

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТАЖЕРАНСКОЙ СТЕПИ

Л. А. Нестерова, С. Д. Полякова

*Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Россия*

*Поступила в редакцию 30 мая 2016 г.*

**Аннотация:** В статье проведен анализ эколого-хозяйственной ситуации Тажеран путем изучения состояния почвенного покрова. Выявлено благоприятно устойчивое состояние изучаемой территории, но для гарантированного дальнейшего сохранения и поддержания этих ландшафтов требуется проведение мониторинговых исследований, мероприятий экологического просвещения и других мер, направленных на сохранение природной среды, оптимизацию структуры землепользования и регулирования туристской деятельности.

**Ключевые слова:** Тажеранская степь, Прибайкальский национальный парк, почвенный покров, метод рентгенофлуоресцентного анализа, антропогенная нагрузка.

**Abstract:** The article analyzes the ecological and economic situation of the Tazheran by studying the state of the soil cover. The author showed that the studied territory is characterized by a favorable steady state. However, in order to ensure the continued conservation and maintenance of these landscapes, it is necessary to conduct monitoring studies, environmental education activities and other measures aimed at preserving the natural environment, optimizing the structure of land use and regulating tourism activities.

**Key words:** Tazheran steppe, Pribaikalsky national park, soil cover, X-ray fluorescence analysis method, anthropogenic load.

Тажеранская степь, южной границей которой служит река Анга, северной – пролив Ольхонские ворота, на востоке ограничена Байкалом, на западе Прибайкальским хребтом. Ширина участка 10-15 км, длина – около 40 км, находится в пределах Прибайкальского национального парка (Еланцовское участковое лесничество), однако, несмотря на это, испытывает достаточно сильную антропогенную нагрузку. Функциональная категория этих земель – земли сельскохозяйственного назначения, входящие в состав Национального парка без изъятия из хозяйственного использования. Владельцы земельных участков, расположенных на прибрежной территории, стремятся использовать свою землю с максимальной прибылью, и как следствие, земли зачастую используются не по назначению, вместо ведения сельского хозяйства многие участки застраиваются. До недавнего времени береговая зона Малого моря практически не имела туристской инфраструктуры за исключением базы

отдыха в поселке МРС, сейчас же все побережье буквально испещрено вновь отстроенными базами, число которых в настоящее время приближается к двум десяткам.

Численность постоянно проживающего населения, в пределах Тажеранской степи, около 5000 человек (Еланцы – 4000, Шара-Тогот – 375, Сахюрта (МРС) – 224, Тонта – 179, Хурай-Нур – 178). Плотность населения (около 8 чел. км<sup>2</sup>) не-большая, но во время туристского сезона эта цифра существенно возрастает. Сквозь всю степь от Еланцов до Сахюрты проходит автомобильная дорога (почти на всем протяжении асфальтированная), по которой в сезон перемещается нескончаемый поток туристов, стремящихся на остров Ольхон и побережье Малого моря. Линии электропередач и дороги второстепенного значения еще более усугубляют антропогенную нагрузку на регион. Наиболее популярные маршруты проходят по степи к пещере Мечта, а так же смотровым площадкам горы Танхын (989,5) и горы Ая (711,7).

Опорный разрез каштановой почвы бухты Базарная (координаты: 53,018 с.ш. 106,883 в.д.; h=467 м)

Горизонт	Глубина/ мощность, см	Морфологическое описание
Ad	0-2/2	дернина со средне разложившимися растительными остатками, включения гальки, песчаный, сухой; переход к гумусовому горизонту постепенный, незаметный
A	2-14/12	коричнево-черный, рыхлый, сухой, супесчаный, без включений; переход к горизонту АВ постепенный, незаметный.
AB	14-56/42	серо-коричневый, уплотненный, сухой, супесчаный, без включений; переход к горизонту В волнистый и заметный.
B	56-88/32	светло-серый, плотный, сухой, супесчаный, без включений; переход к горизонту ВС пильчатый, заметный
BC	88-130/42	серо-белый, плотный, сухой, супесчаный, без включений

Природные туристские объекты, которых на территории степи насчитывается более 10, провоцируют создание многочисленных нерегулируемых подъездных путей. Их хаотичное «дорогообразование» приводит к уничтожению уникального растительного покрова и нарушает природное равновесие степи.

Участок Тажеранской степи является реликтовым образованием [1]. Он локален и требует индивидуальной охраны. Состояние и устойчивость природных экосистем зависят от характера антропогенных воздействий (вида, интенсивности) и свойств самих ландшафтных геоконплексов.

Тажераны являются уникальным геологическим объектом, возраст Тажеранского массива, представленного щелочными и нефелиновыми сиенитами, насчитывает 300-460 млн. лет. Днища понижений сложены мраморами, гряды – гнейсами и амфиболитами. В мраморах проявляется древний карст с образованием пещер. В честь Тажеранских степей был назван один из новых минералов, получивший название – тажеранит (оксид циркония), природный аналог фианитов [5]. В Тажеранах господствует эрозионно-денудационный рельеф низкогорного типа с упрощенными гребневыми поверхностями и куполообразными вершинами. По периферии представлены плосковерхие с пологими склонами останцовые сопки, широко распространены предгорные шлейфы. Поверхность степи изменяется, в основном, за счет ветрового сноса, плоскостного и струйчатого смыва.

На фоне резкоконтинентального климата здесь доминируют местные климатические особенности – наибольшее число солнечных дней и возрастающая аридность. За год выпадает 200-250 мм осадков – самое малое количество в Байкальской впадине. Территория характеризуется довольно

теплым летом (среднемесячная температура июля около 16°C), зима холодная (январь до –18–19°C) и малоснежная, многие участки всю зиму могут оставаться без снега [3]. Водный режим почв непрямой. В отдельные годы – периодически прямой. В ботанико-географическом районировании эта территория относится к Тажеранскому району Приольхонского округа [7]. Кроме степей, которые сохраняют реликтовые остатки степей монгольского типа, здесь встречаются водно-болотные угодья в виде соленых озер.

По аэрофотоснимкам хорошо дешифрируются на склонах степи с собственно каштановыми почвами, а по днищам – с темно-каштановыми. На выходах мраморов прослеживаются остаточные карбонатные каштановые и черноземные почвы [4].

Почва является одним из самых информативных блоков ландшафтно-геохимической системы. Она выступает, как депонирующая среда, где происходит накопление токсикантов за весь период антропогенного воздействия. Поэтому при проведении геоэкологических исследований является наиболее информативным компонентом.

В ходе рекогносцировочных полевых исследований нами был изучен ключевой участок, состоящий из четырех почвенных разрезов (Т1-Т4). Валовый состав почвы определялся в лаборатории Геохимии окружающей среды имени А. Е. Ферсмана (факультет географии РГПУ им. А. И. Герцена) рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Методической основой для анализа образцов почвы является «Методика выполнения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа». Эта методика позволяет измерять концентрации таких элементов, как V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, Y,

Nb, Rb, Ba, La, Zr, а так же оксидов:  $TiO_2$ , MnO,  $Fe_2O_3$ ,  $Ca_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , MgO,  $Na_2O$  [8].

Особенности формирования горных почв отражаются в маломощности почвенных профилей, заложенных на разных гипсометрических уровнях.

В бухте Базарная находится естественное обнажение, вскрывающее почвенные горизонты общей мощностью 130 см. Это обнажение рассматривается как опорный почвенный разрез (таблица).

Гранулометрический состав определялся в полевых условиях «сухим растиранием», а также органолептическим (скатыванием между пальцами) методом. Проведен был ситовой анализ, с выделением скелетной фракции и фракции мелкозема. Итог – почвы бухты Базарная и других изученных разрезов Тажеранской степи принадлежат к «легким» почвам, так как фракции ее слагающие, в классификационном ряду относятся к пескам. В некоторой степени подтверждением данного вывода может служить среднее содержание  $SiO_2$  (равное 57,4% в описанных разрезах), так как «Чем тяжелее гранулометрический состав, тем меньше в породе первичных минералов с высоким содержанием кремнезема и тем выше содержание глинистых минералов с высоким содержанием полуторных окислов, окиси магния, окиси калия и химически связанной водой» [9]. Рассчитанное отношение  $SiO_2/Al_2O_3$  показывает превышение содержания кремнезема в среднем в 9 раз (для разреза в бухте Базарной – 7,5 раза, максимальное превышение в ТЗ – в 10,2 раза).

Для оценки значимости содержания тяжелых элементов в почвенных образцах, определялось фоновое содержание в районе исследования. Оно принималось равным среднему гармоническому, т.к. среднее гармоническое в меньшей степени зависит от характера распределения единиц совокупности. В работах Л. М. Зариной, Е. М. Нестерова [10] убедительно доказана правомерность применения среднего гармонического в качестве геохимического фона.

Можно заметить повышенное содержание некоторых элементов (Ni, Cu, Zn, Pb) относительно ПДК. Повышенные содержания меди и никеля свойственны основным и средним горным породам (наиболее высокое содержание никеля характерно для ультраосновных пород), а также почвам богатым органикой, а пониженные – карбонатным. Аккумуляция меди и никеля в верхних горизонтах почвы – обычная черта распределения этих металлов в почвенном профиле, которая отражает их биоаккумуляцию. Для цинка также характерно

накопление в верхних горизонтах почвы, в горных породах он распределен, по-видимому, довольно однородно, наблюдается слабое обеднение кислых пород. Свинец распространен в кислых магматических породах и глинистых осадках. Трудно отделить данные, характеризующие фоновые уровни свинца в почвах, от данных, связанных с загрязнением поверхностного слоя почв. Из-за широкомасштабного загрязнения среды свинцом большинство почв, по-видимому, обогащено этим элементом, особенно их верхние горизонты.

При сравнении полученных данных со значениями геохимического фона, превышение (очень незначительное) сохраняет только Zn. Это может быть связано с гранулометрическим составом, так как прослеживается большое различие в содержании тяжелых металлов между грубыми (песчаными) и тонкодисперсными (суглинистыми и глинистыми) породами: в песках оно в несколько раз меньше, чем в суглинках и глинах. Вызывает интерес точка 3 (ТЗ). Она отличается пониженным содержанием указанных элементов, при этом она находится в черте населенного пункта, в непосредственной близости к дороге.

Органическое вещество почвы играет большую роль в снижении доступности тяжелых металлов для растений. В опорном разрезе в аккумулятивном горизонте отмечается минимум ООУ 4,78% В этой же точке наибольшее значение регистрируется в горизонте ВС, что связано с повышением карбонатности почвообразующей породы. Наиболее активное влияние на подвижность металлов в почвах и их усвоение корневыми системами растений оказывает кислотность почвы. По величине рН водной вытяжки почва бухты Базарная характеризуется слабокислой-нейтральной реакцией (5,9-7,0), при этом кислотность снижается вниз к почвообразующей породе (рис.). Это может быть одной из причин повышенного содержания тяжелых металлов в органогенном горизонте.

Таким образом, ввиду незначительного обогащения почв тяжелыми металлами, их содержание правильнее связывать с природными факторами – материнской породой, а не с антропогенной деятельностью, которое, тем не менее, становится все активнее, и не может не вызывать опасений.

В исследовании В. А. Снытко с соавторами [2] на прилегающих территориях (район залива Куркут) определены следующие почвообразующие породы: амфиболиты, в том числе, гастингситовые, кальцитовые мраморы, гранат-биотитовые гнейсы. Можно предположить, если не полное

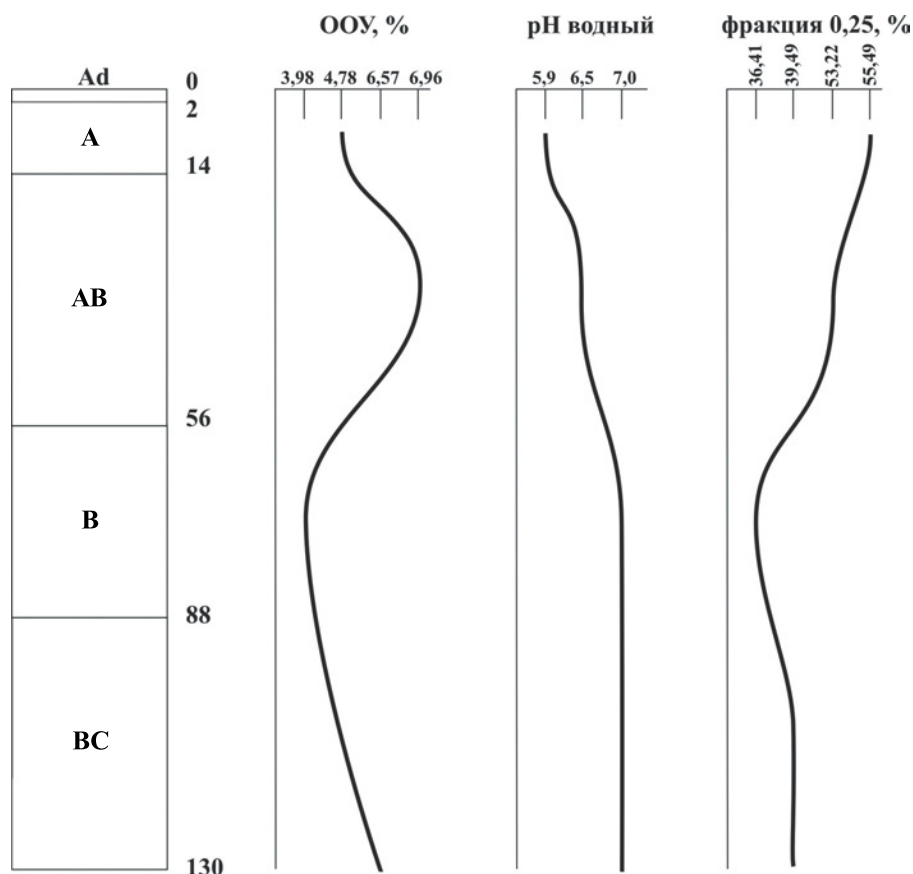


Рис. Физико-химические свойства каштановой почвы бухты Базарной

тождество, то определенное соответствие материнских пород в изученных разрезах Тажеранской степи породам залива Куркут.

В опорном разрезе (Т4) наблюдается уменьшение содержания  $\text{SiO}_2$  и некоторое увеличение  $\text{CaO}$  вниз по разрезу, что может быть обусловлено карбонатными свойствами амфиболовой материнской породой. Повышенное количество оксида кремния и пониженное оксида кальция в Т1, Т2, Т3, является отражением смены почвообразующей породы. Эти же закономерности были отмечены в ходе полевого отбора образцов горной породы.

С особенностями геологического строения (обилие магнезиальных и титан-циркониевых минералов) связано повышенное содержание  $\text{TiO}_2$ , особенно в горизонте ВС. Нахождение  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  связано с первичными минералами (калий-натриевые полевые шпаты), несмотря на их аккумуляцию в горизонтах А и АВ, почва обеднена калием. Микроэлементный состав также, в основном, зависит от первичных минералов, обнаруживая традиционную приуроченность микроэлементов к первичному минералу: Ni, Co, Zn, V – ильменит, роговая обманка; Cu, Pb – гранаты, калиевые полевые шпаты, плагиоклазы; Zr – циркон.

Реликтовые участки степи весьма чувствительны к антропогенному воздействию и отличаются различной устойчивостью. При рекреационном использовании наиболее быстрое изменение наблюдается для биогенных компонентов.

По оценке Всемирной комиссии МСОП по охраняемым территориям, травянистые экосистемы умеренных широт – наименее защищенный из всех пятнадцати наземных биомов, выделяемых в мире: только 1 % площади этого биома находится в пределах охраняемых природных территорий.

Таким образом, пытаясь оценить влияние усиливающегося антропогенного давления на пространства Тажеранской степи, через содержание особо опасных химических элементов в почвенном покрове, можно сформулировать некоторые выводы.

1. Провинциальные особенности формирования почв Тажеран в условиях холодной степи отражаются в их физико-химических свойствах: малой мощности почвенного профиля, супесчано-суглинистом гранулометрическом составе, обнаруживающим тесную взаимосвязь с материнской породой, невысоком содержании общего органического углерода (ООУ) – 7,5 %.

2. Содержание тяжелых металлов в незагрязненных почвах имеет большое практическое значение. Оно необходимо для контроля за состоянием окружающей среды, охраны ее от загрязнения. Для почв Тажеранской степи были выявлены превышения ПДК для ряда элементов – Ni, Cu, Zn, Pb.

3. Фоновое количество тяжелых металлов служит точкой отсчета при исследовании загрязнения почв, позволяет определить темпы и степень загрязнения. Рассчитанный геохимический фон, при сравнении с ПДК, сохраняет превышение только Zn.

Валовое содержание элементов в естественных почвах Тажеранской степи позволяет отнести их к незагрязненным. Валовый состав обнаруживает связь с материнской породой и обусловлен процессами почвообразования.

Уникальный реликт – Тажеранская степь сохраняет высокую категорию сохранности [6], оцененную по пяти факторам нарушений, что оставляет некоторую надежду на сдерживание в дальнейшем недопустимых видов деятельности в Тажеранах и активацию природоохранной деятельности в этом регионе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатъев А. М. Физическая география СССР / А. М. Алпатъев, А. М. Архангельский, Н. Я. Подоплелов. – Москва : Высшая школа, 1973. – 336 с.
2. Геохимия ландшафтов бассейна озера Байкал / В. А. Снытко [и др.] // География и природные ресурсы. – 2007. – № 1. – С. 191-196.
3. Иметхенов А. Б. Ольхон – край родной / А. Б. Иметхенов, Э. З. Долхонова, П. Н. Елбаскин. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 1997. – С. 5-21.
4. Кузмин В. А. Опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири / В. А. Кузмин // География и природные ресурсы. – 2007. – № 1. – С. 197-204.
5. Куликов Б. Ф. Словарь-справочник камней-самоцветов / Б. Ф. Куликов. – Москва : Издательский дом МСП, 2002. – 331 с.
6. Миноранский В. А. О новой стратегии сохранения степей России / В. А. Миноранский // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 59-62.
7. Моложников В. Н. Растительные сообщества Прибайкалья / В. Н. Моложников. – Новосибирск : Наука, 1986. – 270 с.

Нестерова Лариса Анатольевна  
кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и природопользования Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург / старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

8. М049-П/04. Методика выполнения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа / ООО НПО «Спектрон». – Санкт-Петербург, 2002.

9. Роде А. А. Почвоведение / А. А. Роде, В. Н. Смирнов. – Москва : Высшая школа, 1972. – 480 с.

10. Zarina L. Comparative analysis of the results of ecological-geochemical investigations of the snow cover on urbanized areas with different technogenic load / L. Zarina, E. Nesterov, I. Gracheva // 2011 International Conference on Environment Science and Biotechnology : ICESB 2011. – Shanghai, China, 2011. – P. 382-388.

#### REFERENCES

1. Alpat'ev A. M. Fizicheskaya geografiya SSSR / A. M. Alpat'ev, A. M. Arkhangel'skiy, N. Ya. Podoplelov. – Moskva : Vysshaya shkola, 1973. – 336 s.
2. Geokhimiya landshaftov basseyna ozera Baykal / V. A. Snytko [i dr.] // Geografiya i prirodnye resursy. – 2007. – № 1. – С. 191-196.
3. Imetkhenov A. B. Ol'khon – kray rodnoy / A. B. Imetkhenov, E. Z. Dolkhonova, P. N. Elbaskin. – Ulan-Ude: Izdatel'stvo Buryatskogo gosuniversiteta, 1997. – С. 5-21.
4. Kuzmin V. A. Opyt pochvenno-geograficheskikh issledovaniy na territorii Baykal'skoy Sibiri / V. A. Kuzmin // Geografiya i prirodnye resursy. – 2007. – № 1. – С. 197-204.
5. Kulikov B. F. Slovar'-spravochnik kamney-samotsvetov / B. F. Kulikov. – Moskva : Izdatel'skiy dom MSP, 2002. – 331 s.
6. Minoranskiy V. A. O novoy strategii sokhraneniya stepey Rossii / V. A. Minoranskiy // Aridnye ekosistemy. – 2009. – T. 15, № 1. – S. 59-62.
7. Molozhnikov V. N. Rastitel'nye soobshchestva Pribaykal'ya / V. N. Molozhnikov. – Novosibirsk : Nauka, 1986. – 270 s.
8. M049-P/04. Metodika vpolneniya massovoy doli metallov i oksidov metallov v poroshkovykh probakh pochv metodom rentgenofluorescentnogo analiza / ООО НПО «Спектрон». – Санкт-Петербург, 2002.
9. Rode A. A. Pochvovedenie / A. A. Rode, V. N. Smirnov. – Moskva : Vysshaya shkola, 1972. – 480 s.
10. Zarina L. Comparative analysis of the results of ecological-geochemical investigations of the snow cover on urbanized areas with different technogenic load / L. Zarina, E. Nesterov, I. Gracheva // 2011 International Conference on Environment Science and Biotechnology : ICESB 2011. – Shanghai, China, 2011. – P. 382-388.

Nesterova Larisa Anatol'ievna  
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Chair of Physical Geography and Nature Management of the Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen, St. Petersburg / Senior Lecturer of the Chair of Ecology and Life Safety of the St. Petersburg State

тельности Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, т. 8(911)901-42-03, E-mail: [l-nesterova@mail.ru](mailto:l-nesterova@mail.ru)

Полякова Светлана Дмитриевна

кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, т. 8(981)813-16-56, E-mail: [akoolina@list.ru](mailto:akoolina@list.ru)

University of Telecommunications named after Prof. M. A. Bonch-Bruevich, tel. +7(911)901-42-03, E-mail: [l-nesterova@mail.ru](mailto:l-nesterova@mail.ru)

Polyakova Svetlana Dmitrievna

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Chair of Economic Geography of the Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen, St. Petersburg, +7(981)813-16-56, E-mail: [akoolina@list.ru](mailto:akoolina@list.ru)