

Естественные науки. 2022. № 2 (7). С. 46–67.

Yestestvennyye nauki = Natural Sciences. 2022; no. 2(7):46–64 (In Russ.).

Научная статья

УДК 631.52(470.67)

doi 10.54398/1818507X_2022_2_46

О СЕЗОННОЙ ДИНАМИКЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

*Азиева Джамилат Серажутдиновна¹, Гаджиев Ислам Русланович²,
Биарсланов Ахмед Бийсолтанович³✉, Абдурашидова Писай
Абдурашидовна⁴, Желновакова Виктория Анатольевна⁵*

^{1,2}Лаборатория комплексных исследований природных ресурсов
Западно-Каспийского региона Дагестанского ФИЦ РАН,
Махачкала, Дагестан, Россия

^{3–5}Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского
ФИЦ РАН, Махачкала, Дагестан, Россия; Институт геологии
Дагестанского ФИЦ РАН, Махачкала, Дагестан, Россия

³dncran@mail.ru✉

Аннотация. Исследования почвенного покрова Терско-Кумской низменности, расположенного в северной части Республики Дагестан, показали специфичность и разнообразие биологического засоления различного по степени и по типу. Изучение процессов динамики солей в почвенном покрове по сезонным аспектам даёт возможность выявления механизмов регулирующих состояние почвенного покрова. Естественное содержание солей в почве и их биологическое разнообразие связано с природой генезиса и во многом зависит от антропогенной деятельности человека. На участке территории Кочубейской биосферной станции и береговой полосе Кизлярского залива заложены основные разрезы с морфологическим описанием генетических горизонтов и отбором почвенных и растительных образцов. Территория исследуемого региона условно разделена на две части: 1) континентальная часть с высотными отметками выше нулевых значений до плюс 100 м относительно уровня мирового океана; 2) приморская — береговая полоса, расположенная в зоне с минусовыми отметками от нуля до минус 28 м ниже уровня океана. Почвенный покров соответственно представлен рядами автоморфного и гидроморфного типов формирования светло-каштановых, лугово-каштановых, лугово-болотных почв, солончаков, засоленных и деградированных в разной степени. На континентальной и приморской частях расположены полигоны, представленные ключевыми площадками. На каждой ключевой площадке заложены разрезы, проведены морфологические описания генетических горизонтов, геоботанические описания численности видов и величины надземной продукции, уточнены географические координаты. В результате проведённых исследований установлено, незначительное засоление светло-каштановых почв, где количество солей по профилю колеблется 0,070–0,188 % весной до 0,106–0,178 % летом. Наличие солевых максимумов солей в профиле солончака типичного свидетельствует о длительных процессах засоления — рассоления (2,894 % — на глубине 25–35 см, 2,366 — 50–60 см). Лугово-болотную поч-

ву отличает неоднородность засоления по профилю. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте и пониженное в нижних частях профиля. Что связано с грунтовым увлажнением водами Каспия и в результате выпотного режима. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте происходит за счёт хлоридов, Степень засоления лугово-болотной почвы очень сильная, тип — сульфатно-хлоридный. По данным водной вытяжки образцов солончака бугристого необходимо отметить сезонную динамику содержания сухого остатка солей в верхнем горизонте 0–10 см 0,382–3,880 % (весна-лето) и незначительное понижение осенью до 3,298 %. Высокое содержание солей наблюдается по всему профилю, тип засоления сульфатно-хлоридный. Характеристика засоления легкорастворимыми солями по профилю почвы не однородны.

Ключевые слова: почвенный покров, засоление, динамика солей, содержание солей, водная вытяжка, хлориды

Для цитирования: Азиева Д. С., Гаджиев И. Р., Биарсланов А. Б., Абдурашидова П. А., Желновакова В. А. О сезонной динамике засоления почв Терско-Кумской низменности // *Естественные науки*. 2022. № 2 (7). С. 46–64. https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_2_46.

ON THE SEASONAL DYNAMICS OF SOIL SALINATION IN THE TERSK-KUM LOWLAND

*Azieva Jamilat S.¹, Gadzhiev Islam R.², Biarslanov Ahmed B.^{3✉},
Abdurashidova Pisay A.⁴, Zhelnovakova Victoria A.⁵*

^{1,2}Laboratory for Comprehensive Research of Natural Resources
of the Western Caspian Region of the Dagestan Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Dagestan, Russia

^{3–5}Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan FRC RAS,
Makhachkala, Dagestan, Russia; Institute of Geology of the Dagestan
FRC RAS, Makhachkala, Dagestan, Russia

³dncran@mail.ru✉

Abstract. The studies of the soil cover of the Tersko-Kuma lowland, located in the northern part of the Republic of Dagestan, showed the specificity and diversity of biological salinization of various degrees and types. The study of the processes of salt dynamics in the soil cover according to seasonal aspects makes it possible to identify the mechanisms that regulate the state of the soil cover. The natural content of salts in the soil and their biological diversity is associated with the nature of the genesis and largely depends on human anthropogenic activity. On the site of the territory of the Kochubey biosphere station and the coastal strip of the Kizlyar Bay, the main sections with a morphological description of genetic horizons and the selection of soil and plant samples were laid. The territory of the region under study is conditionally divided into two parts: 1) the continental part with elevations above zero up to plus 100 m relative to the world ocean level; 2) seaside — a coastal strip located in an area with minus marks from zero to minus 28 m below sea level. The soil cover, respectively, is represented by rows of automorphic and hydromorphic types of formation of light chestnut, meadow chestnut, meadow marsh soils, solonchaks, saline and degraded to varying degrees. On the continental and coastal parts, there are polygons represented by key sites. At each key site, sections were laid, morphological descriptions of genetic horizons, geobotanical descriptions of the abundance of species and the magnitude of aboveground production were carried out, and geographical coordinates were refined. As a result of the research, it was established that light-chestnut soils are slightly salinized, where the amount of salt along the profile varies

from 0.070–0.188% in spring to 0.106–0.178% in summer. The presence of salt maxima of salts in the profile of a typical solonchak indicates long-term processes of salinization - desalinization (2.894% — at a depth of 25–35 cm, 2.366 — 50–60 cm). The meadow-marsh soil is distinguished by the heterogeneity of salinity along the profile. Increased salt content in the upper horizon and reduced in the lower parts of the profile. What is connected with ground moistening by the waters of the Caspian Sea and as a result of the effusion regime. The increased salt content in the upper horizon is due to chlorides. The degree of salinity of the meadow-marsh soil is very strong, the type is sulfate-chloride. According to the water extract of samples of the solonchak hummocky, it is necessary to note the seasonal dynamics of the content of dry salt residue in the upper horizon 0–10 cm 0.382—3.880 % (spring-summer) and a slight decrease in autumn to 3.298 %. A high salt content is observed throughout the profile, the type of salinity is sulfate-chloride. Characteristics of salinization with easily soluble salts along the soil profile are not uniform.

Keywords: soil cover, salinity, salt dynamics, salt content, water extract, chlorides

For citation: Azieva D. S., Gadzhiev I. R., Biarslanov A. B., Abdurashidova P. A., Zhelnovakova V. A. On the seasonal dynamics of soil salinization in the Terek-Kuma Lowland. *Yestestvennye nauki = Natural Sciences*. 2022; no. 2(7):46–64. https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_2_46.

Введение. Исследования почвенного покрова Терско-Кумской низменности, расположенного в северной части Республики Дагестан, показали специфичность и разнообразие биологического засоления различного по степени и типу. Изучение процессов динамики солей в почвенном покрове по сезонным аспектам даёт возможность выявления механизмов регулирующих состояние почвенного покрова. Имеющийся опыт и дальнейшее изучение процессов почвенного засоления во времени и пространстве имеет большое значение в системе рационального распределения и агропромышленного использования почвенных ресурсов аридных регионов Юга России. Естественное содержание солей в почве и их биологическое разнообразие связано с природой генезиса и во многом зависит от антропогенной деятельности человека.

Почвенный покров дельтовых районов Западного Прикаспия, куда входит и территория Терско-Кумской низменности, формировался в сложной природной ситуации, процессы почвообразования протекали с характерным для данного региона соленакоплением [2, 11–13, 23–25].

В целом засоленные почвы на территории Российской Федерации распространены в регионах Западной Сибири, Среднем и Нижнем Поволжье, Прикаспийской низменности и в Северо-Восточном Предкавказье. Касательно засоленных почв на юге России, то они занимают площади около 17 000 тыс. га, т. е. 10 % площадей сельскохозяйственных угодий.

В своих трудах [23] Терско-Кумскую низменность относит к району с высоким содержанием солей. При рассмотрении гранулометрического профиля от уреза воды вглубь материка можно отметить в качестве закономерностей засоления — градацию от глинистых до супесчаных формирований и снижением типа и степени засоления.

Изучение сезонной динамики солей в почвенном покрове при всей своей обоснованной концепции является малоизученной областью в почвоведении. Исследования данного вопроса проводились дагестанскими учёными [1, 4, 8, 16, 21].

В материалах почвенных исследований равнинной зоны Дагестана [11, 12, 14, 18] процессы засоления почв характеризуются по летнему или осеннему максимуму содержания солей. При этом максимальное соленакопление наблюдается в слое 0–30 см, где порог токсичности значительно превышает концентрацию, переносимую культурными растениями. Однако в зависимости от сезона в содержании, составе и токсичности солей по отдельным горизонтам наблюдаются значительные различия. Оценку этих различий мы провели, используя общепринятые методы по суммарному эффекту токсичных солей. При этом учитывалась и классификация, разработанная для засоленных почв дельты Терека [6]. Динамика солей позволяет отразить различное состояние растительного покрова, дельтовых экосистем, обладающих высокой биологической продуктивностью [15].

В качестве критериев сезонной миграции солей приняты параметры (весна — апрель, лето — июль, осень — сентябрь) распределения количественно-качественных их показателей и различия в видовом составе разновременных синузид растительного покрова. В основу их характеристики положены сезонные стадии развития растений и метеорологические факторы, связанные с количеством атмосферных осадков [5, 20, 26–28].

Объект исследования. Площадь почвенного покрова Терско-Кумской низменности составляет чуть более 1,5 млн га Северного Дагестана и расположена в пределах юго-западного сектора Прикаспийской низменности. Рельеф представлен слабонаклонной на север и северо-восток дельтово-аллювиальной равниной, прибрежная полоса подвергается циклически повторяющимся процессам затопления-иссушения. Поверхность характеризуется бессточным рельефом изрезанными сухими руслами рек и элементами микрорельефа. Высотные отметки меняются в пределах от минус 28 м в береговой зоне до плюс 100 м в континентальной части низменности, представленная слабоволнистой со слабовозвышенными блюдцеобразными понижениями. Грунтовые воды минерализованы в разной степени, уровень их залегания повышается по мере приближения к береговой полосе в пределах 0,2–1,5 м [3, 7, 9, 10].

Характерной чертой региона исследования является полупустынный климат, степная галофитная растительность и незначительный уклон местности в северном направлении в сторону Каспийского моря.

Методы исследования. Территория исследуемого региона условно разделена на две части: 1) континентальная часть с высотными отметками выше нулевых значений до плюс 100 м относительно уровня мирового океана; 2) приморская — береговая полоса, расположенная в зоне с минусовыми отметками от нуля до минус 28 м ниже уровня моря. Почвенный покров соответственно представлен рядами автоморфного и гидроморфно-

го типа формирования светло-каштановых, лугово-каштановых, лугово-болотных почв, солончаков, засоленных и деградированных в разной степени (рис. 1).

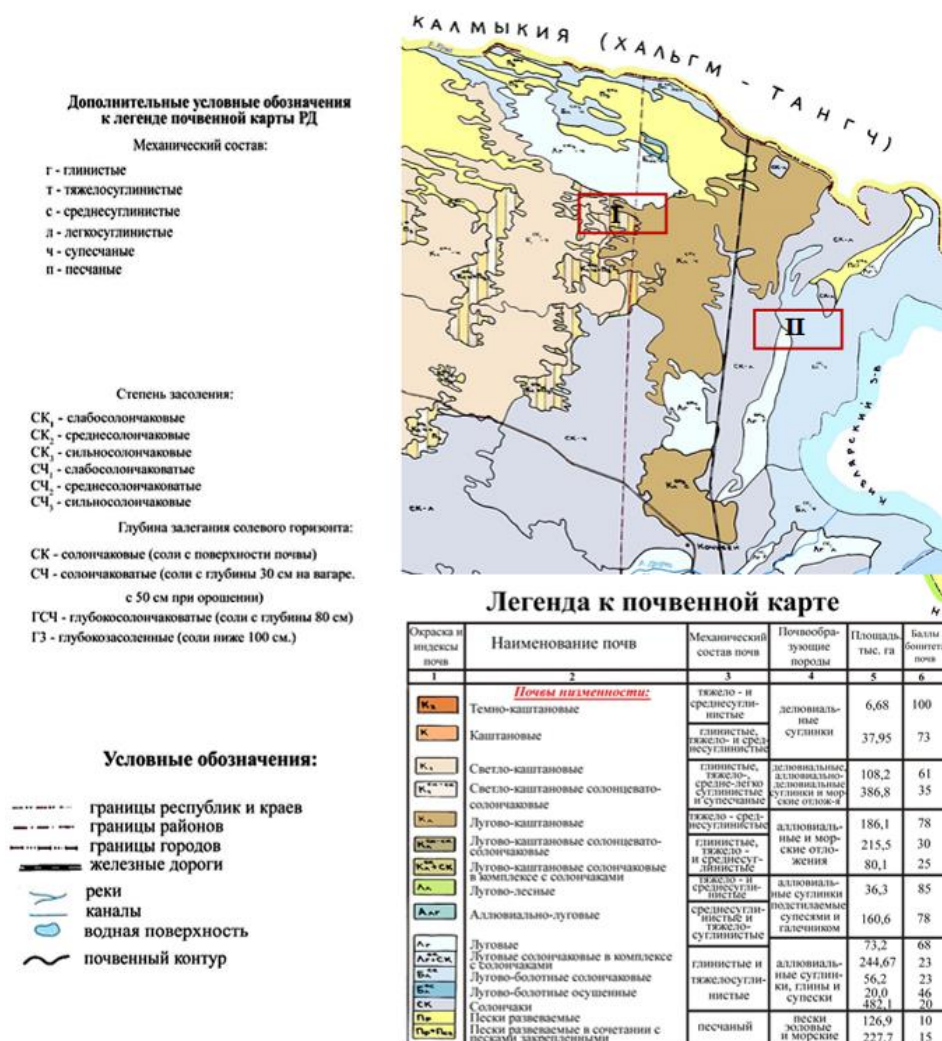


Рисунок — Фрагмент почвенной карты Республики Дагестан. М. 1 : 200000 (составители: З. Г. Залибеков, М. А. Баламирзоев, Э. М.-Р. Мирзоев, 2005 г.). I, II — полигоны исследования: I — континентальная часть Терско-Кумской низменности (Кочубейская биосферная станция); II — прибрежная полоса Кизлярского залива (территория заповедника «Дагестанский»)

На континентальной (1) и приморской (2) частях расположены полигоны, представленные ключевыми площадками. На каждой ключевой площадке заложены разрезы, проведены морфологические описания генетических горизонтов, геоботанические описания численности видов и величины надземной продукции, уточнены географические координаты.

Химические анализы почв проведены по методике Аринушкиной. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом в трёхкратной повторности. Физические анализы почв проводились по методике Вадюниной и Корчагиной.

Методика полевых работ выполнена по общепринятой методике и основывалась на рекомендациях к проведению фитоценологических исследова-

дований (Джалалова, Загидова, 2007) [17, 22, 24]. Изучение растительности проводили по сезонам — весна, лето, осень с закладкой геоботанических площадок 10 м × 10 м, взятием укосных образцов (0,25 м²) в восьмикратной повторности. На каждой площадке учитывали общее проективное покрытие почвы растительностью, определяли фазы вегетации, высоту растений и их обилие по шкале Друде, жизненное состояние видов и видовое разнообразие. Укосные образцы разбирали по агроботаническим группам: злаки, бобовые, разнотравье, высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали для определения величины надземной фитомассы.

Результаты исследования и их обсуждение. Основной составляющей почвенного покрова исследуемой ключевой площадки составляют светло-каштановые почвы, солончаки и заросшие пески. Как было сказано выше на данном участке (территория Кочубейской биосферной станции) заложены три основных разреза с морфологическим описанием генетических горизонтов и отбором почвенных и растительных образцов.

По данным водной вытяжки, в частности, по величине сухого остатка, необходимо отметить значительное снижение содержания солей по всему профилю: 0,986–3,006 % – 2018 г. (весна) и 0,254–2,894 % – в 2019 г. (табл. 1).

По количеству содержания солей обращает на себя внимание то, что в почве имеется несколько солевых максимумов: 2,894 % — на глубине 25–35 см, 2,366 — 50–60 см (табл. 1). Подобное распределение солей даёт возможность сделать предположение, что почва переживала процессы миграции солей, сопровождающиеся длительным засолением — рассолением, что и отразилось на формировании солевого профиля. Высокая контрастность в засолении почвенного профиля, определяемая несколькими максимумами значений солей, свидетельствует о том, что на данной территории периодическое снижение и повышение грунтовых вод способствовало, соответственно, усилению или ослаблению степени дренирования района в целом.

В случае с поднятием грунтовых вод процесс рассоления данной территории замедлялся или шёл вспять, большие количества солей задерживались на той глубине, на которой их заставлял данный процесс. Степень засоления по всему профилю, кроме горизонта 0–10 см, очень сильная, тип засоления преимущественно сульфатно-хлоридный.

Содержание хлоридов по всему профилю значительное, количество их составляет 1,00–20,60 мг/экв. При этом до 36 см хлориды преобладают над сульфатами. Максимальное скопление хлоридов наблюдается в средней части почвенного профиля на глубине 36–46 и 62–72 см.

Таблица 1

Результаты анализа водной вытяжки образцов солончака типичного

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	СГ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Ca ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	K ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-106 27.04.19 г. КБС	0–10	0,254	0,238	0,88 0,053	1,00 0,035	1,62 0,078	1,00 0,020	0,50 0,006	2,00 0,046
	25–35	2,894	0,875	0,84 0,05	8,40 0,294	5,68 0,272	6,50 0,130	5,00 0,050	3,42 0,078
	50–60	2,366	2,317	0,30 0,018	18,40 0,644	18,76 0,901	17,50 0,350	5,00 0,050	14,96 0,344
Лето									
Р-106 03.08.19 г.	0–10	0,390	0,456	0,32 0,019	6,00 0,035	1,35 0,065	1,00 0,020	1,00 0,012	5,67 0,130
	20–30	1,224	1,199	0,34 0,020	11,80 0,413	6,58 0,316	2,00 0,040	4,00 0,048	12,72 0,292
	36–46	1,536	1,476	0,28 0,017	20,60 0,721	4,79 0,230	7,00 0,140	5,50 0,066	13,14 0,302
	62–72	2,560	2,467	0,24 0,014	18,18 0,658	20,17 0,961	6,00 0,120	4,50 0,054	28,71 0,660
Осень									
Р-106 26.10.19 г.	0–10	0,268	0,286	0,52 0,031	2,80 0,098	2,12 0,102	1,00 0,020	1,00 0,012	2,44 0,023
	20–30	1,112	1,017	0,84 0,051	11,40 0,399	4,35 0,209	0,50 0,010	2,00 0,024	14,09 0,324
	36–46	2,125	2,249	0,32 0,019	15,20 0,532	20,14 0,967	7,50 0,150	6,00 0,072	22,16 0,509
	62–72	2,268	2,272	0,20 0,012	16,60 0,476	22,37 1,074	13,00 0,260	7,50 0,090	15,67 0,360

Общая щёлочность в солончаках типичных по сравнению с другими почвами несколько меньше, что находится в соответствии со степенью засоления, наиболее засоленные почвы имеют обычно умеренную щёлочность.

В летний период (табл. 1) в верхней толще соотношение солей меняется в пользу хлоридов ($Cl^- / SO_4^{2-} = 6,00-1,35$ летом, $1,00-1,62$ весной). Тип засоления сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный. Степень засоления сильная и очень сильная. Кислотность меняется от нейтральной в верхней десятисантиметровой толще до слабощелочной вниз по профилю: рН почвенной пасты = $7,5-8,0$.

Осенью соотношение солей меняется в пользу хлоридов (табл. 1). Степень засоления сильная и очень сильная. В верхней десятисантиметровой толще отмечается снижение значения сухого остатка почти в полтора раза ($0,268\%$ — осенью, $0,390\%$ — летом), что вероятно связано с усиленной ветровой эрозией из-за перевыпаса.

Светло-каштановые. Данный тип почвы в наших исследованиях представлен разрезом № 107. Данные анализов водных вытяжек позволяют отметить достаточно высокую степень засоления светло-каштановых почв. По содержанию легкорастворимых солей почва развивается по направлению солончакового типа, где количество солей по профилю колеблется $0,090-0,474\%$ (табл. 2).

Тип засоления преимущественно хлоридно-сульфатный, в летний и осенний периоды степень засоления слабая (табл. 2). В летний период ниже 50 см степень засоления поднялась до средней. Присутствие гипса маловероятно (Ca^{2+} не превышает $1,75$ мг/экв.).

Разрез № 108 представляет светло-каштановую почву. Данные анализов водных вытяжек позволяют отметить относительно невысокую степень засоления. По содержанию легкорастворимых солей почва развивается по направлению солончакового типа, где количество солей по профилю колеблется от $0,070-0,188\%$ весной до $0,106-0,178\%$ летом (табл. 3).

Осенние показатели находятся несколько ниже (табл. 3). Степень засоления слабая и средняя. Тип засоления — хлоридно-сульфатный.

Рассматривая результаты приведённых анализов водных вытяжек лугово-болотных почв (табл. 4), можно отметить неоднородность засоления по профилю, повышенное содержание солей в верхнем горизонте и пониженное в средней и нижней частях профиля в летний и осенний периоды (табл. 4). Это связано с грунтовым увлажнением водами Каспия в результате выпотного режима. В гумусовом горизонте сухой остаток водных вытяжек достигает $5,448\%$. Ниже его количество уменьшается. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте происходит за счёт хлоридов. В верхнем горизонте максимальная величина достигает $54,00$ мг/экв. Летом и осенью в верхней десятисантиметровой толще отмечается активное засоление, при этом сухой остаток в $1,5-2,0$ раза выше, чем в нижележащих горизонтах. Гипс присутствует: $SO_4^{2-} > Ca^{2+} > 3,5$ мг/экв. (табл. 4).

Результаты анализа водной вытяжки образцов светло-каштановой почвы

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	Сl ⁻ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Ca ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	K ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-107 28.04.19 г.	0–12	0,09	0,131	0,20 0,012	0,20 0,007	1,542 0,074	1,25 0,025	0,25 0,003	0,442 0,010
	18–28	0,124	0,179	0,56 0,034	0,30 0,010	1,800 0,086	1,00 0,020	0,75 0,009	0,910 0,020
	38–48	0,134	0,204	0,64 0,039	0,60 0,021	1,714 0,082	1,00 0,020	0,25 0,003	1,704 0,039
	66–76	0,474	0,561	0,42 0,025	5,60 0,196	3,257 0,156	1,25 0,025	2,25 0,027	5,777 0,132
Лето									
Р-107 03.08.19 г.	0–12	0,164	0,127	0,04 0,002	0,40 0,014	1,62 0,078	1,00 0,020	1,00 0,012	0,06 0,001
	18–28	0,106	0,114	0,32 0,019	0,40 0,014	0,942 0,045	1,50 0,030	0,50 0,006	—
	38–48	0,172	0,135	0,44 0,027	1,00 0,035	0,685 0,033	1,25 0,025	1,25 0,015	—
	66–76	0,384	0,422	0,46 0,028	4,00 0,140	2,48 0,119	1,75 0,035	1,75 0,021	3,44 0,079
Осень									
Р-107 27.10.19 г.	0–12	0,074	0,073	0,20 0,011	0,20 0,007	0,66 0,032	0,50 0,010	1,00 0,012	0,06 0,001
	18–28	0,088	0,092	0,40 0,024	0,20 0,007	0,77 0,037	0,50 0,010	0,50 0,006	0,37 0,008
	38–48	0,160	0,153	0,66 0,040	0,80 0,028	0,93 0,045	1,00 0,020	1,00 0,012	0,39 0,008
	66–76	0,190	0,184	0,40 0,024	1,20 0,042	1,35 0,065	1,00 0,020	1,00 0,012	0,95 0,021

Таблица 3

Результаты анализа водной вытяжки образцов светло-каштановой супесчаной мощной солончаковой почвы

Разрез, дата	Глуби- на, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	Сl ⁻ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Ca ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	K ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-108 28.04.19 г.	0–10	0,07	0,126	0,16 0,009	0,30 0,010	1,457 0,069	1,00 0,020	0,25 0,003	0,667 0,015
	20–30	0,188	0,270	0,80 0,048	0,30 0,010	2,828 0,135	1,50 0,030	0,75 0,009	1,678 0,038
	40–50	0,144	0,216	0,44 0,026	0,70 0,024	1,457 0,069	1,75 0,035	0,25 0,003	0,59 0,059
	62–72	0,168	0,427	0,56 0,034	1,00 0,035	1,971 0,094	1,50 0,030	0,50 0,006	1,531 0,035
Лето									
Р-108 03.08.19 г.	0–10	0,106	0,101	<u>0,28</u> 0,015	<u>0,40</u> 0,014	<u>0,97</u> 0,047	<u>0,50</u> 0,010	<u>1,00</u> 0,012	<u>0,15</u> 0,003
	20–30	0,136	0,116	<u>0,32</u> 0,019	<u>0,89</u> 0,014	<u>1,85</u> 0,041	<u>1,00</u> 0,020	<u>1,00</u> 0,012	<u>0,57</u> 0,013
	40–50	0,172	0,165	<u>0,28</u> 0,017	<u>0,20</u> 0,042	<u>2,27</u> 0,051	<u>1,00</u> 0,020	<u>2,00</u> 0,024	<u>0,75</u> 0,017
	62–72	0,178	0,171	<u>0,30</u> 0,018	<u>1,00</u> 0,035	<u>1,43</u> 0,069	<u>1,00</u> 0,020	<u>1,50</u> 0,018	<u>0,23</u> 0,006
Осень									
Р-108 27.10.19 г.	0–10	0,076	0,075	0,14 0,008	0,20 0,007	1,08 0,047	0,50 0,010	0,50 0,006	0,32 0,007
	20–30	0,090	0,093	0,42 0,025	0,20 0,007	1,77 0,037	0,50 0,010	0,50 0,006	0,39 0,008
	40–50	0,098	0,109	0,50 0,030	1,00 0,035	0,66 0,032	0,50 0,010	0,50 0,006	1,16 0,026
	62–72	0,102	0,099	0,44 0,026	0,40 0,014	0,66 0,032	0,50 0,010	0,50 0,006	0,50 0,011

Таблица 4

Результаты анализа водной вытяжки образцов лугово-болотной тяжелосуглинистой карбонатной почвы

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	Сl ⁻ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Ca ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	K ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-501 28.04.19 г. КБС	0–10	1,848	2,058	0,32 0,019	7,00 0,245	24,08 1,156	11,50 0,23	4,50 0,054	15,40 0,354
	15–25	2,160	1,956	0,26 0,015	15,60 0,546	15,77 0,757	7,50 0,15	6,00 0,072	18,13 0,416
	35–45	2,749	2,549	0,140 0,008	24,00 0,84	17,657 0,851	8,00 0,16	7,50 0,090	22,04 0,506
	65–75	2,100	1,914	0,16 0,009	17,70 0,619	13,37 0,641	6,00 0,12	5,00 0,060	20,23 0,465
Лето									
Р-501 03.08.19 г.	0–10	5,128	4,683	0,24 0,015	43,00 1,505	34,37 1,650	11,75 0,235	20,75 0,249	44,74 1,029
	15–25	2,030	2,880	0,12 0,100	32,00 1,120	16,77 0,757	6,00 0,120	7,50 0,090	34,39 0,790
	35–45	2,384	2,561	0,14 0,008	27,20 0,952	15,25 0,732	5,50 0,110	8,50 0,102	28,59 0,657
	65–75	1,514	1,608	0,20 0,012	15,60 0,546	10,71 0,514	3,50 0,070	5,50 0,066	17,51 0,400
Осень									
Р-501 27.10.19 г.	0–10	5,448	5,608	0,36 0,021	54,00 1,890	38,82 1,864	13,50 0,270	24,50 0,294	55,18 1,269
	15–25	2,456	2,611	0,24 0,014	22,60 0,791	18,41 0,884	5,00 0,100	1,00 0,012	35,25 0,810
	35–45	2,360	2,579	0,24 0,014	23,80 0,833	18,76 0,901	5,00 0,100	12,50 0,150	25,30 0,581
	65–75	1,884	1,912	0,26 0,015	18,60 0,651	12,85 0,617	4,00 0,080	8,00 0,096	19,71 0,453

Как видно по данным таблицы 4, общая щёлочность (HCO_3) по всему почвенному профилю колеблется в пределах от 0,008 до 0,100 %, что далеко от критического 0,08 %. Наибольшая величина её наблюдается на глубине 0–10 см, что составляет 0,015–0,021 %. Степень засоления лугово-болотной почвы очень сильная, тип — сульфатно-хлоридный.

Весной и летом в верхней толще (А+В) сухой остаток примерно одинаков — 1,170–1,444, в летнее время повышается участие сульфатов. В составе легкорастворимых солей нижнего горизонта (> 30 см) весной и осенью преобладают хлориды (табл. 5).

По соотношению катионов главная роль в солончаках по всему почвенному профилю принадлежит щелочам (Na, K), независимо от степени засоления. Весной и осенью степень засоления очень сильная, тип засоления преимущественно сульфатно-хлоридный. Летом степень засоления сильная, тип засоления — сульфатно-хлоридный.

По данным анализа водной вытяжки необходимо отметить сезонную динамику содержания сухого остатка солей в верхнем горизонте 0–10 см 0,382–3,880 % (весна-лето, табл. 6) и незначительное понижение осенью до 3,298 %. Высокое содержание солей наблюдается по всему профилю, тип засоления — сульфатно-хлоридный.

Характер засоления легкорастворимыми солями по профилю почвы неоднородный. Описание и обзор анализа данных водной вытяжки выполнен на основании методического пособия для чтения результатов химических анализов [19].

Таблица 5

Результаты анализа водной вытяжки образцов солончака лугового

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	Сl ⁻ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Са ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	К ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-500 28.04.19 г.	0–10	0,398	0,409	0,84 0,051	3,00 0,105	2,56 0,123	2,00 0,040	1,00 0,012	3,40 0,078
	15–25	0,604	0,580	0,50 0,030	2,40 0,084	5,83 0,284	2,50 0,050	1,00 0,012	5,23 0,120
	30–40	2,036	1,857	0,24 0,014	15,40 0,539	14,81 0,711	10,00 0,200	7,00 0,084	13,45 0,309
	50–60	1,156	1,061	0,22 0,013	10,00 0,350	7,26 0,349	6,50 0,130	2,00 0,024	8,50 0,195
Лето									
Р-500 02.08.19 г. Б.К.	0–10	1,382	1,442	0,30 0,018	18,80 0,658	5,73 0,275	4,50 0,090	6,00 0,072	14,31 0,329
	15–25	1,280	1,180	0,26 0,015	12,20 0,427	6,25 0,300	6,00 0,120	6,50 0,078	6,13 0,140
	30–40	1,286	1,249	0,20 0,011	13,00 0,455	7,95 0,382	4,50 0,090	6,50 0,078	10,15 0,233
	50–60	0,898	0,810	0,18 0,010	7,40 0,259	6,66 0,320	3,50 0,070	4,50 0,054	4,24 0,097
Осень									
Р-500 27.10.19 г. Сол. бугр	0–10	3,298	3,068	0,26 0,015	33,00 1,155	18,24 0,876	10,00 0,200	12,00 0,144	29,50 0,678
	16–26	3,886	3,630	0,32 0,019	32,40 1,134	27,16 1,304	13,00 0,260	15,00 0,180	31,88 0,733
	40–50	3,094	4,199	0,24 0,014	37,60 1,316	30,32 1,456	14,00 0,280	16,50 0,198	40,66 0,935
	65–75	3,426	3,732	0,20 0,011	33,80 1,183	27,68 1,329	14,50 0,290	13,00 0,156	33,18 0,763

Таблица 6

Результаты анализа водной вытяжки образцов бугристого солончака легкосуглинистого. Апрель 2019 г.
Нижняя часть сухой протоки

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток	Сумма солей, %	НСО ₃ ⁻ мг/экв., %	Сl ⁻ мг/экв., %	SO ₄ ²⁻ мг/экв., %	Ca ²⁺ мг/экв., %	Mg ²⁺ мг/экв., %	K ⁺ +Na ⁺ мг/экв., %
Весна									
Р-505 28.04.19 г.	0–10	0,382	0,318	0,32 0,019	3,40 0,119	1,54 0,074	1,00 0,20	1,00 0,112	3,26 0,074
	16–26	2,742	2,584	0,30 0,018	21,60 0,756	19,62 0,942	14,00 0,280	4,00 0,048	28,52 0,540
	40–50	3,228	3,060	0,24 0,014	27,40 0,959	21,93 1,053	17,00 0,340	5,00 0,060	27,57 0,634
	65–75	2,820	2,924	0,16 0,009	24,80 0,868	22,10 1,061	19,00 0,380	3,50 0,042	24,50 0,564
Лето									
Р-505 02.08.19 г.	0–10	3,880	3,889	<u>0,28</u> 0,017	<u>39,20</u> 1,372	<u>24,41</u> 1,172	<u>8,50</u> 0,170	<u>10,50</u> 0,126	<u>44,89</u> 1,032
	16–26	3,685	3,575	<u>0,30</u> 0,018	<u>36,80</u> 1,288	<u>21,40</u> 1,102	<u>13,50</u> 0,270	<u>12,50</u> 0,150	<u>32,50</u> 0,747
	40–50	3,042	2,879	<u>0,24</u> 0,014	<u>28,40</u> 0,994	<u>18,90</u> 0,921	<u>9,00</u> 0,180	<u>10,50</u> 0,126	<u>28,04</u> 0,644
Осень									
Р-505 27.10.19 г. Сол. бугр	0–10	3,298	3,068	0,26 0,015	33,00 1,155	18,24 0,876	10,00 0,200	12,00 0,144	29,50 0,678
	16–26	3,886	3,630	0,32 0,019	32,40 1,134	27,16 1,304	13,00 0,260	15,00 0,180	31,88 0,733
	40–50	3,094	4,199	0,24 0,014	37,60 1,316	30,32 1,456	14,00 0,280	16,50 0,198	40,66 0,935
	65–75	3,426	3,732	0,20 0,011	33,80 1,183	27,68 1,329	14,50 0,290	13,00 0,156	33,18 0,763

Выводы. Изучение сезонной миграции подтверждают выводы З. К. Гасановой: «наименее динамичными себя показали светло-каштановые почвы на мезоповышениях, наиболее динамичными — солончаки на контрастных двухчленных отложениях и подчинённые солонцы-солончаки на равнине» [5].

По количеству содержания солей солончака типичного обращает на себя внимание то, что в почве имеется несколько солевых максимумов 2,894 % — на глубине 25–35 см, 2,366 — 50–60 см. Распределение солей говорит о том, что почва переживала процессы миграции солей, сопровождающиеся длительным засолением — рассолением. Высокая контрастность в засолении почвенного профиля, определяемая несколькими максимумами значений солей, свидетельствует о том, что на данной территории периодическое снижение и повышение грунтовых вод способствовало, соответственно, усилению или ослаблению степени дренирования района в целом.

Данные анализов водных вытяжек светло-каштановой супесчаной мощной солончаковой почвы позволяют отметить относительно невысокую степень засоления. По содержанию легкорастворимых солей почва развивается по направлению солончакового типа, где количество солей по профилю колеблется 0,070–0,188 % весной до 0,106–0,178 % летом. Степень засоления слабая. Тип засоления — хлоридно-сульфатный.

Лугово-болотную почву отличает неоднородность засоления по профилю. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте и пониженное в нижних частях профиля. Что связано с грунтовым увлажнением водами Каспия и в результате выпотного режима. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте происходит за счёт хлоридов, Степень засоления лугово-болотной почвы очень сильная, тип — сульфатно-хлоридный.

По данным водной вытяжки образцов солончака бугристого необходимо отметить сезонную динамику содержания сухого остатка солей в верхнем горизонте 0–10 см 0,382–3,880 % (весна-лето) и незначительное понижение осенью до 3,298 %. Высокое содержание солей наблюдается по всему профилю, тип засоления — сульфатно-хлоридный. Характер засоления легкорастворимыми солями по профилю почвы неоднородный.

Список литературы

1. Баламирзоев, М. А. Мониторинг эколого-мелиоративного состояния почвенного покрова Терско-Сулакской дельтовой равнины западного прикаспия / М. А. Баламирзоев, З. Д. Бийболатова, П. А. Абдурашидова, П. А. Батырмурзаева, Д. Б. Асгерова // Мониторинг. Наука и технологии. — 2012. — № 3 (12). — С. 6–10.
2. Баламирзоев, М. А. Состояние и пути воспроизводства плодородия почв Терско-Сулакской низменности / М. А. Баламирзоев, М. М. Кадималиев, Б. Р. Даштемиров // Плодородие. — 2012. — № 2 (65). — С. 37–38.
3. Биарсланов, А. Б. Особенности картографии почв, подверженных опустыниванию / А. Б. Биарсланов // Материалы V съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева. — Ростов-на-Дону, 2008. — С. 246–247.
4. Биарсланов, А. Б. Пространственно-временная динамика процессов соленакопления в почвах прибрежной полосы Северо-Западного Прикаспия : дис. ... канд. биол. наук / А. Б. Биарсланов ; Астраханский государственный университет. — Астрахань, 2012.
5. Гасанова, З. У. Динамика почвенного покрова сухоречья реки Кума на фоне климатических изменений / З. У. Гасанова // Математическое моделирование в экологии (ЭкоМатМод) : мат-лы Седьмой национ. науч. конф. с междунар. участием. — Пущино, 2021. — С. 25–26.
6. Добровольский, Г. В. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека / Г. В. Добровольский, К. Н. Федоров, Н. В. Стасюк. — Москва : МГУ, 1975.
7. Залибеков, З. Г. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления / З. Г. Залибеков // Аридные экосистемы. — 2011. — Т. 17, № 1. — С. 5–12.
8. Залибеков, З. Г. Сезонная миграция солей в засоленных почвах дельты Терека / З. Г. Залибеков // Почвоведение. — 1986. — № 1. — С. 73.
9. Залибеков, З. Г. О структуре вертикальной зональности почв Дагестана / З. Г. Залибеков, М. А. Баламирзоев, А. Б. Биарсланов, Д. Б. Асгерова, М. З. Залибекова // Известия Высших учебных заведений Северо-Кавказский регион. Естественные науки. — 2008. — № 3. — С. 96–100.
10. Залибеков, З. Г. Пространственная изменчивость почв и процессов засоления в прибрежной полосе Терско-Кумской низменности / З. Г. Залибеков, Р. М. Пайзулаева, З. Д. Бийболатова, М. З. Залибекова, А. Б. Биарсланов // Почвоведение. — 2010. — № 4. — С. 2–13.
11. Зонн, С. В. Классификация и география почв бассейна реки Терека / С. В. Зонн // Труды ЛОВИУА АСХНИЛ. — Ленинград, 1933.
12. Зонн, С. В. Процессы засоления-рассоления почв дельты Терека / С. В. Зонн, Н. И. Банасевич, В. Г. Казьмина, Н. И. Макавеев. — Москва, 1934.
13. Капустянская, Н. Г. Характеристика главнейших почв междуречья Акташ-Сулак / Н. Г. Капустянская // Труды Отдела почвоведения Дагестанского ФАН СССР. — 1959. — Т 4. — С. 153–179.
14. Керимханов, С. У. Почвы равнинного Дагестана / С. У. Керимханов, М. А. Баламирзоев, Э. Р. Мирзоев, З. Г. Залибеков // Почвенные и растительные ресурсы Дагестана. — Махачкала, 1975. — Ч. 2.
15. Ковда, В. А. Научные основы мелиорации почв в СССР / В. А. Ковда // Почвоведение. — 1966. — Ч. 2.
16. Котенко М. Е. Эколого-почвенные особенности биогенотозов подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия и сельскохозяйственное использование почв : дис. ... д-ра с.-х. наук / М. Е. Котенко. — Москва, 2018. — 373 с.
17. Котенко, М. Е. Почвы и фитоценозы подгорно-приморских равнин западного Прикаспия республики Дагестан / М. Е. Котенко, Т. А. Зубкова. — Махачкала : ДГТ, 2012. — 177 с.

18. Мирзоев, Э. Р. Мелиорация засоленных почв равнинной зоны Дагестана / Э. Р. Мирзоев, Т. М. Газиева, Г. М. Корягин // Биологическая продуктивность ландшафтов равнинной зоны Дагестана. — 1978. — Вып. 2. — С. 100–109.

19. Мякина, Н. Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Н. Б. Мякина, Е. В. Аринушкина. — Москва : Московский ун-т, 1979. — 62 с.

20. Нечаева, Н. Т. Методика учета запаса кормов на пустынных пастбищах / Н. Т. Нечаева. — Ашхабад : АН ТуркмССР, 1957.

21. Пайзулаева, Р. М. О закономерностях формирования почвенного разнообразия Терско-Кумской низменности / Р. М. Пайзулаева, З. Д. Бийболатова, П. А. Батырмурзаева, Д. Б. Асгерова // Юг России: экология, развитие. — 2009. — Т. 4, № 3. — С. 113–117.

22. Раменский, Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы / Л. Г. Раменский. — Ленинград : Наука, 1971. — 333 с.

23. Солдатов, А. С. Почвенные исследования в Дагестане / А. С. Солдатов // Труды Отдела почвоведения Дагестанского филиала АН СССР. — 1956. — Т. 3. — С. 16–28.

24. Солдатов, А. С. Почвы Дзержинской оросительной системы в связи с их освоением / А. С. Солдатов // Труды Отдела почвоведения Дагестанского ФАН СССР. — 1959. — Т. 4. — С. 5–96.

25. Солдатов, А. С. Характеристика почв Терско-Сулакской низменности в связи с их районированием / А. С. Солдатов // Труды Отдела почвоведения Дагестанского ФАН СССР. — 1955. — Т. 1. — С. 2–82.

26. Шенников, А. П. Введение в геоботанику / А. П. Шенников. — Ленинград : Ленинградский ун-т, 1964.

27. Шенников, А. П. Луговоеведение / А. П. Шенников. — Москва, 1941.

28. Шенников, А. П. Общее замечание к методике маршрутных геоботанических исследований / А. П. Шенников // Методика полевых геоботанических исследований. — Москва — Ленинград : АН СССР, 1938.

References

1. Balamirzoev, M. A., Bijbolatova, Z. D., Abdurashidova, P. A., Bатырмурзаева, P. A., Асгерова D. B. Monitoring ekologo-meliorativnogo sostoyaniya pochvennogo pokrova Tersko-Sulakskoy deltovoy ravniny zapadnogo Prikaspiya. *Monitoring. Nauka i tehnologii = Monitoring. Science and Technology*. 2012; no. 3(12):6–10.

2. Balamirzoev, M. A., Kadimaliev, M. M., Dashtemirov, B. R. Sostoyanie i puti vosproizvodstva plodorodiya pochv Tersko-Sulakskoy nizmennosti. *Plodorodie = Fertility*. 2012; no. 2(65):37–38.

3. Biarslanov, A. B. Osobennosti kartografii pochv, podverzhennykh opustynivaniyu. *Materialy V sezda Obshchestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva*. Rostov-on-Don: 2008;246–247.

4. Biarslanov, A. B. *Prostranstvenno-vremennaya dinamika protsessov solenakopleniya v pochvakh pribrezhnoy polosy Severo-Zapadnogo Prikaspiya*. Astrakhan: 2012.

5. Gasanova, Z. U. Dinamika pochvennogo pokrova suhorechya reki Kuma na fone klimaticheskikh izmeneniy. *Matematicheskoe modelirovanie v ekologii (EkoMatMod)*. Pushchino: 2021;25–26.

6. Dobrovolskiy, G. V., Fedorov, K. N., Stasyuk, N. V. Geokhimiya, melioratsiya i genesis pochv delty Tereka. Moscow: Moscow State University, 1975.

7. Zalibekov, Z. G. Aridnye zemli mira i ikh dinamika v usloviyakh sovremennogo klimaticheskogo potepeniya. *Aridnye ekosistemy = Arid ecosystems*. 2011; vol. 17, no. 1:5–12.

8. Zalibekov, Z. G. Sezonnaya migratsiya soley v zasolennykh pochvakh delty Tereka. *Pochvovedenie = Soil science*. 1986; no. 1:73.

9. Zalibekov, Z. G., Balamirzoev, M. A., Biarslanov, A. B., Asgerova, D. B., Zalibekova, M. Z. O strukture vertikalnoy zonalnosti pochv Dagestana. *Izvestiya Vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki*. 2008; no. 3:96–100.
10. Zalibekov, Z. G., Pajzulaeva, R. M., Bijbolatova, Z. D., Zalibekova, M. Z., Biarslanov, A. B. Prostranstvennaya izmenchivost pochv i protsessov zasoleniya v pribrezhnoy polose Tersko-Kumskoy nizmennosti. *Pochvovedenie = Soil science*. 2010; no. 4:2–13.
11. Zonn, S. V. Klassifikatsiya i geografiya pochv basseyna reki Tereka. *Trudy LOVIUA AShNIL*. Leningrad, 1933.
12. Zonn, S. V., Banasevich, N. I., Kazmina, V. G., Makaveev, N. I. *Protsessy zasoleniya-rassoleniya pochv delty Tereka*. Moscow, 1934.
13. Kapustyanskaya, N. G. Kharakteristika glavneyshikh pochv mezhdurechya Aktash-Sulak. *Trudy Otdela pochvovedeniya Dagestanskogo FAN SSSR = Proceedings of the Department of Soil Science of the Dagestan Branch of the USSR Academy of Sciences*. 1959; vol. 4:153–179.
14. Kerimkhanov, S. U., Balamirzoev, M. A., Mirzoev, Ye. R., Zalibekov, Z. G. Pochvy ravninnogo Dagestana. *Pochvennye i rastitelnye resursy Dagestana*. Mahachkala, 1975; part 2.
15. Kovda, V. A. Nauchnye osnovy melioratsii pochv v SSSR. *Pochvovedenie = Soil science*. 1966; vol. 2.
16. Kotenko, M. E. Ekologo-pochvennye osobennosti biogeotsenozov podgorno-primorskikh ravnin Zapadnogo Prikaspiya i selskohozyaystvennoe ispolzovanie pochv. Moscow, 2018:373 p.
17. Kotenko, M. E., Zubkova, T. A. Pochvy i fitotsenozy podgorno-primorskikh ravnin zapadnogo Prikaspiya respubliky Dagestan. Mahachkala: DGT, 2012;177 p.
18. Mirzoev, Ye. R., Gazieva, T. M., Koryagin, G. M. Melioratsiya zasolennykh pochv ravninnoy zony Dagestana. *Biologicheskaya produktivnost landshaftov ravninnoy zony Dagestana*. 1978; iss. 2:100–109.
19. Myakina, N. B., Arinushkina, E. V. *Metodicheskoe posobie dlya chteniya rezultatov khimicheskikh analizov pochv*. Moscow: Moscow State University, 1979; 62 p.
20. Nechaeva, N. T. Metodika ucheta zapasa kormov na pustynnykh pastbishchakh. Ashchabad: AS TurkmSSR, 1957.
21. Payzulaeva, R. M., Bijbolatova, Z. D., Batyrmurzaeva, P. A., Asgerova, D. B. O zakonomernostyakh formirovaniya pochvennogo raznoobraziya Tersko-Kumskoy nizmennosti. *Jug Rossii: ekologiya, razvitie = South of Russia: ecology, development*. 2009; vol. 4, no. 3:113–117.
22. Ramenskiy, L. G. *Problemy i metody izucheniya rastitelnogo pokrova. Izbrannye raboty*. Leningrad: Nauka, 1971: 333 p.
23. Soldatov, A. S. Pochvennye issledovaniya v Dagestane. *Trudy Otdela pochvovedeniya Dagestanskogo filiala AN SSSR = Proceedings of the Department of Soil Science of the Dagestan Branch of the USSR Academy of Sciences*. 1956; vol. 3:16–28.
24. Soldatov, A. S. Pochvy Dzerzhinskoy orositelnoy sistemy v svyazi s ikh osvoeniem. *Trudy Otdela pochvovedeniya Dagestanskogo FAN SSSR = Proceedings of the Department of Soil Science of the Dagestan Branch of the USSR Academy of Sciences*. 1959; vol. 4:5–96.
25. Soldatov, A. S. Kharakteristika pochv Tersko-Sulakskoy nizmennosti v svyazi s ikh rayonirovaniem. *Trudy Otdela pochvovedeniya Dagestanskogo FAN SSSR = Proceedings of the Department of Soil Science of the Dagestan Branch of the USSR Academy of Sciences*. 1955; vol. 1:2–82.
26. Shennikov, A. P. Vvedenie v geobotaniku. Leningrad: Leningrad State University, 1964.
27. Shennikov, A. P. *Lugovedenie*. Moscow, 1941.

28. Shennikov, A. P. Obshchee zamechanie k metodike marshrutnykh geobotanicheskikh issledovaniy. Metodika polevykh geobotanicheskikh issledovaniy. Moscow, Leningrad: AS USSR, 1938.

Информация об авторах

Азиева Д. С. — старший лаборант;
Гаджиев И. Р. — лаборант-исследователь;
Биарсланов А. Б. — старший научный сотрудник;
Абдурашидова П. А. — научный сотрудник;
Желновакова В. А. — научный.

Information about the authors

Azieva J. S. — Senior Laboratory Assistant;
Gadzhiev I. R. — Laboratory Assistant-Researcher;
Biarslanov A. B. — Senior Researcher;
Abdurashidova P. A. — Researcher;
Zhelnovakova V. A. — Researcher.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.05.2022; одобрена после рецензирования 27.05.2022; принята к публикации 31.05.2022.

The article was submitted 23.05.2022; approved after reviewing 27.05.2022; accepted for publication 31.05.2022.