков в составе солончаков. С 1985 по 1986 г. выпало до 320 мм осадков, что в 4,5 раз больше по сравнению с 1983 и 1984 гг. Общая площадь низменности уменьшилась за счет затопления прибрежных территорий.

Вплоть до 1995 г. уровень моря поднимался, с 1995 по 2005 г. уровень с небольшими отклонениями был в стадии стагнации. С 2005 г. по настоящее время уровень моря снижается. К 2005 г. состав ПП по сравнению с 1987 г. претерпел небольшие изменения в сторону усиления олуговения: сократилась площадь болотных почв, аллювиальные почвы, по-видимому, представлены в ранге аллювиально-луговых почв. Площадь солонцов-солончаков увеличилась незначительно, несколько сократились площади каштановых почв и песков.

Трансформация почвенного покрова низменности нашла свое выражение в почвенном разнообразии – минимум пришелся на период с низким уровнем грунтовых вод – мера неопределенности Шеннона составила 1,978. По доле участия в ПП также имеются различия: луговые — 0,01–0,15; лугово-болотные – 0,01–0,21; пески – 0,17–0,24; солончаки и солонцы-солончаки – 0,09–0,29; каштановые – 0,33–0,47. Самое высокое долевое участие отмечено для каштановых почв. Самое низкое приходится на луговые почвы, что характерно для экотонов – переходных зон. В ранее проведенных исследованиях почв равнин Дагестана именно луговые почвы являются переходной стадией почвообразования от гидроморфной к автоморфной [9] в сторону образования лугово-каштановых почв в результате дивергенции процессов миграции, что выражается в разнице запасов солей между нисходящими и восходящими растворами [10].

Наряду с анализом обзорных карт за многолетний отрезок времени экотонный характер луговых почв подтверждается также и исследованиями ПП в детальном масштабе в центральной части су-хоречья р. Кума. Исследования были проведены в 1990, 2011, 2018 гг.

В профиле светло-каштановой почвы с 1990 по 2018 г. произошло снижение засоления, в составе солей повысилась доля сульфатов. На солончаках и солонцах-солончаках изменения были незначи-тельные, что подтвердилось размахом значений от 0,50 до 0,58 %. На луговых засоленных почвах (по классификации 1977 г.) и солончаке отмечается максимум в 2011 г., хотя 2011 год в целом более влажный по сравнению с 1990 г. Максимум засоления соотносится с локальным повышением грун-товых вод и более жарким летом в 2011 г. В 1990 г. температуры составили + 18,4 ... +26,6 (июнь), +19,5 ... +28,9 (июль); в 2011 г. + 22,1 ... +26,9 (июнь); +25 ... + 31,5 (июль).

**Таблица 2.** Средневзвешенное содержание плотных остатков солей, хлор- и сульфат-ионов в полуметровых тол-щах почв

Почвенные разрезы	Плотный остаток, %	Хлор-ионы, мг/экв.	Сульфат-ионы, мг/экв.	Степени засоления
Р.1, К1	0,64 / 0,54 / 0,135	1,98 / 3,58 / 1,138	7,65 / 5,71 / 0,24	с/ср/сл
Размах	0,51	2,44	7,41	
Р.9, Лг	0,93 / 3,05 / 2,75	1,95 / 19,9 / 21,45	11,64 / 26,76 / 21,22	с/о.с/о.с
Размах	<b>2,1</b>	<b>19,50</b>	<b>15,12</b>	
Р.7, СнСк	2,47 / 2,12 / 1,89	24,56 / 18,36 / 20,34	14,98 / 12,71 / 9,71	о.с/о.с/о.с
Размах	0,58	6,2	5,27	
Р.10, Ск	1,83 / 2,33 / 2,104	14,64 / 20,94 / 26,71	13,43 / 15,98 / 13,90	о.с/о.с/о.с
Размах	0,50	12,07	2,55	

Условные обозначения: К1 – светло-каштановая почва; Лг – луговая; СнСк – солонец-солончак; Ск – солончак.

Самый большой размах значений пришелся на луговые почвы, что указывает на высокую дина-мичность солевых растворов в почвенном покрове.

К лету 2018 г. засоление на солончаках и солонцах понизилось незначительно, в 2021, 2022 гг. на корковых солончаках корочки заменились на мелкозем, что при ветре выносятся с поверхности почв, солончаки претерпели изменения на уровне вида – солончаки корковые перешли в солончаки пухлые.

### Заключение

Анализ обзорных почвенных карт выявил влияние изменения климата на состав почвенного по-крова, его разнообразие. Со снижением уровня Каспийского моря и уровня грунтовых вод снизи-лось почвенное разнообразие, повысилось участие почв зонального ряда. С повышением уровня моря повысилось почвенное разнообразие, в составе ПП выросла доля солонцов-солончаков. Для луговых почв отмечено самое низкое доленое участие в почвенном покрове низменности и самый большой размах значений солей в профилях, что характерно для переходных зон.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Зонн С.В. Почвенная карта плоскостной части Дагестана (1:500 000). Материалы к составлению плана использования водных ресурсов ДАССР. 1931.
2. Керимханов С.У. Почвенная карта Дагестана (1:600 000). Махачкала, 1977.
3. Почвенная карта Дагестанской АССР: 1987 / Гос. агропром. ком. РСФСР; Всерос. произв. проект. об-ние по использ. зем. ресурсов; Сев.-Кавказ. гос. проект. ин-т по землеустройству; сост. М.П. Левшаковым

[и др.]; отв. ред. Э.Н. Молчанов; науч. консультант Г.В. Добровольский; сост. и подгот. к печати Тбилисской картогр. ф-кой в 1989 г.; ред.: И.А. Гогоберишвили, О.А. Халачян. М.: ГУГК, 1990. 4 л.

4. Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р. [и др.]. Почвенная карта Республики Дагестан (1:400 000). 2011 // Фонд ДФИЦ РАН.

5. Можарова Н.В., Федоров К.Н. Эволюция почвенных мезоструктур аккумулятивно-морской равнины Терско-Кумской низменности // Биологические науки. 1990. № 2. С. 15–20.

6. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 319 с.

7. Глобальный климат и почвенный покров – последствия для землепользования России / А.Л. Иванов, И.Ю. Савин, В.С. Столбовой, Ю.А. Духанин, Д.Н. Козлов, И.М. Баматов // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. М., 2021. Вып. 107. С. 5–32.

8. Физическая география Дагестана. М.: Школа, 1996. 381 с.

9. Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 247 с.

10. Залибеков З.Г., Галимова У.А. Общие закономерности миграционной динамики легкорастворимых солей в основных типах почв Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 4 (44). С. 5–14. EDN NAXPCL.

Поступила в редакцию 16.09.2022 г.

Принята к печати 26.12.2022 г.

*Гасанова Зарема Уллубиевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук; e-mail: zgasanova@list.ru*

*Zarema U. Gasanova, Candidate of Biology, senior researcher, Precaspian Institute of Biological Resources, Daghestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: zgasanova@list.ru*