

УДК 631.4/58.056

ЭОЛОВАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

З. У. Гасанова¹, М. В. Конюшкова²

¹Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В аридных регионах, таких как Северо-Западный Прикаспий, эоловый фактор является одним из основных в формировании почвенного и растительного разнообразия (ПРР). На макроуровне влияние ветра на ПРР обусловлено равнинным характером территории, в составе почвенного покрова (ПП) в направлении с ВЮВ на ЗСЗ растет участие бурых почв на мезоповышениях, сложенных перевеянными отложениями. На мезоуровне в ПРР имеются различия в зависимости от относительной наветренности или подветренности склонов, снижение почвенного разнообразия сопрягается с повышением растительного разнообразия, что косвенно указывает на усиление влияния внешних факторов, таких как ветер. На микроуровне разнонаправленное действие ветра обусловило формирование эолового дефляционно-аккумулятивного рельефа. ПРР проявляется в экспозиционной дифференциации растительности и параметров микросклонов предельных структурных элементов бугристого солончака.

In the arid regions, such as the North-Western Caspian, the aeolian factor is a major one in the formation of soil and plant diversity (SPD). At the macro level the influence of wind on SPD happens due to the flat nature of the area; in the soil cover the participation of Cambisols composed by overblown sediments on mesoelevations increases in the direction from east to west. At the meso level in SPD there are differences depending on the relative windward or leeward slopes; decreasing soil diversity correlates with higher plant diversity that indirectly indicates the influence of external factors such as the wind. At the micro level, the multidirectional effect of the wind has led to formation of the aeolian deflation-accumulative relief. The SPD is evident in the expositional differentiation of vegetation and micro-slopes' parameters of the limit structural elements of the hummocky solonchak.

Ключевые слова: Северо-Западный Прикаспий, ветровой режим, 'энтропия.

Keywords: North-Western Pricaspiy, wind regime, entropy.

Введение

Почвенное и растительное разнообразие (ПРР), являясь важным условием сохранения продукционного потенциала экосистем, определяются балансом образующих их факторов. Доля участия каждого фактора может различаться в зависимости от природной зоны: в аридных регионах, примыкающих к обширным акваториям, в формировании ПРР существенен вклад ветрового режима. В Северо-Западном Прикаспии эоловый фактор является одним из основных в морфо-, лито- и педогенезе низменности.

Согласно данным www.meteoblue.com 35% ветров приходится на восточное (В) и востоко-юго-восточное (ВЮВ) направления, скорость ветра преимущественно более 5 м/сек. (рис. 1).

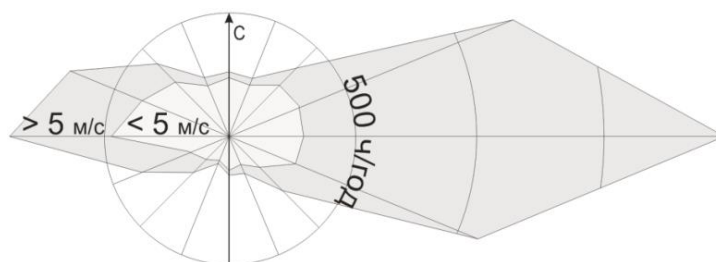


Рис. 1. Роза ветров. Кочубей, Тарумовский район

Воздушный поток, входя в динамический контакт с подстилающей поверхностью, испытывает торможение различной силы. Часть почвенных частиц переотлагается и накапливается у препятствий, формируя ПРР микро- и мезоуровня, другая часть, выносимая в более высокие слои атмосферы, отлагается по направлению к периферии низменности, участвуя в формировании ПРР макроуровня.

Сформированные в условиях сухостепного климата на фоне динамики грунтовых вод и активного ветрового режима почвенный и растительный покровы (ПРП) Северо-Западного Прикаспия отражают физико-географическую историю развития региона. Изучение ПРП региона проводилось главным образом для макроуровня [1–9]. С точки зрения эолового фактора почвенный и растительный покровы мезо- и микроуровня изучены недостаточно.

Цель работы – оценить почвенное и растительное разнообразие различных уровней исходя из эоловой составляющей.

Объекты и методы

Исследования проводились в Северном Дагестане в междуречье Терека и Кумы. Уровни ПРП были определены в соответствии с макро-, мезо-, и микроструктурами почвенного покрова В.М. Фридланда [10].

Макроуровень ПРП низменности охватывается мелкомасштабными обзорными почвенными картами. Мезо- и микроуровень были рассмотрены на основании карт детального масштаба по результатам мензульной съемки: почвенной, растительной карт, карты форм рельефа, картограмм гранулометрического состава, типов и степени засоления ПП. Картирование проводилось в соответствии с Общесоюзной инструкцией по почвенным обследованиям... [11], названия почв приведены по Классификации почв России 2008 г. [12]. Данные по содержанию физической глины в 0–5 см толще были скорректированы по М.Е. Котенко [13], горизонтальное проецирование кустов полыни проводилось по Л.Г. Раменскому [14] (исполнитель С.Б. Батырова). Относительная влажность и общий гумус для предельных структурных элементов (ПСЭ) определены по общепринятым методикам [15, 16] (аналитик В.А. Желновакова), гранулометрический состав предельно-структурных элементов (ПСЭ) – по ГОСТу [17], содержание легкорастворимых солей в почвенных толщах – по [18].

Высота ПСЭ измерялась в восьми повторностях с помощью тригонометрических функций по результатам детальных промеров, крутизна микросклонов ПСЭ определялась угломером.

Оценка почвенного и растительного разнообразия проведена с помощью меры неопределенности информационной энтропии К. Шеннона (Е), что позволило привести к единой основе разнокачественную и разномасштабную информацию. Для отражения пространственного распределения ПРР с помощью скользящей палетки были построены поля энтропии. Площадь палетки равна площади доминирующего мезоповышения с точкой начала «В» (рис. 3) в пределах весового центра.

Результаты и обсуждение

Макроуровень организации ПРР. Преобладание ветров восточных румбов, равнинный рельеф территории, отсутствие явных орографических препятствий для проникновения воздушных масс – все это обусловило специфику формирования эоловой дефляционно-аккумулятивной поверхности, образованной по принципу аэродинамической трубы. В составе ПП в направлении с ВЮВ на ЗСЗ растет участие бурых почв на мезоповышениях – буграх, сложенных перевеянными речными отложениями, при этом меняются морфологические и морфометрические характеристики бугров: по мере удаления от береговой линии эллипсовидные формы бугров принимают менее правильные очертания, увеличивают свои площади, почвы гидроморфного ряда в составе ПП замещаются автоморфными почвами, ПП низменности эволюционирует в сторону зональных почв.

Мезоуровень организации ПРР изучался на ключевом участке в 22 км от береговой линии Каспийского моря (А, 44°26.217' с.ш., 46°25.917' в.д.; В, 44°26.210' с.ш., 46°25.575' в.д.). Почвенный покров ключевого участка представляет собой дифференцированно-литогенную сочетание-мозаику автоморфных маломощных, среднемощных и мощных бурых почв на перевеянных морских и речных отложениях мезоповышений и комплекса гидроморфных солонцов-солончаков, солончаков бугристых, солончаков гидроморфных на морских и аллювиальных отложениях. Бурые почвы приурочены к доминирующим мезоповышениям с относительной высотой 3,8 и 1,7 м (рис. 2, точки «А», «В»).

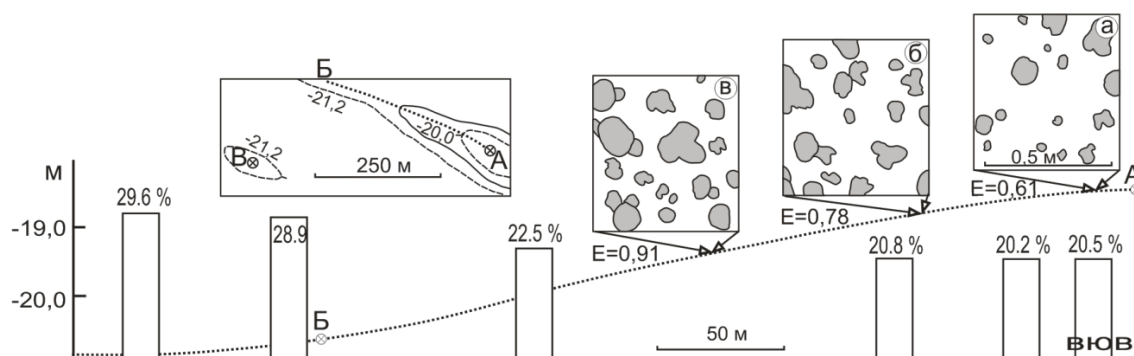


Рис. 2. Профиль бурых легкосуглинистых почв под злаково-полынными группировками с горизонтальной проекцией кустов полыни: а, б, в. Е – энтропия Шеннона. В процентах указано содержание физической глины в 0–5 см толще

ПРП доминирующего элемента рельефа – профиль «АВ». Профиль представляет собой цепь элементарных почвенных ареалов (ЭПА) с динамическими качествами, меняющимися в направлении с ВЮВ к ЗСЗ: элювиальный → элювиально-транзитный → аккумулятивный ЭПА [19]. Почвы бурые легкосуглинистые под злаково-полынной растительностью (рис. 2). Степени засоления варьируют от слабой до средней и сильной.

Особенности ветрового режима определяют наличие наветренных склонов восточной экспозиции и подветренных склонов западной экспозиции, что находит свое отражение в утяжелении гранулометрического состава под-

ветренных склонов по отношению к наветренным от 20,2 до 29,6% физической глины в верхней 5 см толще.

Горизонтальная проекция кустов полыни (рис. 2 а, б, в) на преимущественно подветренных склонах показала превышение меры неоднородности – $E = 0,91$ в сравнении с наветренными склонами – $E = 0,61$. Проективное покрытие растительности соответственно 40 и 60%.

ПРП комбинации бурой глинистой солончаковой почвы на доминирующем мезоповышении (бугор) высотой 1,7 м, солонцов-солончаков, корковых и бугристых солончаков под злаково-полынной и многолетне-, однолетнесолянковой растительностью (рис. 3).

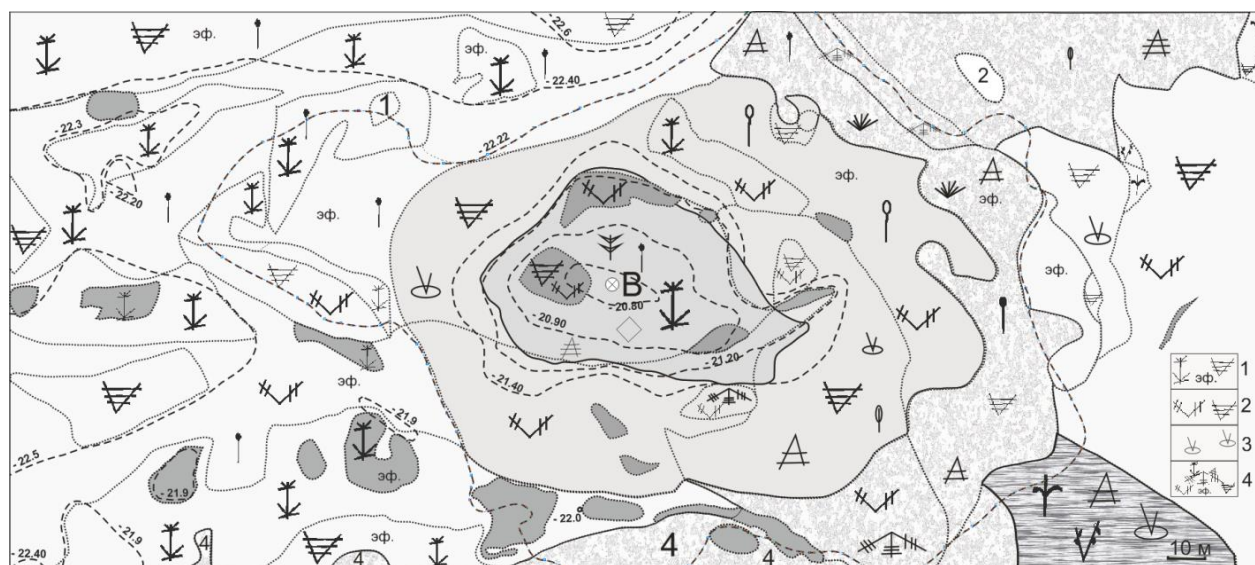


Рис. 3. Комбинация бурых автоморфных почв, гидроморфных солонцов-солончаков и солончаков.

Условные обозначения:

Почвы: бурая (светло-каштановая по 1977 г. [20]) солончаковая глинистая; солонец-солончак гидроморфный; солончак легкосуглинистый на средней глине; солончак бугристый легкосуглинистый; солончак корковый легкосуглинистый

Растительность:

петросимония раскидистая - ; климакоптера - ; кермек Гмелина - ; горец птичий - ; прибрежница - ; полынь таврическая - ; мортук восточный - ; мортук пшеничный - ; мятлик луковичный - ; клоповник пронзеннолистный - ; пселиостахис - ; бурчок - ; яснотка - ; крестовник - ; сарсазановые кочки -

Форма бугра округлая, слегка вытянутая в субгоризонтальном направлении. На периферии подножия с относительно подветренной западной стороны имеются ареалы площадью от 100 до 600 кв. м злаково-полынных, солянково-полынных, полынно-солянковых растительных ассоциаций, своей конфигурацией сопрягающихся с формой подножия бугра и несколько вытянутых в субширотном направлении, что может свидетельствовать о коррекции доминирующим мезоповышением почвообразовательных процессов. С во-

сточной стороны растительные ареалы более массивные и в большинстве своем совпадают с почвенными ареалами.

Для детализации и количественной оценки почвенно-растительного разнообразия были построены поля энтропии для почвенного и растительного покровов. Оценка свойств почв на уровне полей может свидетельствовать о подверженности почв изменениям в процессе эволюции [21] и памяти почв о процессах своего формирования [22].

Для почвенного покрова отмечается повышенное разнообразие в восточной части - $E = 1,848$ - по отношению к западной - $E = 0,807$ (рис. 4, белая штриховка) за счет бугристого солончака и солончака на слоистых отложениях ($E = > 1,5$).

Растительный покров выявил несколько иную картину: для западных подветренных склонов $E = 1,907$, что несколько выше, чем растительное разнообразие восточных склонов – $E = 1,593$ (оттенки серого тона).

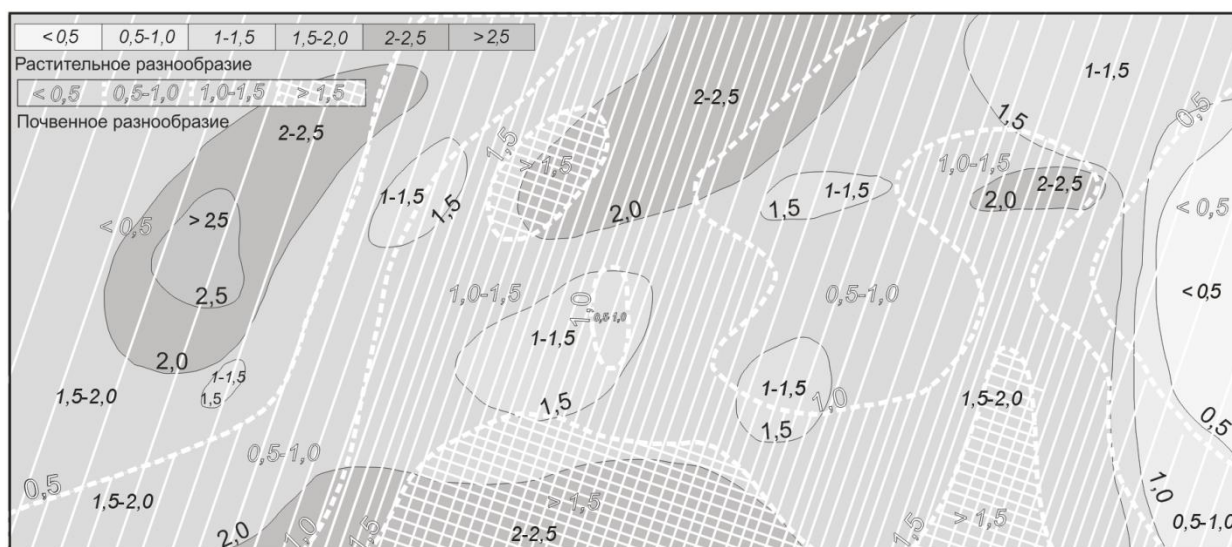


Рис. 4. Совмещенные поля энтропии растительного и почвенного покровов

Вероятно, при снижении почвенного разнообразия влияние внешних факторов усиливается, что в данном случае нашло свое выражение в повышенном растительном разнообразии.

Общим для рассмотренных мезоструктур является наличие «пояса» бугристых солончаков между солонцами-солончаками подножий доминирующих элементов рельефа и гидроморфными почвами. Эоловый микрорельеф на гомогенном почвенном фоне определяет микроуровень организации почвенного и растительного покровов в пределах солончака бугристого.

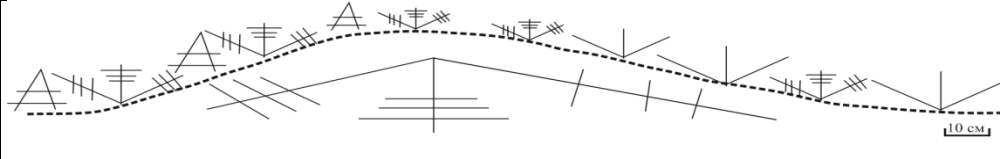
Микроуровень организации ПРР исследовался на бугристых солончаках, занимающих промежуточное положение между доминирующими элементами в виде прирусловых валов, перевейанных бугров и базисом эрозии в виде про-ток, шоров, соленых озер. В соответствии с видами элементарных почвен-ных ареалов (ЭПА) В.М. Фридланда [10] бугристый солончак можно квалифи-цировать как спорадически-пятнистый ЭПА, предельно-структурные элементы

которого представляют собой фитогенные бугорки. Морфолого-генетические особенности ПСЭ определяются массой корневой системы сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum*). Начальный момент эолового педогенеза, скорее всего, связан с прекращением взаимодействия грунтовых вод с корнями солянки в связи с регрессивной деятельностью Каспийского моря. Растительность сарсазановых бугорков представлена в основном злаково-полынными группировками, разнотравьем и собственно побегами самого сарсазана.

Почвы и растительность ПСЭ бугристых солончаков изучались на дне сухой речной протоки и очень пологом правом борте протоки ($44^{\circ}32.223'$ с.ш., $46^{\circ}35.187'$ в.д.).

На микроуровне нет явной субширотной дифференциации параметров, как в случае с макро- и мезоуровнями. При натурных наблюдениях в первую очередь видны различия в растительности микросклонов северной и южной экспозиции (см. таблицу): на северных микросклонах (СМ) среди веток сарсазана могут произрастать сурепка обыкновенная, мортук пшеничный и восточный, редко клоповник пронзеннолистный, кермек однолетний. На южных микросклонах (ЮМ), как правило, редкие ветки сарсазана, иногда полностью высохшие, в отдельные годы может произрастать солянка красная.

Экспозиция микросклонов ПСЭ и отдельные физико-химические характеристики

Параметры микросклонов ПСЭ					
	Северный микросклон		Центральный микросклон		Южный микросклон
Крутизна, α , гр.	14,09 ± 3,04		2,37 ± 0,5		7,05 ± 1,46
ПСЭ на борте протоки, h = 21,54 ± 3,80 см					
Сумма солей, %	0,21 ± 0,08		0,30 ± 0,09		1,06 ± 0,43
Температура, °C	29,2 – 32,2		29,4 – 34,5		30,2 – 33,0
ПСЭ на дне протоки, h = 13,8 ± 3,2 см					
Сумма солей, %	0,73 ± 0,35		0,73 ± 0,23		1,87 ± 0,19
Температура, °C	27,9–28,1		29,3–32,4		28,4 – 31,2
Физическая гли- на, % (глубина взятия образца, см)	45,92 (0–10)		45,92 (0–10) 44,97 (16–26) 40,12 (40–50) 41,42 (65–75)		45,81 (0–10)
Относительная влажность, %	9,54 (фон)	10,07	9,03	8,8	7,5 (фон)
Общий гумус, %	1,92 (фон)	2,34	2,86	2,83	1,09 (фон)

Экспозиционная дифференциация растительности, скорее всего, и обусловила морфологические различия бугорков: крутизна СМ почти в два раза больше, чем у ЮМ – густая растительность на СМ создает противодефляционный эффект, ЮМ подвержены большему влиянию ветра, несколько удлинены и выположены.

Анализ физико-химических свойств показал различия в содержании влаги и засолении. Северные микросклоны более увлажнены по сравнению с южными. Относительная влажность на СМ выше, чем на ЮМ. На ЮМ содержание солей почти в два раза выше, чем на СМ. Показатели температуры, общего гумуса и физической глины не дают значимых экспозиционных различий. Сравнение этих же параметров ПСЭ с фоновой почвой (ФП) выявило пониженное содержание влаги и общего гумуса на ФП. Гранулометрический состав по всему профилю представлен тяжелым суглинком. Между ПСЭ дна и борта протоки также имеются некоторые различия по содержанию солей и относительной высоте; на дне протоки фоновой почвой является корковый солончак, на борте протоки – пухлый и корковый солончак. Пухлый солончак активно «разбивается» ветром, что обуславливает большую относительную высоту бугорков на борте протоки по сравнению с дном протоки.

Рельеф бугристого солончака можно квалифицировать как эоловый дефляционно-аккумулятивный, т.к. имеет место двойное разнонаправленное действие ветра:

1) разрушительное – динамическое выбивание и распыление верхних горизонтов пухлых солончаков между бугорками и 2) аккумулятивное – навевание эолового материала вокруг веток сарсазана.

Заключение

В Северо-Западном Прикаспии эоловый фактор в формировании почвенно-растительного разнообразия (ПРР) проявляется на всех уровнях организации почвенного и растительного покровов (ПРП).

На макроуровне ПРР определяется характером эоловой дефляционно-аккумулятивной поверхности: в составе ПП в направлении с ВЮВ на ЗСЗ растет участие бурых почв на мезоповышениях, сложенных перевеянными отложениями.

На мезоуровне разнообразие почвенного покрова, по-видимому, определяет упорядоченность растительного покрова: снижение почвенного разнообразия сопрягается с повышением растительного разнообразия, что косвенно указывает на усиление влияния внешних факторов. На более массивных буграх разнообразие растительного покрова повышается в направлении подветренных склонов.

На микроуровне наблюдается четкая экспозиционная дифференциация параметров микросклонов сарсазановых бугорков, определяемых характером растительности: морфологические отличия и более оптимальные физико-химические характеристики северных микросклонов по сравнению с южными. Судя по характеристикам предельных структурных элементов, имеет место разнонаправленное действие ветра, в связи с чем микрорельеф бугристого солончака можно определить как эоловый дефляционно-аккумулятивный.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-55-560006 и гранта № 17-17-01293 РНФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зонн С.В. Краткий почвенно-мелиоративный очерк плоскостной части Дагестанской АССР. Махачкала, 1932. 46 с.
2. Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа. Ростов н/Д, 1957. 492 с.
3. Чиликина Л.Н. Очерк растительности Дагестанской АССР и ее природных кормовых угодий // Тр. Отдела растительных ресурсов Дагестанского ФАН СССР. Т. II. Махачкала, 1959. С. 8-88.
4. Можарова Н.В., Федоров К.Н. Эволюция структур почвенного покрова аккумулятивно-морских равнин Терско-Кумской низменности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17: Почвоведение. 1984. № 3. С. 20-28.
5. Залибеков З.Г. Опыт экологического анализа почвенного покрова Дагестана. Махачкала, 1995. 140 с.
6. Саидов А.К. Почвы Кизлярских пастбищ, их современная диагностика и экология. Махачкала: Наука – Дагестан, 2008. 264 с.
7. Алахвердиев Ф.Д., Алахвердиев А.Ш., Банкурова Р.У. Эколого-генетические ряды галофитов как индикаторы эволюции солончаков Северо-Западного Прикаспия // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2009. № 6. С. 108-111.
8. Почвенное разнообразие и продуктивность растительных сообществ Западного Прикаспия / З.У. Гасанова, М.И. Джалалова, Р.М. Загидова, П.М.-С. Муратчаева, В.А. Желновакова // Тр. Института геологии ДНЦ РАН. Вып. 63. «Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия»: сб. ст. по материалам научно-практ. конф. (27-29 мая 2014 г.). Махачкала, 2014. С. 70-72.
9. Муратчаева П.М.-С., Загидова Р.М., Батырмурзаева П.А. О трансформации луговых фитоценозов под воздействием антропогенных и природных факторов // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21, № 1 (62). С. 53-59.
10. Фридланд В.М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука, 1986. 243 с.
11. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. М.: Колос, 1973. 95 с.
12. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т, 2008. 150 с.
13. Котенко М.Е. Некоторые изменения светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности при различных пастбищных нагрузках // Почвоведение. 1993. № 6. С. 108-111.
14. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы. Л.: Наука, 1971. 333 с.
15. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. М.: Высш. шк., 1961. 345 с.
16. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
17. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116022> (дата обращения: 12.02.2018).

18. Руководство по описанию почв. Четвертое изд., испр. и доп. Русский перевод. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (ФАО). Рим, 2012. 101 с.

19. Гасанова З.У., Загидова Р.М. Динамические качества элементарных почвенных ареалов светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности // Аридные экосистемы. 1999. Т. 5, № 10. С. 52–56.

20. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

21. Михеева И.В. Вероятностно-статистическая и информационная оценка современных процессов в природных объектах на основе данных почвенного мониторинга // Вестн. СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 4. С. 220–236.

22. Таргульян В.О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 24–57. 692 с.

Поступила в редакцию 16.04.2018 г.

Принята к печати 26.06.2018 г.