



Геоэкология / Geoeology
Оригинальная статья / Original article
УДК 631.412
DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-86-96

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА «ХАРБИНСКИЙ»

Алексей А. Булуктаев

*Калмыцкий научный центр Российской академии наук,
Элиста, Россия, buluktaev89@mail.ru*

Резюме. Цель. В данной статье рассматривается современное состояние химического состава почв заказника федерального значения «Харбинский», находящегося на территории Юстинского и Яшкульского районов Республики Калмыкия. Преобладающий почвенный состав заказника составляют комплексы бурых полупустынных почв с солонцами и песками. Данные почвы сильно подвержены эрозии, главным образом ветровой. Ей способствует легкий механический состав почв, землепользование и засушливый климат, в котором развиваются лишь изреженные полупустынные травостои, не создающие плотной дернины. **Методы.** Для общей характеристики почв проводились следующие анализы: анализ водной вытяжки (почвы анализировались на содержание катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^{+} , анионов HCO_3^{-} , Cl^{-} и SO_4^{2-} , а также pH), анализ содержания азота, фосфора и калия, а также определение тяжелых металлов. **Результаты.** В результате химического анализа установлено, что почвы на территории поселков более засолены, чем в степи. Исследованные почвы содержат мало гумуса, он изменяется в пределах от 0,37 до 4,66%. Содержание азота в почве на территории заказника колеблется от 24,5 до 64,8 мг/1000 г. Содержание подвижного фосфора в исследованных почвах изменяется в широком диапазоне от 14,0 до 150,0 мг/1000 г. Исследованные почвы слабо обеспечены обменным калием, содержание которого колеблется в пределах от 0,12 до 1,17 мг/1000 г. **Выводы.** В результате проведенного исследования установлено, что сельскохозяйственная деятельность приводит к изменению химического состава почв: изменяется тип и степень засоления, меняется макроэлементный состав почв, увеличивается содержание тяжелых металлов.

Ключевые слова: федеральный заказник, почвенный покров, химические свойства, Республика Калмыкия.

Формат цитирования: Булуктаев А.А. Физико-химический состав почв федерального заказника «Харбинский» // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N4. С.86-96. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-86-96

PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF SOILS OF THE FEDERAL NATURE RESERVE "KHARBINSKY"

Aleksey A. Buluktaev

*Kalmyk Scientific Center of the RAS,
Elista, Russian Federation, buluktaev89@mail.ru*

Abstract. Aim. This article discusses the current state of the chemical composition of the soils of the Kharbinsky federal nature reserve located on the territory of Yustinsky and Yashkulsky districts of the Republic of Kalmykia. The predominant soil compositions of the reserve are complexes of brown semi-desert soils with saline and sands. These soils are highly susceptible to erosion, mainly wind. Erosion is facilitated by the light mechanical composition of soils, land use and arid climate where only sparse semi-desert grass stands to grow thus creating no dense turf. **Methods.** For the general characteristics of the soil, the



following analyzes were carried out: analysis of water extraction (the soils were analyzed for Ca^{2+} , Mg^{2+} and Na^{+} cations, HCO_3^{-} , Cl^{-} and SO_4^{2-} anions as well as pH), analysis for the content of nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the determination of heavy metals. **Results.** As a result of chemical analysis, it was found that the soils in the settlements are more saline than in the steppe. The studied soils contain little humus, it varies from 0.37 to 4.66%. The nitrogen content in the soil in the reserve varies from 24.5 to 64.8 mg/1000 g. The content of mobile phosphorus in the studied soils varies over a wide range from 14.0 to 150.0 mg/1000 g. The studied soils are insufficiently supplied with exchangeable potassium, the content of which ranges from 0.12 to 1.17 mg/1000 g. **Conclusions.** As a result of the study, it was established that agricultural activity leads to a change in the chemical composition of the soil: macroelement composition of the soil, type and degree of salinization change; content of heavy metals increases.

Keywords: Federal Reserve, soil cover, chemical properties, Republic of Kalmykia.

For citation: Buluktaev A.A. Physical and chemical composition of soils of the federal nature reserve "Kharbinsky". *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 4, pp. 86-96. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-86-96

ВВЕДЕНИЕ

Государственный природный заказник федерального значения «Харбинский» расположен на территории Яшкульского и Юстинского районов Республики Калмыкия. Площадь его территории составляет 163 900 га. Организован он постановлением Совета Министров Российской Советской Федеративной Социалистической Республики (далее – РСФСР) в 1982 г., однако функционировать заказник стал согласно приказу Главохоты РСФСР только в 1987 г. Основные задачи «Харбинского» заказника заключаются в сохранении и восстановлении редких и исчезающих видов животных и растений, однако стоит отметить, что еще одной немаловажной задачей деятельности заказника является – сохранение целостности почвенного покрова данной территории.

Особо охраняемые природные территории сохраняют средообразующие функции природы и биоразнообразие экосистем [1]. В настоящее время заказник находится под ведомством Государственного природного биосферного заповедника «Черные земли», который осуществляет охрану территории и мероприятия по изучению и сохранению биологического разнообразия.

Территория заказника «Харбинский» находится на плоском увале Волго-Сарпинского водораздела, который идет параллельно современному руслу реки Волга. Этот водораздел выше уровня Сарпинской низменности на 1,0-1,5 м, и сложен породами, которые характеризуются более легким механическим составом, чем окружающие участки Сарпинской низменности, что в со-

четании с приподнятым положением рельефа приводит к более сильному проявлению действия ветровой эрозии. Стоит также отметить, что на территории заказника отсутствует гидрографическая сеть, однако, в некоторые годы, часть пересохших озер на исследуемой местности может наполняться талой и дождевой водой в весеннее время, но в летнее время они вновь пересыхают и образуют саги, которые характеризуются высокой минерализацией.

Климат этой территории резкоконтинентальный, с очень жарким и сухим летом, и суровой малоснежной зимой.

Почвенный покров заказника сложен бурыми полупустынными песчаными и супесчаными почвами, а также их комплексами с солонцами и песками различной степени закрепления. Легко суглинистые разновидности данных почв имеют небольшое распространение на территории заказника. Процессы почвообразования здесь происходят зонально по бурому почвообразовательному процессу [2]. Данные почвы сильно подвержены эрозии, преимущественно ветровой. Этому способствует легкий гранулометрический состав почв, сельскохозяйственная деятельность (в сфере землепользования) и засушливый климат. На данных почвенных разностях развиваются лишь изреженные полупустынные и пустынные травостой, которые не создают плотной дернины. Но основная причина начала процессов эрозии – это неправильное использование пастбищ (перевыпас скота), при котором разрушается и только что образовавшаяся



дернина. На территории заказника имеются участки полностью лишенные растительности – это открытые пески, которые при действии ветра с каждым годом увеличивают свою площадь. Действие ветра зачастую приводит к образованию барханных песков. Именно поэтому в настоящее время необходимо проводить работы по закреплению открытых песков, путем насаждения культур способных связывать пески – овес песчаный, джугун, терескен, житняк и др. Кроме того, необходимо повышать продуктивность пастбищ ведь численность поголовья скота на этой территории очень высокая и в десятки раз превышает численность населения.

Признаки и свойства бурых полупустынных почв в целом не распространяются на почвенный покров всей территории исследуемых хозяйств, так как бурые почвы, как правило, не залегают в «чистом виде», т. е. в виде однородных массивов. Бурые почвы на территории хозяйств представлены несолонцеватыми, солонцеватыми и редко сильно солонцеватыми разновидностями [3; 4].

На территории заказника расположены 5 хозяйств: Полынный, Харбинский, Юстинский, Эрдниевский и Молодежный, однако населенных пунктов на территории заказника нет. Численность населения этих хозяйств по данным статобработки сельского населения Республики Калмыкия на 2018 г. составляет более 3 тыс. человек, 5 поселков по 415–809 человек, 4 фермы и свыше 30 чабанских стоянок (крестьянско-фермерские хозяйства далее – КФХ), КФХ и фермы находятся на территории заказника.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы почвы заказника «Харбинский». Фоновые образцы были отобраны вдали от поселков, крестьянско-фермерских хозяйств, а также линий электропередач и дорог, на целине. Образцы почв, подверженные антропогенным воздействиям, были отобраны на территории поселков Юста, Полынный (калм. назв. *Бергин*), Эрдниевский, Молодежный и Харба. Почвенные образцы п. Харба были отобраны в 9 точках, так как эта территория подвергается наиболее сильной антропогенной нагрузке. Отбор почвенных образцов на всех исследуемых

участках был проведен с глубины 0–30 см (рис. 1).

По флористическому районированию территория заказника представляет собой участок Прикаспийской провинции входящий в пустынную область. Основу травостоя здесь составляют: эдификаторы степи, многолетние дерновинные злаки – такие как ковыль, житняк, тонконог и овсяница, эфемеры и эфемероиды – мятлик, неравноцветник и др., а также виды характерные для пустынь – это полукустарнички – полыни, ромашник. На солончаках и солончаках произрастают сарсазановые сообщества, на песках отмечена эфедра двухколосковая – единственное голосеменное растение на территории Калмыкии.

Перечисленные факторы характеризуют данную территорию предрасположенной к процессам опустынивания. Именно поэтому, необходимо проводить мониторинг сельскохозяйственной деятельности на территории заказника и исследовать ее влияние на изменение химического состава почвенного покрова.

Цель работы заключается в исследовании изменения химического состава почв, находящихся на особо охраняемых природных территориях, при влиянии сельскохозяйственной деятельности. Поставленная цель обусловила следующие задачи: 1. Отобрать образцы почв исследуемых территорий; 2. Провести химический анализ образцов; 3. Установить влияние сельскохозяйственной деятельности на изменение химического состава исследуемых почв.

участках был проведен с глубины 0–30 см (рис. 1).

Катионы Ca^{+2} и Mg^{+2} определяли по ГОСТ 26487-85 трилонометрически, катионы K^{+} и Na^{+} определяли методом пламенной фотометрии при длинах волн 766,5 и 589,0 нм по ГОСТ 26427-85. Анионы Cl^{-} аргенометрически в присутствии индикатора хромата калия (ГОСТ 26425-85). Анионы HCO_3^{-} определяли по ГОСТ 26424-85 ацидиметрически с индикатором метиловым оранжевым. pH водной вытяжки определяли потенциометрическим методом с водородным электродом по ГОСТ 26483-85. Анионы SO_4^{2-} турбидиметрическим методом по об-



разованию осадка сульфата бария (ГОСТ 26426-85). Оценка степени засоления почв проводилась по величине сухого остатка,

тип засоления по соотношению хлоридов и сульфатов.

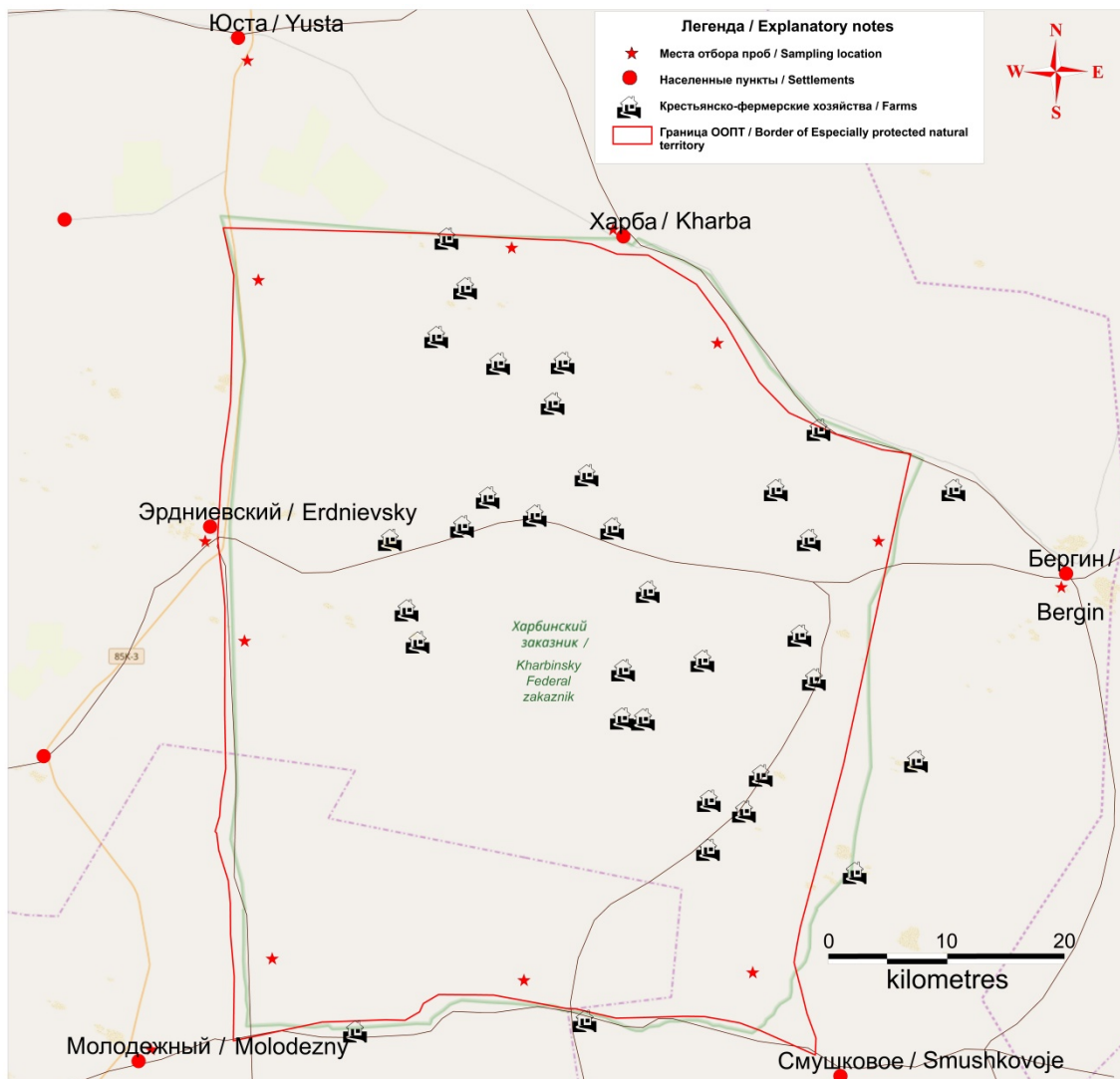


Рис.1. Места отбора проб на территории заказника
Fig.1. Sampling sites in the nature reserve

В солянокислой вытяжке из почв проводили определение фосфора, азота в почвах по общепризнанным методикам.

Фосфор. Метод заключается в способности ортофосфорной кислоты в кислой среде в присутствии молибдат-ионов и восстановителей (гидрохинона и сульфита натрия) образовывать фосфорномолибденовую гетерополиоксиду синего цвета. Интенсивность краски пропорциональна содержанию фосфора в растворе, фотометрирование проводили при длине волны 590 нм.

Азот. Азот белковых и близких к ним веществ освобождается в форме NH_3 , образующего с H_2SO_4 – сульфат аммония. Сульфат аммония, вступая в химическую реакцию, с реактивом Несслера образует йодистый меркураммоний, придающий желтую окраску раствору, интенсивность которой зависит от количества солей аммония. Фотометрирование проводили при длине волны 440 нм.

Определение органического углерода проводили по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91).



Определение тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, As, Mn, Cd, Ni, Co, Cr, Hg), проводи-

ли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с селективными лампами.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Чернова О.В. и Бекецкая О.В. считают, что для определения степени антропогенного воздействия на природную среду нужно знать фоновые содержания в почве элементов, имеющих и естественное, и техногенное происхождение [5].

Результаты исследования солевого состава водной вытяжки из почв Федерального заказника «Харбинский» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Водная вытяжка из почвы территории Харбинского заказника (глубина 0-30 см)

Table 1

Soil-water extract in the territory of the Khaarbinsky reserve (depth 0-30 cm)

Место отбора Sampling location	Сухой остаток Dry residue	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In numerator is mEq / 100 g of soil, In denominator – %						Тип засоления Salinity type
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Фоновые территории заказника / Background areas of the reserve								
Юг заказника South of the reserve	0,260	<u>1,000</u> 0,061	<u>0,156</u> 0,008	<u>3,000</u> 0,107	<u>0,600</u> 0,012	<u>0,800</u> 0,009	<u>2,756</u> 0,063	Cl
Север заказника North of the reserve	0,192	<u>0,800</u> 0,049	<u>0,234</u> 0,012	<u>2,000</u> 0,071	<u>0,600</u> 0,012	<u>0,600</u> 0,007	<u>1,834</u> 0,042	Cl
Запад заказника West of the reserve	0,356	<u>0,400</u> 0,024	<u>1,328</u> 0,064	<u>4,000</u> 0,142	<u>0,400</u> 0,008	<u>0,400</u> 0,005	<u>4,928</u> 0,113	Cl
Восток заказника East of the reserve	0,495	<u>4,000</u> 0,244	<u>0,935</u> 0,045	<u>2,000</u> 0,071	<u>0,800</u> 0,016	<u>0,200</u> 0,003	<u>4,935</u> 0,114	S-Cl
Юго-запад заказника Southwest of the reserve	0,578	<u>0,800</u> 0,049	<u>3,748</u> 0,18	<u>5,000</u> 0,178	<u>0,600</u> 0,012	<u>4,200</u> 0,050	<u>4,748</u> 0,109	S-Cl
Юго-восток заказника Southeast of the reserve	0,191	<u>0,800</u> 0,049	<u>0,312</u> 0,015	<u>2,000</u> 0,071	<u>0,800</u> 0,016	<u>1,200</u> 0,014	<u>1,112</u> 0,026	Cl
Северо-запад заказника Northwest of the reserve	0,315	<u>1,000</u> 0,061	<u>0,890</u> 0,043	<u>3,000</u> 0,107	<u>1,000</u> 0,02	<u>0,400</u> 0,005	<u>3,490</u> 0,080	Cl
Сев.-восток заказника Northeast of the reserve	0,548	<u>0,800</u> 0,049	<u>5,622</u> 0,27	<u>2,000</u> 0,071	<u>5,200</u> 0,104	<u>1,800</u> 0,022	<u>1,422</u> 0,033	Cl-SO ₄
Соленое озеро заказника Salt water lake of the reserve	0,876	<u>1,000</u> 0,061	<u>6,089</u> 0,293	<u>7,000</u> 0,249	<u>5,800</u> 0,116	<u>3,000</u> 0,036	<u>5,290</u> 0,122	SO ₄ -Cl
Поселки / Settlements								
На тер. п. Полынный On the territory of the village of Polynny	0,417	<u>1,000</u> 0,061	<u>1,484</u> 0,072	<u>4,000</u> 0,142	<u>0,600</u> 0,012	<u>0,400</u> 0,005	<u>5,484</u> 0,126	Cl
На тер. п. Юста On the territory of the village of Yusta	0,371	<u>0,800</u> 0,049	<u>1,046</u> 0,050	<u>4,000</u> 0,142	<u>0,200</u> 0,004	<u>0,400</u> 0,005	<u>5,246</u> 0,121	Cl
На тер. п. Эрдниевский On the territory of the village of Erdnievsky	0,356	<u>0,600</u> 0,037	<u>1,046</u> 0,050	<u>4,000</u> 0,142	<u>0,200</u> 0,004	<u>0,200</u> 0,002	<u>5,246</u> 0,121	SO ₄ -Cl



На тер. п. Молодежный On the territory of the village of Molodezhniy	0,457	<u>1,200</u> 0,073	<u>0,935</u> 0,045	<u>5,000</u> 0,178	<u>0,200</u> 0,004	<u>0,200</u> 0,002	<u>6,735</u> 0,155	Cl
п. Харба / Kharba village								
Восток п. Харба East of Kharba village	0,255	<u>0,800</u> 0,049	<u>1,218</u> 0,059	<u>2,000</u> 0,071	<u>1,000</u> 0,020	<u>1,200</u> 0,014	<u>1,818</u> 0,042	SO ₄ -Cl
Запад п. Харба West of Kharba village	0,475	<u>1,000</u> 0,061	<u>1,484</u> 0,071	<u>5,000</u> 0,178	<u>1,200</u> 0,024	<u>0,200</u> 0,002	<u>6,084</u> 0,139	Cl
Север п. Харба North of Kharba village	0,248	<u>0,800</u> 0,049	<u>0,156</u> 0,008	<u>3,000</u> 0,107	<u>1,000</u> 0,002	<u>0,200</u> 0,002	<u>2,756</u> 0,063	Cl
Юг п. Харба South of Kharba village	0,622	<u>0,800</u> 0,049	<u>0,565</u> 0,026	<u>5,000</u> 0,178	<u>0,800</u> 0,002	<u>1,000</u> 0,012	<u>4,547</u> 0,105	Cl
Парк п. Харба Parc of Kharba village	0,517	<u>2,000</u> 0,122	<u>1,046</u> 0,050	<u>5,000</u> 0,178	<u>0,800</u> 0,016	<u>1,400</u> 0,017	<u>5,846</u> 0,134	Cl
Центр п. Харба Centre of Kharba village	0,215	<u>0,400</u> 0,024	<u>0,156</u> 0,008	<u>3,000</u> 0,107	<u>1,000</u> 0,020	<u>0,200</u> 0,003	<u>2,356</u> 0,054	Cl
Барханы п. Харба Dunes of Kharba village	0,204	<u>0,400</u> 0,024	<u>1,218</u> 0,059	<u>1,500</u> 0,053	<u>0,800</u> 0,016	<u>0,200</u> 0,003	<u>2,118</u> 0,049	SO ₄ -Cl
Свалка п. Харба Deposit site of Kharba village	0,357	<u>1,000</u> 0,061	<u>0,625</u> 0,030	<u>4,000</u> 0,142	<u>1,000</u> 0,02	<u>0,200</u> 0,003	<u>4,425</u> 0,102	Cl
За п. Харба Outside of Kharba village	0,522	<u>1,600</u> 0,098	<u>3,050</u> 0,146	<u>3,000</u> 0,107	<u>0,600</u> 0,012	<u>0,200</u> 0,003	<u>6,845</u> 0,157	Cl-SO ₄

Примечание: * Тип засоления: Cl – хлоридный; SO₄-Cl – сульфатно-хлоридный;

Cl-SO₄ – хлоридно-сульфатный.

Note: * Salinity type: Cl – chloride; SO₄-Cl – sulfate-chloride; Cl-SO₄ – chloride-sulfate.

В результате проведенных анализов установлено, что на фоновых территориях заказника сухой остаток находится в пределах от 0,19% до 0,88%, причем максимальные значения зафиксированы в почвах пересыхающего соленого озера и солонцах. Степень засоления фоновых почв варьирует от среднего до сильного, по типу засоления почвы – хлоридные, хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные. В среднем из катионов в исследуемых почвах выделяется натрий, из анионов преобладает хлорид-ион.

На территории поселков почвы более засолены, чем на фоновых участках: минимальное содержание сухого остатка 0,36% зафиксировано в почвах п. Эрдниевский, максимальное значение 0,46% в почвах п. Молодежный. По степени засоления — все образцы сильнозасоленные, тип засоления меняется от хлоридного до сульфатно-хлоридного. Катионный состав следующий: в почвах всех исследуемых поселков преобладают ионы натрия (максимальное содержание зафиксировано в почвах п. Молодежный – 6,735 мэкв/100 г.), ионы кальция находятся в пределах от 0,200 до 0,600

мэкв/100 г., содержание магния 0,200 мэкв/100 г. отмечено в почвах п. Эрдниевский и Молодежный, 0,0400 мэкв/100 г. в почвах п. Полынный и Юста. По анионному составу в почвах поселков преобладают хлорид ионы (от 4,000 до 5,000 мэкв/100 г.), гидрокарбонат ионы находятся в пределах 0,600–1,200 мэкв/100 г., сульфат ионы варьируют от 0,935 до 1,484 мэкв/100 г.

На территории п. Харба почвы отличаются по степени засоления от слабо до сильнозасоленных, сухой остаток варьирует от 0,20% до 0,62%. По типу засоления – хлоридные, хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные. Содержание катионов, в почвах следующее: магний варьирует от 0,200 до 1,400 мэкв/100 г., кальций содержится в пределах от 0,600 до 1,200 мэкв/100 г., минимальные значения натрия 1,818 мэкв/100 г., максимальные 6,845 мэкв/100 г. Анионный состав следующий: гидрокарбонат ионы варьируют от 0,400 до 2,000 мэкв/100 г., сульфат ионы от 0,156 до 3,050 мэкв/100 г, ионов хлора в минимуме содержится 1,500 мэкв/100 г., в максимуме 5,000 мэкв/100 г.



Органическое вещество почв, в том числе гумус, играет немаловажную роль в создании почвенного плодородия, а также в минеральном питании растений [6]. Стоит отметить, что бурые полупустынные почвы делятся на низко и очень низко обеспеченные гумусом.

В результате химического анализа почв установлено что, исследованные фоновые почвы заказника содержат гумус в пределах 1,34–4,64%. Обеспеченность почв гумусом на территориях поселков – низкая и очень низкая, так на территории поселков

содержание гумуса колеблется в пределах – 0,37–1,03%, в п. Харба содержание гумуса выше, чем у остальных поселков – 1,46–3,46%. Низкие концентрации гумуса в почвах, исследуемых поселков, можно объяснить разрушением гумусового горизонта в результате сельскохозяйственной деятельности.

Результаты химического анализа почв на содержание основных питательных элементов и гумуса представлены в таблице 2.

Таблица 2

Уровни содержания питательных элементов в почве

Table 2

The levels of nutrients in the soil				
Место отбора Sampling location	Гумус, % Humus, %	N	P	K
		мг/1000 г / mg/1000 g		
Фоновые территории заказника / Background areas of the reserve				
Юг заказника South of the reserve	2,11	56,5	46,0	0,28
Север заказника North of the reserve	3,12	56,4	90,0	0,17
Запад заказника West of the reserve	4,41	64,5	48,5	0,29
Восток заказника East of the reserve	2,11	56,7	120,0	0,27
Юго-запад заказника Southwest of the reserve	1,94	56,8	35,0	0,23
Юго-восток заказника Southeast of the reserve	4,59	56,9	72,0	0,35
Северо-запад заказника Northwest of the reserve	4,64	64,6	35,0	0,18
Сев.-восток заказника Northeast of the reserve	4,66	64,7	35,0	0,21
Соленое озеро заказника Salt water lake of the reserve	3,35	24,5	14,0	0,31
Поселки / Settlements				
На тер. п. Полинный On the territory of the village of Polynny	0,38	16,0	58,0	1,17
На тер. п. Юста On the territory of the village of Yusta	1,03	72,2	8,5	1,09
На тер. п. Эрдниевский On the territory of the village of Erdnievsky	0,52	72,5	28,5	0,47
На тер. п. Молодежный On the territory of the village of Molodezhniy	0,37	72,7	35,0	0,43
п. Харба / Kharba village				
Восток п. Харба East of Kharba village	2,95	24,0	35,0	0,14
Запад п. Харба West of Kharba village	1,74	56,0	48,5	0,12



Север п. Харба North of Kharba village	1,46	32,0	35,0	0,23
Юг п. Харба South of Kharba village	2,98	64,0	25,0	0,32
Парк п. Харба Parc of Kharba village	1,89	64,3	35,0	0,35
Центр п. Харба Centre of Kharba village	1,49	24,2	40,0	0,39
Барханы п. Харба Dunes of Kharba village	1,99	32,0	30,0	0,32
Свалка п. Харба Deposit site of Kharba village	2,86	56,1	25,0	0,35
За п. Харба Outside of Kharba village	3,46	56,3	14,0	0,31

Содержание азота в почве на фоновых территориях заказника варьирует от 24,5 до 64,8 мг/1000 г. На территории поселков содержание азота составляет 16,0–72,7 мг/1000 г., а в почвах п. Харба содержание азота соответствует 24,0–64,3 мг/1000 г. Проведенный химический анализ позволяет сделать вывод, что основная часть исследованных почв богата азотом. Высокое содержание калия на территории поселков вероятно свидетельствует об исключении данного элемента из питания растений, так как на территории поселков растительность в большинстве случаев отсутствует, тогда как на фоновых участках азота содержится меньше, вследствие выноса его растениями.

Содержание фосфора в фоновых почвах изменяется в широком диапазоне от 14,0 до 120,0 мг/1000 г., на территории поселков содержание Р находится в пределах от 8,5 до 58 мг/1000 г., на территории п. Харба данный элемент варьирует от 14,0 до 48,5 мг/1000 г. Почвы по содержанию фосфора делятся от мало до высоко обеспеченных подвижным фосфором.

Исследованные фоновые почвы заказника слабо обеспечены обменным калием, содержание которого колеблется в пределах от 0,12 до 1,17 мг/1000 г. На фоновой территории заказника калия в почвах содержится от 0,17 до 0,35 мг/1000 г. На территории поселков содержание калия выше, чем на территории п. Харба и варьирует от 0,43 до 1,17 мг/1000 г. Наименее обеспечены калием почвы п. Харба, содержание К находится в пределах от 0,12 до 0,39 мг/1000 г.

В настоящее время наиболее обстоятельно изучено загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами в пределах природных геохимических аномалий, а также в

районах расположения крупных предприятий машиностроительной, металлургической и энергетической отраслей промышленности [7; 8].

В особенно противоречивой ситуации находятся территории ООПТ, расположенные в регионах с выраженным техногенным давлением однотипных производств, традиционно не считавшихся типичными загрязнителями окружающей среды соединениями ТМ. Загрязнение тяжелыми металлами почв приводит к нарушению фитоценозов, снижению продуктивности, а значит и урожайности растений, к ухудшению гигиенических качеств сельскохозяйственной продукции. ТМ накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах и медленно удаляются при потреблении растениями, выщелачивании и эрозии [9-12]. К наиболее опасным ТМ относят медь, цинк, ртуть, мышьяк, свинец, кадмий и марганец.

Период полураспада для всех ТМ очень длинный, например для Zn он составляет от – 510 лет, для Cd – от 13 до 110, для Cu – от 310 до 1500 и для Pb – от 740 до 5900 лет.

Содержание валовых форм тяжелых металлов (далее – ТМ) в почвах, представлены в таблице 3. Результаты определения сравнены с ПДК, кларком по Виноградову, региональным кларком и фоновой концентрацией.

В качестве фоновой территории были использованы средние значения содержания ТМ в почвах заказника. Территориями подверженными антропогенным нагрузкам выступили поселки Харба, Полинный, Юста, Эрдниевский и Молодежный.



Таблица 3

Содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах

Table 3

Content of gross forms of heavy metals and arsenic in soils

Место отбора Sampling location	Zn	Cu	Cd	Pb	Mn	Co	Ni	Cr	As	Hg
	мг/100 г / mg/100 g									
Фон заказник Wildlife area	11,0	3,0	0,10	3,5	115,0	2,1	10,5	5,9	1,5	0,006
п. Харба Kharba village	24,0	9,3	0,20	5,9	294,0	6,7	18,6	7,8	2,9	0,013
п. Полынный Polynny village	18,0	8,1	0,31	5,4	174,0	5,6	17,4	12,8	3,2	0,019
п. Юста Yusta village	15,0	7,9	0,28	5,0	178,0	4,8	15,4	7,8	2,7	0,006
п. Эрдниевский Erdnievsky village	22,0	9,5	0,20	5,0	260,0	5,8	19,8	10,0	2,9	0,006
п. Молодежный Molodezhniy village	14,0	6,8	0,20	3,4	156,0	3,9	13,4	15,4	2,5	0,006
ПДК MPC	220,0	132,0	2,00	130,0	1000,0	5,0	80,0	100,0	2,0	2,100
Кларк (по Виноградову) Clark (across Vinogradov)	83,0	14,7	0,13	16,0	1000,0	18,0	58,0	83,0	1,7	0,083
Региональный кларк Regional Clark	11,0	16,0	-	-	214,0	17,0	7,0	150,0	3,0	-
Фоновая* Background territory	16,0	1,8	-	16,0	465,0	8,0	20,0	40,0	-	0,150

Примечание: * Фоновая концентрация для бурых полупустынных почв Прикаспийской низменности.

Note: * Background concentration for brown semi-desert soils of the Caspian lowland.

В результате химического анализа исследуемых почв выявлено, что на фоновой территории заказника содержание ТМ ниже, чем на территориях исследуемых поселков, что говорит об антропогенном происхождении данных элементов в почвах. Стоит предположить, что источником поступления ТМ в почву также являются атмосферные осадки, которые выступают в качестве источников вторичного загрязнения. Фоновые образцы почв заказника по содержанию исследуемых тяжелых металлов не превышают предельно допустимых концентраций, в образцах почв всех изученных поселков зафиксировано превышение ПДК по мышьяку, по кобальту превышение ПДК установлено только в почвах п. Харба, Полынный и Эрдниевский.

По содержанию валовых форм тяжелых металлов и мышьяка можно выстро-

ить следующие концентрационные ряды накопления ТМ:

фон заказник:

Mn>Zn>Ni>Cu>Cr>Pb>Co>As>Cd>Hg

п. Харба:

Mn>Zn>Ni>Cu>Cr>Co>Pb>As>Cd>Hg

п. Полынный:

Mn>Zn>Ni>Cr>Cu>Co>Pb>As>Cd>Hg

п. Юста:

Mn>Ni>Zn>Cu>Cr>Pb>Co>As>Cd>Hg

п. Молодежный:

Mn>As>Cr>Zn>Ni>Cu>Co>Pb>Cd>Hg

Общее в этих рядах — они начинаются с Mn и заканчиваются Hg, промежуточное, изменяющееся положение у Cu, Cr, Co, Pb в п. Харба, п. Полынный, п. Юста. Отличие наблюдается в почве п. Молодежный: второе место здесь занимает As.



ВЫВОДЫ

1. Таким образом, можно отметить, что сельскохозяйственная деятельность приводит к незначительному изменению солевого состава почв, меняются тип и степень засоления. Однако стоит добавить, что фоновые бурые полупустынные почвы, как основные типы почв Харбинского заказника, характеризуются легким гранулометрическим составом и в большинстве случаев засолением, а сельскохозяйственная деятельность (животноводство) приводит к их вторичному засолению.

2. В ходе исследования не установлено прямой зависимости изменения макроэлементного состава почв от влияния сельскохозяйственной деятельности. Содержание гумуса в почвах исследованных поселков ниже, чем на территории заказника, где деятельность человека умеренная. В среднем содержание Р и К в почвах заказника незначительно выше, чем на территории поселков. Содержание азота на территории заказника ниже, чем на территории поселков.

3. Для заказника Харбинский установлено возрастание приоритетности ТМ в почве в ряду $Mn > Zn > Ni > Cu > Cr > Co > Pb > As > Cd > Hg$.

Установлено, что основными загрязнителями окружающей среды ТМ являются сельское хозяйство, а также атмосферное загрязнение.

Изменения химического состава почв, вызванные сельскохозяйственной деятельностью человека, негативно влияют на биологическую активность, рост и развитие растений, и почвенную микрофлору. Например, сильное хлоридное или сульфатное засоление вызванное загрязнением почв приводит к полному «сжиганию» растительности, и ингибированию большинства почвенных ферментов. Еще одним фактором, который существенно тормозит развитие растений и ингибирует биологические свойства почв, является действия ТМ.

Подводя итог проведенному исследованию, необходимо отметить, что для сохранения биоразнообразия живой природы в первую очередь нужно задуматься о сохранении целостности почвенного покрова, как основы всего живого. Территория заказника «Харбинский» очень хрупка, неправильное и нерациональное использование этих земель приводит к нарушению ее состава, в том числе и химического.

Благодарность: Исследование проведено в рамках государственной субсидии – проект «Экологический мониторинг парагенетических ландшафтов аридных зон Юга России» (№ госрегистрации: АААА-А18-118012590162-4 (2017–2019 гг.).

Acknowledgment: The study was conducted within the framework of the state project "Environmental Monitoring of Paragenetic Landscapes of Arid Zones of Southern Russia" (state registration number: АААА-А18-118012590162-4 (2017–2019)).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самофалова И.А., Лузянина О.А., Кондратьева М.А., Мамонтова Н.В. Элементный состав почв в ненарушенных экосистемах на среднем Урале // Вестник Алтайского государственного университета. 2014. N 5 (115). С. 67-74.
2. Бакинова Т.И., Воробьева Н.П., Зеленская Е.А. Почвы Республики Калмыкия. Элиста: ЗАОР «НПП «Джангар», 1994. 231 с.
3. Ташнинова Л.Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста: АПП «Джангар». 2000. 213 с.
4. Виноградов Б.В., Сорокин А.Д., Федотов П.Б. Картографирование климатической аридности территории Калмыкии // Биота и природная среда Калмыкии. М.: ТОО Коркис. 1995. С. 253-258.
5. Чернова О.В., Бекецкая О.В. Экологическое нормирование: фоновые концентрации микроэлементов в почвах различного гранулометрического состава // Роль почв в биосфере: тр. ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. М.: МАКС Пресс. 2007. Вып. 8. С. 113-125.
6. Большаков В.Л. Надежность анализа почв: проблемы и решения. М.: Изд-во РАСХН, 1992. 143 с.
7. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. Функционально-биологический подход. М.: Наука, 2000. 185 с.
8. Галямова Г.К. Химические элементы в почвах г. Усть-Каменогорска // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, N 2. С. 120-126. DOI: 10.18470/1992-1098-2013-2-120-126
9. Сангаджиева Л.Х. Микроэлементы в почвах Калмыкии и биогеохимическое районирование ее территории. Элиста: АПП «Джангар», 2004. 115 с.
10. Tam N.F.Y., Wong Y.S., Wong M.H. Heavy metal contamination by Al-fabrication plants in Hong Kong // Environment International. 1988. V. 14. Iss. 6. P. 485-494. Doi: 10.1016/0160-4120(88)90409-6



11. Lantzy R.J., Mackenzie F.T. Atmosphere trace metals: global-cycles and assessment of man's impact // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1979. V. 43. Iss. 4. P. 511-525. Doi: 10.1016/0016-7037(79)90162-5

12. Korte N.E., Skopp J., Niebla E.E., Fuller W.H. A baseline study on trace metal elution from diverse soil types // *Water, air, and soil pollution*. 1975. V. 5. Iss. 2. P. 149-156. Doi: 10.1007/BF00282956

REFERENCES

1. Samofalova I.A., Luzyanina O.A., Kondratyeva M.A., Mamontova N.V. Elemental composition of soils in undisturbed ecosystems in the middle Urals. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university]. 2014, no. 5 (115), pp. 67-74. (In Russian)
2. Bakinova T.I., Vorob'eva N.P., Zelenskaya E.A. *Pochvy Respubliki Kalmykiya* [Soils of the Republic of Kalmykia]. Elista, Dzhangar Publ., 1994, 231 p. (In Russian)
3. Tashninova L.N. *Krasnaya kniga pochv i ekosistem Kalmykii* [Red Book of Soils and Ecosystems of Kalmykia]. Elista, Dzhangar Publ., 2000, 213 p. (In Russian)
4. Vinogradov B.V., Sorokin A.D., Fedotov P.B. Mapping of climatic aridity of the territory of Kalmykia. In: *Biota i prirodnaya sreda Kalmykii* [Biota and natural environment of Kalmykia]. Moscow, TOO Korkis Publ., 1995, pp. 253-258. (In Russian)
5. Chernova O.V., Beketskaya O.V. [Ecological rationing: background concentration of minerals in soils of various distribution of sizes]. In: *Trudy instituta ekologicheskogo pochvovedeniya MGU im. M.V. Lomonosova «Rol' pochv v biosfere»* [Proceedings of the Institute of Ecological Soil Science, Moscow State University Mv Lomonosov "The role of soil in the biosphere"]. Moscow, MAKSS Press Publ., 2007, iss. 8, pp. 113-125. (In Russian)
6. Bol'shakov V.L. *Nadezhnost' analiza pochv: problemy i resheniya* [Reliability of the analysis of soils: problems

and decisions]. Moscow, Russian Academy of Agricultural Sciences Publ., 1992, 143 p. (In Russian)
7. Dobrovol'skii G.V., Nikitin E.D. *Sokhranenie pochv kak nezamenimogo komponenta biosfery. Funktsional'no-biologicheskii podkhod* [Preservation of soils as irreplaceable component of the biosphere. Functional and biological approach]. Moscow, Nauka Publ., 2000, 185 p. (In Russian)
8. Galyamova G.K. Chemical elements in soils in Ust-Kamenogorsk. *South of Russia: ecology, development*, 2013, vol. 8, no. 2, pp. 120-126. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2013-2-120-126
9. Sangadzhieva L.Kh. *Mikroelementy v pochvakh Kalmykii i biogeokhimicheskoe raionirovanie ee territorii* [Minerals in soils of Kalmykia and biogeochemical division into districts of its territory]. Elista, Dzhangar Publ., 2004, 115 p. (In Russian)
10. Tam N.F.Y., Wong Y.S., Wong M.H. Heavy metal contamination by Al-fabrication plants in Hong Kong. *Environment International*, 1988, vol. 14, iss. 6, pp. 485-494. Doi: 10.1016/0160-4120(88)90409-6
11. Lantzy R.J., Mackenzie F.T. Atmosphere trace metals: global-cycles and assessment of man's impact. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1979, vol. 43, iss. 4, pp. 511-525. Doi: 10.1016/0016-7037(79)90162-5
12. Korte N.E., Skopp J., Niebla E.E., Fuller W.H. A baseline study on trace metal elution from diverse soil types. *Water, air, and soil pollution*, 1975, vol. 5, iss. 2, pp. 149-156. Doi: 10.1007/BF00282956

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Алексей А. Булуктаев – младший научный сотрудник отдела комплексного мониторинга и информационных технологий, Калмыцкого научного центра Российской академии наук, тел. 89963539797, ул. им. И.И. Илишкина, д. 8, г. Элиста, 358000, Россия, e-mail: buluktaev89@mail.ru

Критерии авторства

Алексей А. Булуктаев провел модельный эксперимент, написал статью и несет ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Поступила в редакцию 24.09.2018

Принята в печать 09.11.2018

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Aleksey A. Buluktaev – Junior researcher of department of complex monitoring and information technologies, Kalmyk scientific center of the Russian Academy of Sciences, ul. I.K. Ilishkina, 8, Elista, 358000, Russian Federation. Tel. 89963539797, e-mail: buluktaev89@mail.ru

Contribution

Aleksey A. Buluktaev the analysis of scientific literature, carrying out a model experiment, writing of the article and responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest

Received 24.09.2018

Accepted for publication 09.11.2018