

УДК 502.521(571.53)

*Л.А. Нестерова**, *С.Д. Полякова***, *И.М. Гильдеева****

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ КАК ИНДИКАТОРА СОСТОЯНИЯ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ТАЖЕРАНСКОЙ СТЕПИ
(ПРИОЛЬХОНЬЕ)**

* РГПУ им. А.И. Герцена / СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
L-nesterova@mail.ru; ** РГПУ им. А.И. Герцена; *** СПбГУТ им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича

L.A. Nesterova, S.D. Polyakova, I.M. Gildeeva

**RESEARCH OF THE SOIL AS AN INDICATOR
OF THE TAJERANSKAYA STEPPE (PRIBAIKALSKIJ
NATIONAL PARK) NATURAL AREA CONDITION**

В статье проведен анализ эколого-хозяйственной ситуации Тажеранской степи (Приольхонье) путем изучения почв этой территории. Выявлено благоприятно устойчивое состояние изучаемой территории, однако 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.*

The article gives the ecological and the economic analysis of Tazheran environment by studying the soil condition. The analysis reveals favorable and steady condition of the studied territory. However the monitoring research shall be carried out, as well as the ecological education actions and the other measures intended to protect the environment, to optimize land use structure and to regulate touristic activity shall be taken to ensure further preservation and maintenance of natural landscapes.

Keywords: *Tazheranskaya steppe, Pribaikalskij national park, soil covering, X-ray fluorescence analysis, anthropogenic load.*

Введение

Тажеранская степь, занимающая небольшую площадь (ширина участка 10–15 км, длина — около 40 км), находится в пределах Прибайкальского национального парка (Еланцовское участковое лесничество), но 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. До недавнего времени береговая зона Малого моря практически не имела туристической инфраструктуры за исключением базы отдыха в поселке МРС, сейчас же все побережье буквально испещрено вновь отстроенными базами, число которых приближается к двум десяткам. Тажеранская степь является реликтовым участком монгольских

степей и требует индивидуальной охраны. Состояние и устойчивость природных экосистем зависят от характера антропогенных воздействий (вида, интенсивности и др.) и свойств самих ландшафтных геокомплексов.

Численность постоянно проживающего населения в пределах Тажеранской степи — порядка 5 000 человек (Еланцы — 4 000, Шара-Тогот — 375, Сахюрта (МРС) — 224, Тонта — 179, Хурай-Нур — 178), плотность населения (около 8 чел/км²) небольшая, но во время туристического сезона эта цифра существенно возрастает. Кроме того, сквозь всю степь от Еланцов до Сахюрты проходит автомобильная дорога (почти на всем протяжении асфальтированная), по которой в сезон идет нескончаемый поток туристов, стремящихся на остров Ольхон и побережье Малого моря.

Линии электропередач и дороги второстепенного значения еще более усугубляют антропогенную нагрузку региона. Наиболее популярные маршруты проходят по степи к пещере Мечта, а также смотровым площадкам горы Танхын (989,5 м) и горы Ая (711,7 м) (рис. 1).

Природные туристические объекты, которых на территории степи насчитывается более 10, провоцируют создание подъездных путей, которые в условиях степи, не регламентированные естественными рубежами, хаотичны и как следствие, имея произвольный характер зачастую дублируются (рис. 2). Это хаотичное «дорогообразование» приводит к уничтожению уникального растительного покрова и нарушает природное равновесие степи.

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 [4]. В Тажеранах господствует эрозионно-денудационный рельеф низкорногого

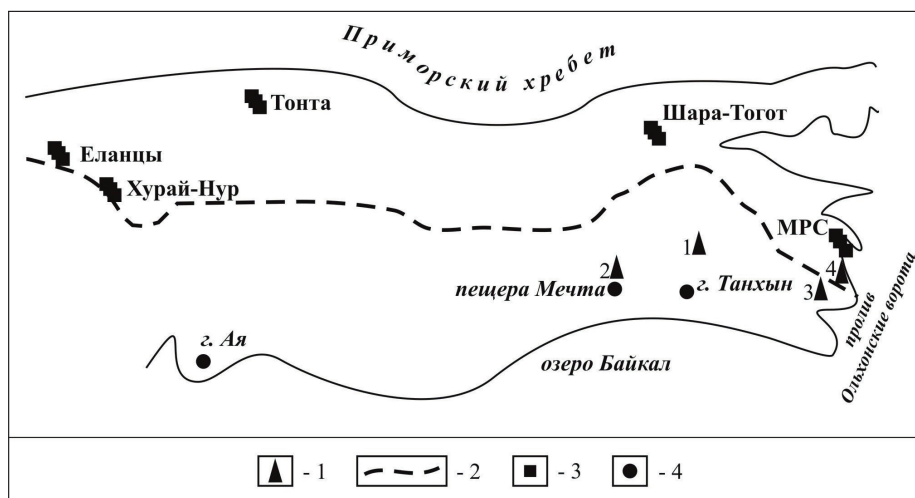


Рис. 1. Схема Тажеранской степи, где 1 — точки отбора проб (Т); 2 — автомобильная дорога; 3 — населенные пункты; 4 — туристические объекты



Рис. 2. Дублирование дорожной сети в степи [12]

типа с упрощенными гребневыми поверхностями и куполообразными вершинами. По периферии представлены плосковерхие с пологими склонами останцовые сопки, широко распространены предгорные шлейфы. Поверхность преобразуется, 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 °С), зима — холодная (январь до –18...–19 °С) и малоснежная, многие участки всю зиму могут оставаться без снега [2, с. 5–12]. Водный режим почв непромывной. В ботанико-географическом районировании эта территория относится к Тажеранскому району Приольхонского округа [7]. Характерно взаимообусловленное проникновение таежного восточносибирского и монгольского степного типов ландшафтообразования. Кроме степей здесь встречаются водно-болотные угодья, представленные солеными озерами. В таких своеобразных экологических условиях сформировались многие эндемики и сохранились реликты [1, с. 336].

По аэрофотоснимкам хорошо дешифрируются на склонах степи с собственными каштановыми почвами, а по днищам — с темно-каштановыми. На выходах мраморов прослеживаются остаточные карбонатные каштановые и черноземные почвы [3, с. 197–204].

Целью исследования явилась оценка загрязнения почв Тажеранской степи. Были поставлены следующие задачи: произвести отбор почвенных образцов;

составить ландшафтное описание территории отбора; определить валовый состав каштановой почвы Тажеранской степи.

Почва является одним из самых информативных блоков ландшафтно-геохимической системы, в котором встречаются и взаимодействуют потоки вещества и энергии, связывающие все компоненты ландшафта в целом. Являясь депонирующей средой, она характеризует накопление токсикантов за весь период воздействия, поэтому при проведении геоэкологических исследований является наиболее информативной из компонентов.

Методы исследований

В ходе рекогносцировочных полевых исследований был изучен ключевой участок, состоящий из четырех почвенных разрезов (Т1–Т4). В бухте Базарная находится естественное обнажение мощностью 130 см, рассматривающееся как опорный почвенный разрез (табл. 1).

Координаты и высота над уровнем моря фиксировались при помощи навигатора GPS 76 Garmin. Валовый состав почвы определялся в Учебно-исследовательской лаборатории геохимии окружающей среды имени А.Е. Ферсмана (ф-т географии РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург) 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 также оксидов: TiO₂, MnO, Fe₂O₃, Ca₂O, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, MgO, Na₂O [5]. Гранулометрический состав определялся в полевых условиях «сухим растиранием», а также органолептическим (скатыванием между пальцами) методом. Кроме того был проведен ситовой анализ с выделением скелетной фракции и фракции мелкозема. Было определено содержание общего органического углерода методом мокрого сжигания по Тюрину, а также кислотность почвенных вытяжек.

Результаты и их обсуждение

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

Точка 1 расположена в привершинной части склона (Н = 765 м), координаты: 52,989 с. ш., 106,832 в. д.

Были выделены три горизонта:

– *Ad*, мощностью 2 см, представлен дерниной со среднеразложившимися растительными остатками, песчаный, сухой; переход к гумусовому горизонту постепенный, незаметный;

– *A*, мощностью 1 см, черный, сухой, рыхлый, бесструктурный, с включением мелких корней, песчаный, переход к горизонту *AB* незаметный;

– *AB*, мощностью 17 см, коричневатый, сыпучий, сырой, мелко-мелко-мелкокомковая структура, супесчаный, без включений.

Точка 2 находится в средней части склона (Н = 742 м), координаты: 52,948 с. ш., 106,788 в. д. В этой точке был выделен всего один горизонт — *Ad*, мощностью

3 см. Это дернина со среднеразложившимися растительными остатками, песчаный, сухой, с включениями крупных камней.

Точка 3 в нижней части склона (Н = 471 м), координаты: 53,011 с. ш., 106,874 в. д.

Горизонт Ad (мощность 1 см) в виде дернины со среднеразложившимися растительными остатками, песчаный, сухой; переход к гумусовому горизонту постепенный, незаметный.

Горизонт A (мощность 15 см), черно-коричневый, песчаный, сухой, плотный, с включениями корней. Переход к горизонту *B* четкий, заметный, ровный.

Горизонт B (мощность 1 см), серо-черный, плотный, песчаный, сухой, без включений.

Таблица 1

Опорный разрез (Т4) 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 B волнистый и заметный
B	56-88/32	Светло-серый, плотный, сухой, супесчаный, без включений; переход к горизонту BC пильчатый, заметный
BC	88-130/42	Серо-белый, плотный, сухой, супесчаный, без включений

Почвы бухты Базарная и других изученных разрезов Тажеранской степи принадлежат к «легким» почвам, т. к. фракции, ее слагающие, в классификационном ряду относятся к пескам. В некоторой степени подтверждением данного вывода может являться среднее содержание SiO_2 (равное 57,4 % в описанных разрезах), т. к. «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» [8, с. 480]. Рассчитанное отношение $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ показывает превышение содержания кремнезема в среднем в 9 раз (для разреза в бухте Базарной — 7,5 раз, максимальное превышение в Т3 — 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 [11] убедительно доказана правомерность применения среднего гармонического в качестве геохимического фона.

Можно заметить повышенное содержание некоторых элементов (Ni, Cu, Zn, Pb) относительно ПДК (табл. 2). Повышенные значения 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. Накопление меди и никеля в верхних горизонтах почвы — закономерность, 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, т. к. из-за широкомасштабного загрязнения среды свинцом большинство почв обогащено этим элементом.

Таблица 2

Сводная таблица валового состава каштановой почвы Тажеранской степи

Наименование	Горизонт А				Геохимический фон	ПДК, валовое содержание, мг/кг
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4		
TiO ₂ , %	0,72	0,76	0,71	0,80	0,75	–
V, ppm	104,60	382,62	109,35	148,6	142,62	150
MnO, %	0,16	0,13	0,10	0,10	0,13	1500
Fe _{общ} , %	4,63	4,93	3,79	5,30	4,59	–
Co, ppm	10,48	18,21	9,06	27,11	13,44	–
Ni, ppm	43,88	134,61*	44,42	152,20*	67,46	85
Cu, ppm	15,55	118,14*	25,74	70,80*	31,81	55
Zn, ppm	106,72*	291,04*	65,30	113,70*	108,36*	100
Pb, ppm	53,98*	22,37	11,82	35,90*	22,77	30
CaO, %	1,29	4,41	1,49	3,80	2,07	–
Al ₂ O ₃ , %	9,91	9,02	9,64	10,50	9,73	–
SiO ₂ , %	64,78	58,59	61,02	45,10	56,30	–
P ₂ O ₅ , %	0,01	0,05	0,03	0,30	0,03	–
K ₂ O, %	0,01	0,19	0,22	1,70	–	–
Na ₂ O, %	0,37	0,48	0,29	1,20	0,44	–
Zr, ppm	3,73	19,78	16,50	211,10	10,41	–

* Превышение ПДК.

При сравнении ПДК со значениями геохимического фона превышение (очень незначительное) сохраняет только Zn. Вызывает интерес точка 3 (ТЗ), в которой выявлено пониженное содержание указанных элементов, несмотря на то, что 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 (см. рис. 3). 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, т. е. 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 и др. [9, с. 191–196] 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 тождество, то определенное соответствие материнских пород в изученных разрезах Тажеранской степи породам залива Куркут.

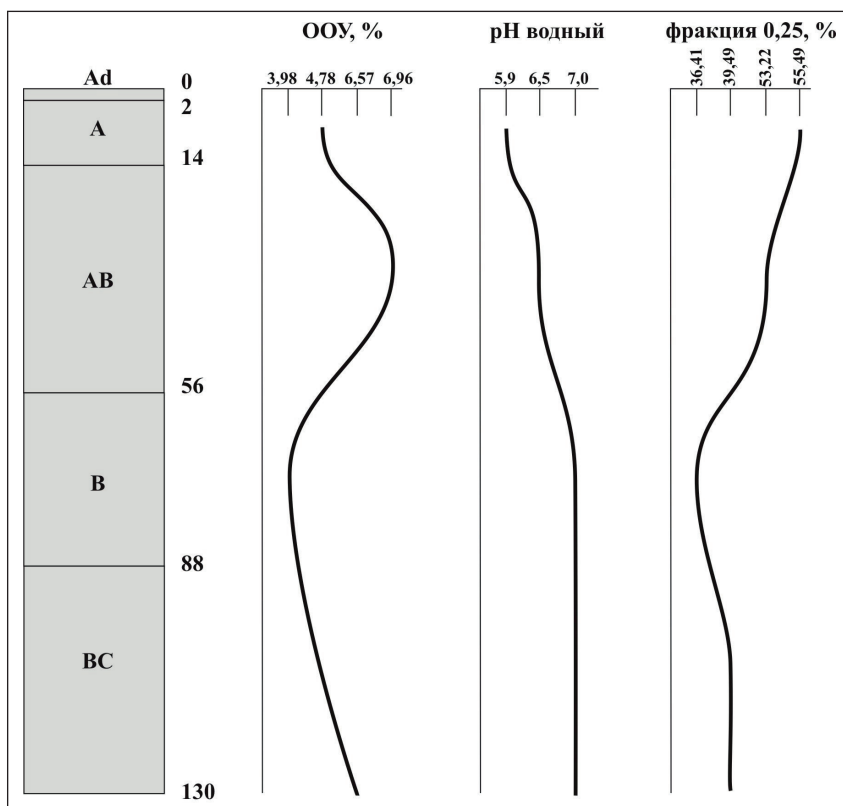


Рис. 3. Физико-химические свойства каштановой почвы бухты Базарной

В опорном разрезе (Т4) наблюдается уменьшение содержания SiO_2 и некоторое увеличение CaO вниз по разрезу (табл. 3), что может быть обусловлено карбонатными свойствами амфиболовой материнской породы. Повышенное количество оксида кремния и пониженное — оксида кальция в Т1, Т2, Т3 (см. табл. 2) являются отражением смены почвообразующей породы. Эти же закономерности были отмечены в ходе полевого отбора образцов горной породы.

Таблица 3

Валовый состав каштановой почвы опорного разреза бухты Базарной

Наименование	Горизонт			
	А	АВ	В	ВС
TiO_2 , %	0,8	0,8	0,7	1,1
V, ppm	148,6	136,3	108,4	158,5
MnO, %	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe _{общ} , %	5,3	5,1	4	5,5
Co, ppm	27,1	25,3	24,1	22,6
Ni, ppm	152,2 *	127,9 *	83,5 *	51,7 *
Cu, ppm	70,8 *	60,7 *	54,2 *	53,3 *
Zn, ppm	113,7 *	99,1	69,1	89,3
Pb, ppm	35,9 *	5,7	12,4	6,5
CaO, %	3,8	3,7	8,7	10,4
Al_2O_3 , %	10,5	10,7	10,5	8
SiO_2 , %	45,1	48,2	45,8	31,5
P_2O_5 , %	0,3	0,3	0,2	0,3
K_2O , %	1,7	1,9	1,5	1,1
MgO, %	4,4	3,8	4,1	5,7
Na_2O , %	1,2	1,1	1,5	1,7
Zr, ppm	211,1	170,3	171,6	133,9

* Превышение ПДК.

С особенностями геологического строения (обилие магнезиальных и титан-циркониевых минералов) связано повышенное содержание TiO_2 , особенно в горизонте ВС. Нахождение K_2O и Na_2O 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 микроэлемента к первичному минералу: Ni, Co, Zn, V — ильменит, роговая обманка; Cu, Pb — гранаты, калиевые полевые шпаты, плагиоклазы; Zr — циркон.

Заключение

Реликтовые участки весьма чувствительны к антропогенному воздействию и отличаются различной устойчивостью. При рекреационном использовании наиболее быстрое изменение наблюдается для биогенных компонентов, особенно почвенно-растительного покрова, что отражается в трансформации физико-химических свойств почвы. При ведении хозяйства в степной зоне необходимо исходить из природных особенностей степи и максимально соответствовать ее условиям, а не совершать попыток грубой и быстрой переделки природы [6].

Оценивая влияние усиливающегося антропогенного давления на пространства Тажеранской степи из-за увеличения содержания опасных химических элементов (тяжелых металлов) в почвенном покрове, можно сформулировать следующие выводы.

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.

Фоновое количество тяжелых металлов служит точкой отсчета при исследовании загрязнения почв, позволяет определить темпы и степень загрязнения. Рассчитанный геохимический фон по ряду элементов не превышает ПДК, исключение составляет 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.

Провинциальные особенности формирования почв Тажеран в условиях холмистой степи отражаются в их физико-химических свойствах: малой мощности почвенного профиля, супесчано-суглинистом гранулометрическом составе, невысоком содержании общего органического углерода (ООУ).

Уникальный реликт Тажеранская степь обладает высокой категорией сохранности, что оставляет некоторую надежду на сдерживание в дальнейшем недопустимых видов деятельности в Тажеранах и активизацию природоохранной деятельности в этом регионе.

Литература

1. Алпатьев А.М., Архангельский А.М., Подоплелов Н.Я. Физическая география СССР. — М.: Высшая школа, 1973. — 336 с.
2. Иметхенов А.Б., Долгонова Э.З., Елбаскин П.Н. Ольхон — край родной. — Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 1997. — С. 5–21.
3. Кузмин В.А. Опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири // География и природ. ресурсы. 2007. № 1. — С. 197–204.
4. Куликов Б.Ф. Словарь-справочник камней-самоцветов. — Л.: Недра, 1982. — 159 с.
5. М049-П/04 Методика выполнения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. — СПб.: ООО «НПО «Спектрон», 2002.
6. Миноранский В.А. О новой стратегии сохранения степей России // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 1. — С. 59–62.
7. Моложников В.Н. Растительные сообщества Прибайкалья. — Новосибирск: Наука, 1986. — 270 с.

8. *Роде А.А., Смирнов В.Н.* Почвоведение. — М.: Высшая школа, 1972. — С. 480.
9. *Снытко В.А., Семенов Ю.М., Семенова Л.Н., Данько Л.В.* Геохимия ландшафтов бассейна озера Байкал // География и прир. ресурсы. 2007. № 1. — С. 191–196.
10. *Стратегия* сохранения степей России: позиция неправительственных организаций. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2006. — С. 16.
11. *Zarina L., Nesterov E., Gracheva I.* Comparative analysis of the results of ecological-geochemical investigations of the snow cover on urbanized areas with different technogenic load // Procedia Environmental Sciences Ser. «2011 International Conference on Environment Science and Biotechnology, ICESB 2011” 2011. P. 382–388.
12. *Карта* международной торговли [Электронный ресурс] URL: <http://www.infokart.ru/> (дата обращения: 27.04.17).