

УДК 631.4

ПОЧВЫ АРИДНЫХ ЗОН КАЛМЫКИИ

© 2010 г. Л.Н. Ташнинова¹, А.А. Ташнинова²

В работе рассмотрены материалы экспедиционных и аналитических исследований авторов с использованием литературных источников. Показаны особенности основных типов почв и пространственная изменчивость их свойств в засушливых экосистемах Калмыкии.

Ключевые слова: аридные зоны, индекс аридности, элементарный ландшафт, морфоструктура, экотон.

Калмыкия расположена в экологически экстремальных условиях юго-востока европейской части России, в зоне контакта аридных и семиаридных ландшафтов. Природные пастбища Республики Калмыкии занимают площадь 5178,7 тыс. га, что составляет 83,2% территории республики, и являются базой для животноводства. Основные типы пастбищных ландшафтов: Прикаспийская молодая аллювиально-морская лиманная равнина с чернопопынными, белопопынными и типчаково-ковыльными полупустынями на солонцах и солончаках; Черноземельская древне-дельтовая песчаная равнина с белопопынными, белопопынно-эркековыми и прутняковыми пустынями на бурых аридных почвах и открытых песках; Ергенинская эрозионно-возвышенная равнина с белопопынно-ковыльно-типчаковыми и белопопынными степями на комплексах светло-каштановых почв с солонцами; Манычская ложбина с солянковыми и попынными степями и полупустынями на каштановых и солонцевато-солончаковых почвах; северо-восточная периферия Ставропольской возвышенности со злаковыми и попынно-разнотравными степями на черноземах.

Большая часть территории Калмыкии отнесена к водосборному каспийскому бассейну, представленному практически бессточной областью, аридной территорией, для которой количество и качество воды являются факторами, лимитирующими состояние естественных экосистем, хозяйственную деятельность, демографическую ситуацию и здоровье населения [1].

Каспийское море почти не смягчает климатических условий из-за мощного влияния азиатского антициклона, определяющего континентальность климата в этом регионе. Для территории Калмыкии Б.В. Виноградов и соавт., опираясь на данные агроклиматического районирования [2], выполнили

расчёт климатических индексов аридности и создали карту аридности климата, выделив здесь четыре аридные зоны [3].

Сильно аридная зона с нормализованным индексом аридности $NIA > 0,7$ расположена на крайнем юго-востоке Калмыкии. Климат здесь очень сухой, ГТК 0,3–0,4, количество осадков менее 300 мм, для теплого периода характерны высокие температуры (пункты Артезиан, Лагань, Попынное).

Среднеаридная зона с $NIA = 0,6–0,7$ включает большую часть восточной Калмыкии со среднегодовыми осадками 250–300 мм и жарким летом, ГТК 0,4–0,5 (пункты Яшкуль, Сарпа, Юста, Комсомольский). Это северные пустыни или южные полупустыни.

Умеренно аридная зона с $NIA = 0,4–0,6$ включает большую часть западной Калмыкии со среднегодовыми осадками 300–400 мм и теплым летом, ГТК 0,5–0,6. Это сухие степи или северные полупустыни (г. Элиста и большая часть западной Калмыкии).

Слабо аридная зона с $NIA = 0,4$ занимает небольшую площадь на крайнем западе республики с осадками более 400 мм и нормальным теплым летом, с ГТК 0,70–0,75. Это южные степи или северные полупустыни (г. Городовиковск).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Важнейшим аспектом исследований является анализ пространственной дифференциации почв элементарных ландшафтов (элювиального, трансэлювиального и супераквального). В пределах аридных зон были заложены объекты: С, 1 – “Яшалта”, С, 2 – “Чограй”, С, 3 – “Хар-Булак” (умеренно аридная зона), В, 4 – “Ацан-Худук” (среднеаридная зона), А, 5 – “Артезиан” (сильно аридная зона) (рис. 1). На объекте “Яшалта” (на схеме – зона С, 1) площадка № 1 расположена в 1 км к югу от озера Царык (координаты 46°12'01.4" с. ш. и 42°42'56.4" в. д., +28 м над уровнем моря); площадка № 2 (координаты 46°12'30.5" с. ш. и 42°42'43.9" в. д., +6 м над

¹ Южный научный центр Российской академии наук, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41.

² Институт комплексных исследований аридных территорий, Республика Калмыкия, Элиста, ул. Хомутникова, 111; тел. 8(847-22)2-28-54, e-mail: institute@elista.ru.

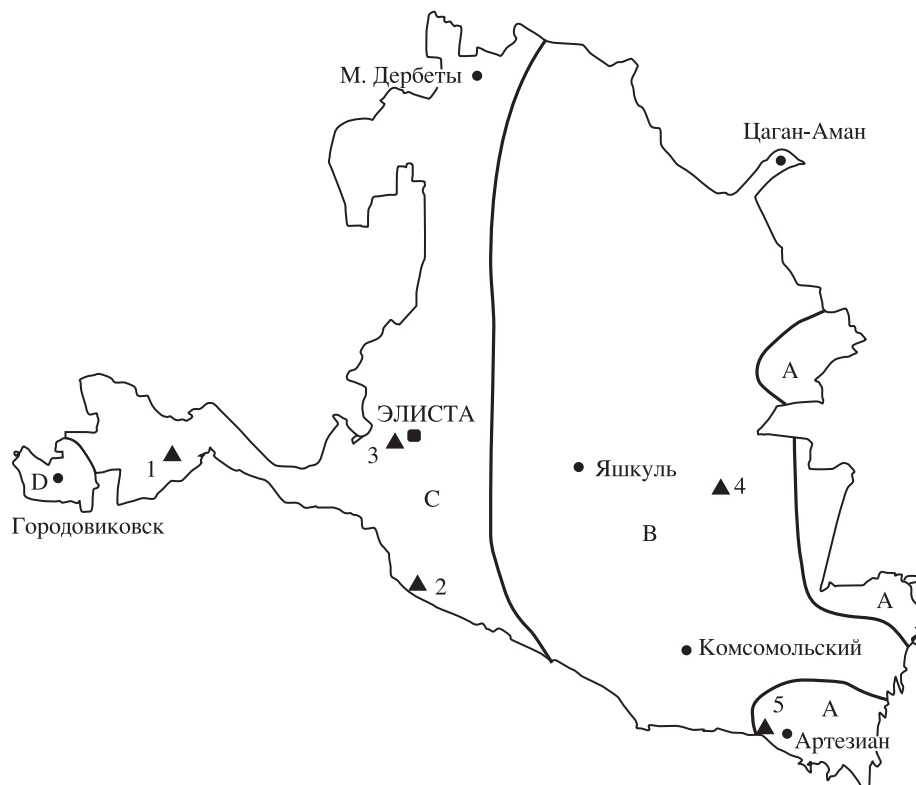


Рис. 1. Схема расположения почвенных объектов по аридным зонам: D (NIA = 0,4); C (NIA = 0,4–0,6) № 1, объект “Яшалта” № 2, объект “Чограй”, объект “Хар-Булук”; B (NIA = 0,6–0,7), № 4, объект “Ацан-Худук”; A (NIA > 7), № 5, объект “Артезиан”

уровнем моря) расположена в 5 м от берега оз. Царык, площадка № 3 ($46^{\circ}12'30.5''$ с.ш. и $42^{\circ}42'43.9''$ в.д., +6 м над уровнем моря) расположена в 1,5 м от берега озера. На объекте “Чограй” (на схеме – зона С, 2) был проложен почвенно-экологический профиль от супераквального до автономного ландшафта Восточного Маныча. Координаты базовой зональной точки этого участка $45^{\circ}38'42.6''$ с. ш. и $44^{\circ}10'78.3''$ в. д. Более подробное описание каждой из точек дается в таблице 2.

На объекте “Хар-Булук” (на схеме – зона С, 3) был также проложен почвенно-экологический профиль балки “Хар-Булук” от днища балки (супераквального) до автономного (элювиального) ландшафта Ергеней.

На объекте “Ацан-Худук”, расположенном в среднеаридной зоне (на схеме – зона В, 4) на территории биосферного заповедника “Черные земли”, для изучения почвенных показателей были выполнены два почвенных разреза и определены гранулометрический и солевой состав зональных бурых аридных почв.

На объекте “Артезиан”, расположенном в сильно аридной зоне (на схеме – А, 5) в восточной окраине Прикумской грядово-ложбинной равнины, изучались особенности почв этой зоны (солончаковых и песчаных комплексов бурых аридных почв).

В изучении пространственной дифференциации почвенного покрова в элементарных ландшафтах умеренно аридной и среднеаридных зон применен метод закладки почвенно-экологических профилей, четко отражающий границы блоков экотонной системы и типы элементарных ландшафтов. На основании полевых (закладка и отбор почвенных образцов по всем объектам) и лабораторных данных представлены материалы, характеризующие особенности пространственной дифференциации почв как по климатическим аридным зонам, так и по типам элементарных ландшафтов и блокам экотонной системы. В качестве основных контролируемых параметров состояния различных типов почв аридных зон Калмыкии были взяты данные по гранулометрическому составу и засоленности почв. При анализе полевых и лабораторных работ применены общепринятые в почвоведении классические методы исследований [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структура почвенного покрова Калмыкии формируется при тесном взаимодействии биоклиматического и геоморфолого-литологического факторов.

История изучения почв аридных прикаспийских территорий связана с именами Н.А. Димо и Б.А. Келлера [5], И.Л. Щеглова [6, 7], В.А. Ковды [8, 9], С.В. Зона [10], И.П. Герасимова [11], И.А. Антипова-Каратаева [12], Б.А. Зимовца [13] и многих других ученых. Согласно мировой классификации, почвенный покров изучаемой территории относится к формации нейтральных и щелочных почв суббореального теплоумеренного климата и к фации континентального климата [14].

Почвообразующими породами служат морские и континентально-морские отложения, распространённые в Прикаспийской низменности и Курмо-Маньчской впадине; лёссовидные и покровные суглинки – на Ергенях; аллювиальные, аллювиально-делювиальные и озерно-аллювиальные глинистые отложения – в лиманах, днищах многочисленных балок, долинах рек и озер. Основные типы почв, формирующиеся в Прикаспийской низменности: бурые пустынно-степные солонцеватые суглинистые в комплексе с солонцами, бурые пустынно-степные песчаные и супесчаные в комплексе с солонцами, солончаки и солонцы различного гранулометрического состава, солонцы в комплексе с бурыми пустынно-степными солонцеватыми суглинистыми почвами, аллювиально-луговые (маршевые) пески; на Ергенинской возвышенности: светло-каштановые различного гранулометрического состава в комплексе с солонцами, лугово-каштановые суглинистые, солонцы в комплексе со светло-каштановыми солонцеватыми суглинистыми почвами; в Маньчской ложбине: луговато-черноземные, лугово-каштановые, солончаки, каштановые и темно-каштановые различного гранулометрического состава в комплексе с солонца-

ми, черноземы малогумусные тяжелосуглинистые и глинистые.

Согласно классификации почв [15], зональные почвы каштанового (с NIA = 0,4–0,6) и бурого (с NIA = 0,6–0,7) типа относятся к аккумулятивно-карбонатным малогумусовым почвам, для которых характерна сильная окисленность профиля с проявлением своеобразного метаморфизма, приводящего к ясно выраженному оструктурированию и ожелезнению; реакция почв щелочная или слабощелочная, поглощающий комплекс насыщен основаниями; в нижней части профиля обычны гипс и легкорастворимые соли [15]. Составляющей частью почвенного комплекса основных типов зональных почв являются солонцы, отнесенные к щелочно-глинисто-дифференцированным почвам с резкой элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля. Свойства солонцов обусловлены высоким содержанием в поглощающем комплексе обменного натрия, присутствие которого приводит к образованию соды, щелочной реакции среды, высокой диспертации почвенных коллоидов. Солончаки, имеющие главным диагностическим признаком поверхностный солевой горизонт, отнесены по новой классификации к галоморфным почвам. Они формируются при выпотном типе водного режима в условиях аридного или полуаридного климата. На территории Калмыкии присутствуют подтипы: гидроморфные (луговые и болотные), автоморфные вторичные (при подъеме уровня минерализованных грунтовых вод), лугово-лиманские солончаковые [16].

По условиям миграции химических элементов в любом ландшафте выделяются три основных типа элементарного ландшафта – автономный (элювиальный), переходный (трансэлювиальный) и

Таблица 1. Содержание легкорастворимых солей в почвах экотонной зоны, мг/экв на 100 г% (оз. Царык, 2007 г.)

№	Глубина, см	рН	Ионы						Плотный остаток, %
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
№ 1 – каштановая	0–5	8,0	<u>0,20</u> 0,012	<u>0,05</u> 0,002	<u>0,37</u> 0,018	<u>0,12</u> 0,002	<u>0,13</u> 0,001	<u>0,37</u> 0,009	0,046
	5–40	7,8	<u>0,20</u> 0,012	<u>0,05</u> 0,002	<u>0,75</u> 0,036	<u>0,12</u> 0,002	<u>0,13</u> 0,001	<u>0,75</u> 0,017	0,076
№ 2 – солончак темный	0–5	7,9	<u>0,50</u> 0,03	<u>0,40</u> 0,014	<u>1,00</u> 0,048	<u>1,00</u> 0,020	<u>0,50</u> 0,006	<u>0,40</u> 0,009	0,141
	5–20	7,8	<u>0,55</u> 0,034	<u>1,90</u> 0,067	<u>0,75</u> 0,036	<u>1,75</u> 0,035	<u>1,00</u> 0,012	<u>0,45</u> 0,010	0,196
	20–70	7,4	<u>0,35</u> 0,021	<u>10,30</u> 0,366	<u>21,75</u> 1,044	<u>15,00</u> 0,300	<u>4,00</u> 0,048	<u>13,40</u> 0,308	2,139
№ 3 – солончак типичный	0–5	7,4	<u>0,35</u> 0,021	<u>32,9</u> 1,168	<u>36,75</u> 1,764	<u>15,0</u> 0,300	<u>11,25</u> 0,135	<u>43,75</u> 1,006	4,472
	5–20	7,4	<u>0,25</u> 0,015	<u>21,1</u> 0,749	<u>24,0</u> 1,152	<u>13,0</u> 0,260	<u>6,95</u> 0,075	<u>26,10</u> 0,600	3,049
	20–40	7,4	<u>0,20</u> 0,012	<u>16,7</u> 0,523	<u>27,0</u> 1,296	<u>14,0</u> 0,280	<u>6,00</u> 0,072	<u>23,90</u> 0,550	2,889

Таблица 2. Описание пробных площадок на объекте “Чограй”

№ точки	Местоположение	Растительность	Мех. состав	Степень засоления	Тип элементарного ландшафта	Блоки экотонной системы
№ 1	Бывшее дно водоема	Заросли тростника	Глина средняя	Сильно засоленная	Супераквальный	Экстраактивный экотон
№ 2	8 м от т. № 1	Злаково-пырейная с тростником	Суглинок тяжелый	Сильно засоленная	Супераквальный	Экстраактивный экотон
№ 3	10 м от т. № 2 вверх по профилю	Злаково-пырейная с тамариксом	Глина легкая	Незасоленная	Переходный	Дистантный экотон
№ 4	Склон 8 м от т. № 3 вверх по профилю	Злаково-солодковая	Суглинок тяжелый	Незасоленная	Переходный	Дистантный экотон
№ 5	Равнина	Злаково-полынная (зональная степь)	Суглинок средний	Незасоленная	Автономный	Краевой дистантный экотон

подчиненный (супераквальный) [17]. В автономных ландшафтах, приуроченных к плоским водоразделам, преобладают зональные почвы и их почвенные комплексы. В этом типе ландшафта процессы почвообразования происходят в основном независимо от грунтовых вод. В подчиненных элементарных ландшафтах преобладают различные типы гидроморфных и полугидроморфных почв, которые встречаются на территории всех основных морфоструктурных единиц и всех аридных зон.

Объект “Яшалта”. Исследования, проведенные в октябре 2007 г. в районе оз. Царык в южной части оз. Маныч-Гудило, свидетельствуют о пространственной дифференциации почв и их свойств (табл. 1).

Почвенно-экологический профиль, проведенный в среднеаридной зоне, характеризуется распространением каштановых почв в комплексе с солонцами и солончаками луговыми. Растительная ассоциация на площадке № 1 ковыльно-типчаковая с разнотравьем, почвы каштановые типичные.

Содержание гумуса в верхнем слое 4,87% (0–5 см) и 2,58% (5–40 см). Гранулометрический состав почв среднесуглинистый (физ. глина – 9,0%), глубже – тяжелосуглинистый (физ. глина – 47,7%), рН 7,8. По солевому составу почва в корнеобитаемом слое незасоленная.

На площадке № 2 растительность злаковая с кермеком и полынью, почва – луговой солончак (по [15] – солончак темный). Содержание гумуса 3,66% (0–5 см), 1,86% (5–20 см) и 0,86% (20–70 см). По гранулометрическому составу почвы глинистые (физ. глина 65,2–74,8%) и тяжелосуглинистые (физ. глина – 47,3%), рН от 7,4 до 7,9. Солевой состав: в верхнем гумусовом горизонте – незасоленный, глубже – засоленный (плотный остаток более

2%). Тип засоления хлоридно-сульфатный, в катионной части преобладают ионы Na^+ и Ca^{2+} .

На площадке № 3 растительность лебедовая, почва – солончак гидроморфный (по [15] – солончак типичный). Содержание гумуса в слое 0–5 см – 1,17%, в слое 5–20 см – 0,60%, в слое 20–70 см – 0,40%. По гранулометрическому составу – тяжелосуглинистый в слое 0–5 см, глубже – глинистый (физ. глина – 68%), рН 7,4. Тип засоления по всему изучаемому слою хлоридно-сульфатный, в катионной части преобладает натрий.

Объект “Чограй”. Чограйское водохранилище как составляющая часть Восточного Маныча и всей экосистемы Маныч-Чограй было введено в эксплуатацию в 1970 г. (площадь 16,5 га, объем 720 млн м³), предназначено для аккумуляции воды с целью орошения Черноземельской оросительной системы, обводнения 113 тыс. га пастбищ, питьевого водоснабжения и рыбозаведения.

Наземные исследования прибрежной зоны этой водной системы являются основой для прогнозирования и моделирования дальнейшего изменения состояния прибрежной экосистемы и для комплексного мониторинга природных экосистем Кумо-Манычской впадины. В экотонной зоне Восточного Маныча был заложен почвенно-экологический профиль и изучены морфологические и химические свойства почв. Профиль заложен 14.06.2007 на пологом берегу Чограйского водохранилища (табл. 2).

По гранулометрическому составу почвы представлены глинами и суглинками: в точке 1 – глина средняя крупнопылевато-илистая; в точке 2 – суглинок тяжелый с преобладанием фракций крупной, мелкой пыли и ила; в точке 3 – глина легкая илистая; в точке 4 – суглинок тяжелый иловато-крупно-

Таблица 3. Гранулометрический состав почв (%) на пробных площадках (объект “Чограй”)

№ точки	Гигровлага, %	Диаметр фракций, мм						
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
№ 1	5,54	3,99	15,68	25,22	15,07	14,99	25,05	55,11
№ 2	3,34	10,53	22,83	26,92	9,15	8,97	21,60	39,72
№ 3	3,39	16,93	19,80	19,13	8,40	10,73	25,01	44,14
№ 4	3,23	13,13	26,01	19,88	13,55	11,03	16,20	40,78
№ 5	1,70	14,82	39,36	22,42	10,87	7,28	5,25	23,40

Таблица 4. Состав воднорастворимых солей, мг/экв на 100 г /%

№ точки	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сухой остаток, %
№ 1	<u>0,26</u>	<u>6,84</u>	<u>9,5</u>	<u>4,60</u>	<u>2,50</u>	<u>9,50</u>	<u>0,10</u>	1,212
	0,016	0,243	0,456	0,092	0,031	0,22	0,004	
№ 2	<u>0,30</u>	<u>9,99</u>	<u>7,55</u>	<u>4,80</u>	<u>2,80</u>	<u>10,0</u>	<u>0,10</u>	1,065
	0,018	0,355	0,362	0,096	0,034	0,23	0,004	
№ 3	<u>0,27</u>	<u>0,72</u>	<u>1,25</u>	<u>0,50</u>	<u>0,20</u>	<u>1,30</u>	<u>0,06</u>	0,149
	0,017	0,025	0,060	0,010	0,002	0,030	0,002	
№ 4	<u>0,55</u>	<u>0,25</u>	<u>0,20</u>	<u>0,40</u>	<u>0,20</u>	<u>0,35</u>	<u>0,10</u>	0,077
	0,034	0,009	0,010	0,008	0,002	0,008	0,004	
№ 5	<u>0,57</u>	<u>0,09</u>	<u>0,25</u>	<u>0,40</u>	<u>0,20</u>	<u>0,29</u>	<u>0,20</u>	0,104
	0,035	0,032	0,012	0,008	0,0024	0,007	0,008	

пылеватый; в точке 5 – суглинок средний мелкопылеватый (табл. 3).

Солевой состав почв прибрежной зоны зависит от блока экотона и типа элементарного ландшафта (табл. 4). В точке 1 (экстраактивный экотон “вода–суша”, супераквальный тип) расчет гипотетических солей показал, что в сильнозасоленных горизонтах состав солей следующий: Ca(HCO₃)₂ – 0,021%, CaSO₄ – 0,305%, Na₂SO₄ – 0,375%, NaCl – 0,252%, MgCl₂ – 0,117% (преобладают токсичные соли – 0,844%, нетоксичные составляют 0,326%). В точке 2 (экстраактивный экотон, супераквальный тип) качественный состав солей: Ca(HCO₃)₂ – 0,024%, CaSO₄ – 0,030%, Na₂SO₄ – 0,213%, NaCl – 0,403%, MgCl₂ – 0,132% (преобладают токсичные соли – 0,748%, нетоксичные соли составляют 0,054%). В переходном и автономном типе корнеобитаемый слой почв по степени засоления относится к незасоленным.

Почвенно-экологический профиль четко отражает границы блоков экотонной системы, и каждая площадка соответствует определенному типу элементарного ландшафта с его историей развития и особенностями современной природно-антропогенной эволюции: в точках 1, 2 – современные аллювиальные засоленные глинистые и тяжелосуглинистые почвы (экстраактивный экотон “вода–суша” и супераквальный тип ландшафта), в точках 3, 4 – полугидроморфные незасоленные почвы (дистантный экотон “суша–вода” и переходный тип элемен-

тарного ландшафта); в точке 5 – зональные почвы каштанового типа с незасоленным гумусовым горизонтом (краевой дистантный экотон и автономный тип ландшафта).

Объект “Хар-Булук”. Уникальность расположенного на Ергенях объекта “Хар-Булук” в умеренно аридной зоне заключается в особых ландшафтных условиях, определяющих наличие и распределение автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почв. В почвенном покрове автономного ландшафта денудационно-эрозионной равнины в комплексе с зональными почвами отмечено присутствие почв поверхностного и грунтового увлажнения, связанных как с мезорельефом, так и с линзами грунтовых вод. Для этих почв характерен тяжелосуглинистый и глинистый состав (за исключением гумусового горизонта), слабая засоленность (плотный остаток 0,355–0,549%), высокая влажность почв (в пределах НВ). Для автономного ландшафта характерны слабоминерализованные воды (минерализация составляет 0,90 г/л), химизм по катионному составу кальциево-натриевый (1,24 мг-экв/л Ca²⁺ и 4,06 мг-экв/л Na⁺), по анионному составу – хлоридно-сульфатный (2,70 мг-экв/л Cl⁻ и 3,15 мг-экв/л SO₄²⁻), реакция pH нейтральная и слабощелочная. В зоне контакта с гумусово-аллювиальным горизонтом наряду с примесями гумуса и окислом марганца обнаружены заметные новообразования в виде стяжений оксидов железа [16, 18].

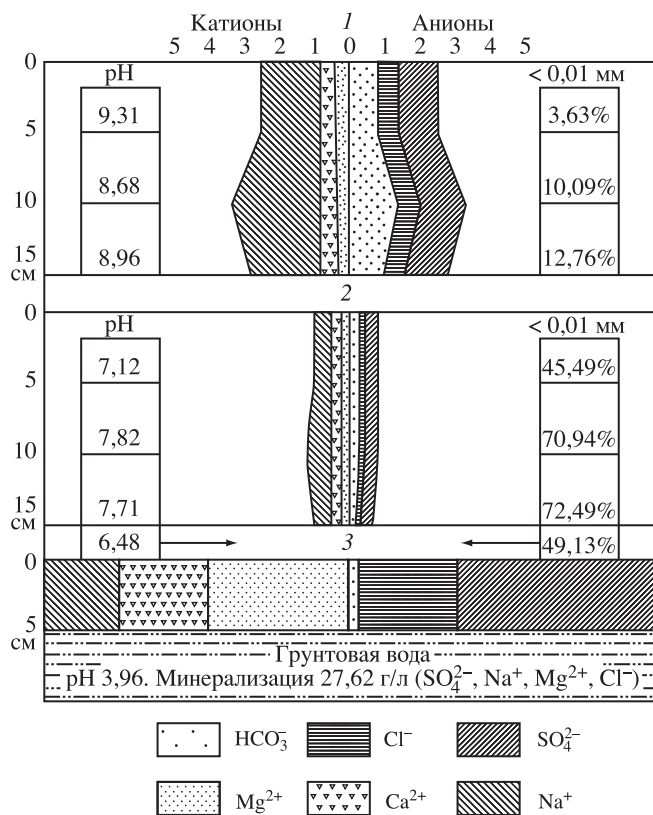


Рис. 2. Солевые профили почв и данные по pH и физической глине (полигон “Хар-Булак”) Элементарные типы ландшафтов: 1 – элювиальный; 2 – трансэлювиальный; 3 – супераквальный

В средней части склона балки “Хар-Булак” характерно появление различных по степени эродированности комплексов светло-каштановых почв и солонцов с укороченным профилем, сформированным под влиянием эрозионных процессов. Грунтовые воды расположены глубже 2–3 м. Почвы слабозасоленные; здесь созданы условия промачивания, при которых наиболее растворимые соли (хлориды и сульфаты натрия) вымываются из почвы в грунтовые воды. Менее подвижные соединения, в том числе CaCO₃, находятся в пределах почвенного профиля. Реакция pH нейтральная и слабощелочная.

Структура подчиненных ландшафтов (нижняя часть и днище балки) представлена комплексом и сочетаниями засоленных влажно-луговых и солонцовых почв. Здесь отмечен выход ключевых грунтовых вод, формирование химического состава которых определяется свойствами почвообразующих пород и почти не зависит от элювиальных почв. Наличие ключевых грунтовых вод в нижней части склона оказывает значительное влияние на свойства почв, их засоленность и увлажненность. Грунтовые воды минерализованы – 27,82 г/л. Анионный состав хлоридно-сульфатный (47 мг-экв/л Cl⁻ и

Соль	Тип ландшафта		
	элювиальный	трансэлювиальный	супераквальный
Ca(HCO ₃) ₂	0,120	0,039	0,014
Mg(HCO ₃) ₂	0,066	0,015	
NaHCO ₃	0,020	0,009	
Na ₂ SO ₄	0,245	0,070	0,132
MgSO ₄			0,292
CaSO ₄			0,167
NaCl	0,032		0,119
MgCl ₂	0,024	0,005	

Рис. 3. Схема распределения гипотетических солей (%) в почвах различных типов элементарных ландшафтов (полигон “Хар-Булак”)

175 мг-экв/л SO₄²⁻), катионный состав магниевонатриевый (65,5 мг-экв/л Mg²⁺ и 132,4 мг-экв/л Na⁺). Реакция pH сильноокислая – 3,96. Глубина залегания грунтовых вод от 53–160 см (в верхней части балки) до 30 см (в нижней части балки). В пределах полигона “Хар-Булак”, где встречаются слитые почвы, в корнеобитаемом слое было изучено профильное распределение гранулометрического и солевого состава почв (рис. 2). По степени засоления почвы объекта незасоленные в верхней (pH более 8–9) и средней части балки, в днище балки – средnezасоленные. По данным водной вытяжки был выполнен расчет гипотетических солей (рис. 3).

Объект “Ацан-Худук”. Среднеаридная зона включает большую часть восточной Калмыкии с преобладанием бурых полупустынных или пустынно-степных супесчаных и песчаных почв, по ([15]) – бурые аридные. Для них характерен ксерогуמוсовый горизонт, структурная и текстурная дифференциация профиля, гуматно-фульватный

Таблица 5. Гранулометрический состав (%) почв на Черных землях

Горизонт, глубина (см)	Диаметр фракций, мм						
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Участок № 1 – бурая аридная суглинистая почва							
А 0–12	16,81	62,14	0,20	6,93	7,55	6,37	20,35
В 12–20	8,03	41,43	23,94	4,17	6,99	15,44	26,60
Вк 20–40	2,75	28,11	33,90	7,62	12,87	14,75	35,24
ВС 40–75	1,41	33,82	45,31	0,45	4,65	14,36	19,46
Участок № 2 – бурая аридная песчаная почва							
А 0–14	8,96	74,50	10,25	0,96	0,93	4,40	6,29
В ₁ 15–35	6,53	79,91	6,01	2,14	1,13	4,28	7,55
В ₂ 35–55	8,57	77,74	5,94	3,11	2,26	2,38	7,75
ВС 55–75	5,03	78,53	8,32	2,55	0,61	4,96	8,12

Таблица 6. Содержание легкорастворимых солей в бурых аридных почвах, мг/экв на 100 г /%

Горизонт, см	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Плотный остаток, %
Участок № 1 – бурая аридная суглинистая почва									
А 0–12	8,19	<u>0,26</u> 0,016	<u>0,27</u> 0,010	<u>0,02</u> 0,001	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,10</u> 0,001	<u>0,20</u> 0,005	<u>0,04</u> 0,002	0,039
В 12–20	8,60	<u>0,45</u> 0,027	<u>0,17</u> 0,006	<u>0,02</u> 0,001	<u>0,30</u> 0,006	<u>0,20</u> 0,002	<u>0,15</u> 0,003	<u>0</u> 0	0,045
Вк 20–40	8,92	<u>0,57</u> 0,035	<u>0,17</u> 0,006	<u>0,10</u> 0,005	<u>0,30</u> 0,006	<u>0,20</u> 0,002	<u>0,35</u> 0,008	<u>0</u> 0	0,062
ВС 40–75	9,64	<u>1,00</u> 0,061	<u>0,18</u> 0,006	<u>0,10</u> 0,005	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,10</u> 0,001	<u>1,00</u> 0,023	<u>0</u> 0	0,105
Участок № 2 – бурая аридная песчаная почва									
А 0–14	8,63	<u>0,30</u> 0,018	<u>0,07</u> 0,003	<u>0,25</u> 0,012	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,20</u> 0,002	<u>0,10</u> 0,002	<u>0,10</u> 0,004	0,045
В ₁ 15–35	8,80	<u>0,30</u> 0,018	<u>0,07</u> 0,003	<u>0,10</u> 0,005	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,10</u> 0,001	<u>0,07</u> 0,002	<u>0,80</u> 0,003	0,036
В ₂ 35–55	8,86	<u>0,17</u> 0,011	<u>0,07</u> 0,003	<u>0,10</u> 0,005	<u>0,10</u> 0,002	<u>0,10</u> 0,001	<u>0,05</u> 0,001	<u>0,06</u> 0,002	0,025
ВС 55–75	8,75	<u>0,32</u> 0,020	<u>0,07</u> 0,003	<u>0,10</u> 0,005	<u>0,30</u> 0,006	<u>0,10</u> 0,001	<u>0,07</u> 0,002	<u>0,06</u> 0,002	0,039

состав гумуса. На опытных участках, заложенных на Черных землях Прикаспия (с 1993 г. это территория современного биосферного заповедника, а ранее эти земли использовались и были подвержены процессу опустынивания), в настоящее время отмечены сукцессионные процессы. Раститель-

ные ассоциации здесь однолетниково-ковыльные и однолетниково-кияковые. Проективное покрытие 60–70%. Изучение морфологических свойств бурых аридных почв показало, что, несмотря на отдельные деформационные признаки, вызванные в 1960–1970 годах процессами опустынивания,

Таблица 7. Гранулометрический состав (%) почв на объекте “Артезиан” (слой почвы 0–30 см)

Почва	Диаметр фракций, мм						
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Солончак глеевый соровый	0,3	55,4	9,7	8,6	10,7	15,3	34,6
Солончак глеевый типичный	0,9	68,7	5,1	5,6	5,2	14,5	25,3
Бурая аридная солончаковая	0,5	74,6	5,4	0,2	13,2	6,1	19,5
Бурая аридная песчаная	7,75	77,20	18,13	1,56	1,03	4,34	6,93

Таблица 8. Содержание легкорастворимых солей (%) в почвах сильно аридной зоны (слой почвы 0–30 см)

Солевой состав, %	Почвы			
	солончак глеевый соровый	солончак глеевый типичный	бурые солончаковые почвы	песчаные
Ca(HCO ₃) ₂	0,029	0,050	0,049	0,044
CaSO ₄	0,126	0,0010	0,190	0,004
Na ₂ SO ₄	–	0,461	0,108	0,053
MgSO ₄	–	–	0,216	0,005
NaCl	1,614	1,147	–	–
MgCl ₂	0,611	0,124	0,028	0,005
CaCl ₂	0,648	–	–	–
Сумма солей	3,028	1,792	0,591	0,107

генетико-диагностические признаки зональных бурых аридных почв в основном сохранены. Это выражено в последовательном чередовании горизонтов А, В, Вк, ВС и их мощности, хотя отдельные различия между участками объясняются их гранулометрическим составом, геоморфологией и историей формирования. По данным гранулометрического состава суглинистые и песчаные варианты бурых аридных почв подтверждают, что в трансформированных пастбищной дигрессией почвах отсутствуют ксерогумусовый горизонт, а ксерометаморфический горизонт В существенно отличается по грансоставу от горизонта А, причем это отличие касается только суглинистого варианта (участок № 1) и фракции мелкого песка и крупной пыли (табл. 5). На связных песках (участок № 2) распределение фракций по профилю почвы в основном ровное (преобладающая фракция – песок мелкий).

По степени засоления верхний слой (0–75 см) изученных почв – незасоленный, глубже залегают верхнечетвертичные морские отложения, представленные светло-бурыми песчаными и супесчаными, реже суглинистыми засоленными породами (табл. 6) [19].

В комплексе с бурыми аридными почвами здесь распространены лугово-бурые полупустынные (гидроморфизированные), которые формируются в понижениях рельефа под белопопынно-злаковой растительностью в условиях дополнительного поверхностного увлажнения. Отличаются относи-

тельно повышенным содержанием гумуса, пониженным горизонтом вскипания. Почвообразующая порода засоленная.

Объект “Артезиан”. Согласно природному районированию Прикаспийской полупустыни [19], сильно аридная зона включает Приморскую песчано-солончаковую равнину (–28 м над уровнем моря), Прикумскую грядово-ложбинную равнину (от –10 до –21 м) и восточную часть Нарын-Худукского озера бессточного района (–10 м над уровнем моря). Почвообразующие породы – позднехвалынские морские отложения. Почвенный покров представлен солончаками, бурыми солончаковыми почвами и перевеянными бугристо-грядовыми песками. В Нарын-Худукской тектонической депрессии солончаки соровые (гидроморфные) не имеют отчетливо выраженной солевой корки без гумусовых аккумуляций, ниже залегает черный иловатый сульфидный солевой горизонт, который сменяется глеевой сильноминерализованной толщей, с близким залеганием (около 1 м) засоленных грунтовых вод. В Приморской песчано-солончаковой практически безводной низменной равнине почвы представляют собой сочетание суглинистых солончаковых, песчаных, бурых аридных супесчаных и легкосуглинистых солончаковых почв (табл. 7).

Грунтовые воды на глубине 1–2 м. По солевому составу песчаные почвы в верхних слоях за счет легкого грансостава незасоленные, глубже представлены засоленными верхнехвалынскими песча-

но-глинистыми слоями. Расчет гипотетических солей по данным водной вытяжки изученных почв, представленный в таблице 8, свидетельствует о солевом составе в основных почвах этого района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По климатическим параметрам большая часть территории Калмыкии относится к умеренно аридной зоне ($NIA = 0,4-0,6$) и среднеаридной зоне ($NIA = 0,6-0,7$). По В.А. Николаеву [21], полупустынная ландшафтная зона служит “экотонным пустынно-степным рубежом”, где происходят заметные изменения гидротермических условий. Слабо аридная зона ($NIA = 0,4$) охватывает юго-западную окраину степной зоны, сильно аридная зона ($NIA > 7$) занимает крайнюю юго-восточную пустынную часть.

В пределах Калмыкии выделены три основные морфоструктуры: Кумо-Манычская впадина, Ергенинская возвышенность и Прикаспийская низменность. Каждая структура имеет свою геологическую и тектоническую историю развития, связанную в равной степени с бассейном Каспийского моря. Применительно к выделенным аридным зонам отмечена следующая привязка: Прикаспийская низменность примыкает к сильно аридной (А) и среднеаридной (В) зонам, Ергенинская возвышенность и Кумо-Манычская впадина – к умеренно аридной зоне (С).

Структура почвенного покрова Калмыкии формируется при тесном взаимодействии биоклиматического и геоморфолого-литологического факторов. Отличительной особенностью территории полупустынной зоны является комплексность почвенно-растительного покрова, при которой мелко дифференцированный ландшафт приобретает свойства межзональной геосистемы.

Почвы умеренно аридной зоны (С), отнесенные к каштановому типу, характеризуются комплексностью, морфоструктурной неоднородностью, вызванной ландшафтной дифференциацией, геолого-геоморфологическими особенностями элементарных ландшафтов и флуктуационной эволюцией природных геосистем. В долине Маныча (объекты “Яшалта” и “Чограй”) изучение почв показало, что почвенно-экологический профиль четко отражает границы блоков экотонной зоны в системе “вода-почва” (от экстраактивного экотона до краевого дистантного экотона). Каждому из блоков экотонной зоны присущ свой тип почв с определенным гранулометрическим и солевым составом. По степени засоления – от сильнозасоленных до незасоленных, по грансоставу – от суглинка среднего до глины средней. На объекте “Хар-Булак” (Ергени) распределе-

ние солевых профилей и грансостава почв зависит от типа элементарных ландшафтов (элювиального, трансэлювиального и супераквального). Особенности этого объекта (наличие в элювиальном ландшафте линз слабоминерализованных грунтовых вод, влияющих на глинистый грансостав и слабую засоленность почв; наличие в супераквальном ландшафте засоленных кислых вод с $pH\ 3,96$) делают этот участок Ергени уникальным.

В среднеаридной зоне (В) преобладают бурые песчаные и супесчаные аридные почвы, которые характеризуются (по сравнению с зоной С) меньшей комплексностью, что связано с легким гранулометрическим составом почвообразующих пород и менее дифференцированным рельефом. Как суглинистые, так и супесчаные варианты бурых аридных почв по степени засоления в слое 0–75 см незасоленные, глубже залегают почвообразующие, в разной степени засоленные суглинки и пески.

В сильно аридной зоне (А) преобладают солончаки, бурые солончаковые почвы и бугристо-грядовые пески. Для этой зоны характерно наличие как засоленных почв с суммой солей свыше 3%, так и незасоленных песчаных почв с величиной плотного остатка менее 0,2%. Гранулометрический состав почв этой зоны представлен песчаными и суглинистыми вариантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Концепция экосистемного мониторинга аридных зон юга России // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России: Сб. науч. ст. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 17–34.
2. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 170 с.
3. Виноградов Б.В., Сорокин А.Д., Федотов П.Б. Картографирование климатической аридности территории Калмыкии // Биота и природная среда Калмыкии: Сборник статей под ред. И.С. Зонна и В.М. Неронова. М.: ТОО “Коркис”, 1995. С. 253–258.
4. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1968. 490 с.
5. Димо Н.А., Келлер Б.А. В области полупустыни. Саратов, 1907. 185 с.
6. Щеглов И.Л. Почвы Калмыцкой области. Ч. 1. Б-Дербетовский улус и Ергенинская возвышенность. Саратов, 1926.
7. Щеглов И.Л. Почвы Калмыцкой области. Ч. 2. Низменная степь. Саратов, 1929.
8. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западная часть). М.: Изд-во АН СССР, 1950. 256 с.
9. Ковда В.А. Почвы аридной зоны // Почвы аридной зоны как объект орошения. М.: Наука, 1968. С. 5–24.

10. Зонн С.В. Опустынивание природных ресурсов аграрного производства Калмыкии за последние 70 лет и меры борьбы с ними // Биота и природная среда Калмыкии: Сб. статей под ред. И.С. Зонна и В.М. Неронова. М.: ТОО "Коркис", 1995. С. 19–52.
11. Герасимов И.П. Почвы Прикаспийской низменности // Почвы СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1939. Т. 8. 277 с.
12. Антипов-Каратаев И.Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов в СССР // Мелиорация почв в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 9–26.
13. Зимовец Б.А. Почвенные ресурсы Прикаспийского региона и агроэкологическая концепция их использования // Агроэкологические проблемы российского Прикаспия. Волгоград, 1994. С. 38–46.
14. Лобова Е.В., Хабаров А.В. Почва. М.: Мысль, 1983.
15. Классификация и диагностика почв России / Авт. и сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
16. Ташнинова А.А. Характеристика основных типов почв Ергеней // Актуальные проблемы современных аграрных технологий: Мат-лы российской науч. конф. студентов и молодых ученых, 12–13 апреля 2006. Астрахань: Изд. дом "Астраханский университет", 2006. С. 42–44.
17. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во географ. лит., 1961. 495 с.
18. Ташнинова Л.Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста: АПП "Джангар", 2000. 216 с.
19. Бекеева Н.Л., Ташнинова Л.Н., Чемидов М.М. Бурье пустынно-степные почвы биосферного заповедника "Черные земли": морфологический и химический состав // Вестник КИСЭПИ. Элиста, 2006. № 2. С. 108–113.
20. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М.: Наука, 1979. 141 с.
21. Николаев В.А. Евразийская полупустыня (к 100-летию открытия полупустынной природной зоны) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2007. № 6. С. 3–9.

SOILS OF ARID ZONES OF KALMYKIA

L.N. Tashninova, A.A. Tashninova

Materials of expedition and analytical researches with use of literary sources are considered in the article. Features of basis soils types and spatial variability of soil properties in semiarid ecosystems of Kalmykia are shown.

Key words: arid zones, index of aridity, elementary landscape, morphological structure, ecoton.

REFERENCES

1. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L. 2006. [The concept of ecosystem monitoring of arid zones of the south of Russia]. In: *Sovremennye problemy aridnykh i semiaridnykh ekosistem yuga Rossii. Sbornik nauchnykh statey. [Current problems of arid and semiarid ecosystems of southern Russia. Collection of scientific articles]*. Rostov-on-Don, SSC RAS Publishers: 17–34. (In Russian).
2. *Agroklimaticheskie resursy Kalmytskoy ASSR. [Agroclimatic resources of the Kalmyk ASSR]*. 1974. Leningrad, Gidrometeoizdat: 170 p.
3. Vinogradov B.V., Sorokin A.D., Fedotov P.B. 1995. [Mapping of climate aridity in Kalmykia]. In: *Biota i prirodnaya sreda Kalmykii. [Biota and natural environment of Kalmykia]*. Moscow, “Korkis”: 253–258. (In Russian).
4. Arinushkina E.V. 1968. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. [Guidance on chemical analysis of soil]*. Moscow, Moscow State University: 490 p. (In Russian).
5. Dimo N.A., Keller B.A. 1907. *V oblasti polupustyni. [In the area of semi-desert]*. Saratov: 185 p. (In Russian).
6. Shcheglov I.L. 1926. *Pochvy Kalmytskoy oblasti. Ch. 1. B-Derbetovskiy ulus i Ergeninskaya vozvyshennost'. [Soils of Kalmykia region. Part 1. B-Derbetovsky Ulus and Ergeninskaya hill]*. Saratov: 172 p. (In Russian).
7. Shcheglov I.L. 1929. *Pochvy Kalmytskoy oblasti. Ch. 2. Nizmennaya step'. [Soils of Kalmykia region. Part 2. The lowland steppe]*. Saratov: 178 p. (In Russian).
8. Kovda V.A. 1950. *Pochvy Prikaspiyskoy nizmennosti (severo-zapadnaya chast'). [Soils of the Caspian lowland (north-western part)]*. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences: 256 p. (In Russian).
9. Kovda V.A. 1968. [Soils of arid zone]. In: *Pochvy aridnoy zony kak ob"ekt orosheniya. [Soils of arid zone as an object of irrigation]*. Moscow, Nauka: 5–24. (In Russian).
10. Zonn S.V. 1995. [Desertification of the natural resources of the agricultural production of Kalmykia in the last 70 years, and their control measures]. In: *Biota i prirodnaya sreda Kalmykii. [Biota and natural environment of Kalmykia]*. Moscow, Korkis: 19–52. (In Russian).
11. Gerasimov I.P. 1939. [Soils of the Caspian lowland]. In: *Pochvy SSSR. T. 8. [Soils of the USSR. Vol. 8]*. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences: 277 p. (In Russian).
12. Antipov-Karataev I.N. 1958. [Questions of origin and geographical distribution of solonchaks in the USSR]. In: *Melioratsiya pochv v SSSR. [Melioration of soils in the USSR]*. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences: 9–26. (In Russian).
13. Zimovets B.A. 1994. [Soil resources of the Caspian region and agro-ecological concept of their use]. In: *Agroekologicheskie problemy rossiyanskogo Prikaspiya. [Agroecological problems of the Russian Caspian Sea region]*. Volgograd: 38–46. (In Russian).
14. Lobova E.V., Khabarov A.V. 1983. *Pochva. [Soil]*. Moscow, Mysl' Publ.: 303 p. *Seriya: Priroda mira. [Series: The nature of the world]*. (In Russian).
15. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. 2004. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. [Classification and diagnosis of soils of Russia]*. Smolensk, Oykumena: 342 p. (In Russian).
16. Tashninova A.A. 2006. [Characteristics of the main types of soil of Ergeni]. In: *Aktual'nye problemy sovremennykh agrarnykh tekhnologiy. Materialy Rossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchennykh, 12–13 aprelya 2006. [Actual problems of modern agricultural technologies: Materials of the Russian scientific conference of students and young scientists, April 12–13, 2006]*. Astrakhan, Publishing house “Astrakhan University”: 42–44. (In Russian).
17. Perel'man A.I. 1961. *Geokhimiya landshafta. [Geochemistry of the landscape]*. Moscow, Publishing house of geographical literature: 495 p. (In Russian).
18. Tashninova L.N. 2000. *Krasnaya kniga pochv i ekosistem Kalmykii. [The Red Book of soils and ecosystems of Kalmykia]*. Elista, Dzhangar: 216 p. (In Russian).

19. Bekeeva N.L., Tashninova L.N., Chemidov M.M. 2006. [Brown desert-steppe soils of Biosphere Reserve "Black Land": morphological and chemical composition]. *Vestnik KISEPI*. 2: 108–113. (In Russian).
20. Dorskach A.G. 1979. *Prirodnoe rayonirovanie Prikaspiyskoy polupustyni*. [Natural zoning of the Caspian semi-desert]. Moscow, Nauka: 141 p. (In Russian).
21. Nikolaev V.A. 2007. [Eurasian semidesert (to the 100 anniversary of the discovery of the natural semi-desert area)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. 6: 3–9. (In Russian).