

Кулданбаев Н.К., Фогт Р.Д., Арнолдуссен А., Сыдыкбаев Т.Н.,  
Окланд Т.И., Эйлертсен О., Шаршенова А.А.

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ МОЖЖЕВЕЛОВЫХ  
ЛЕСОВ В РАЙОНЕ СЕЛА НАВОБОД (СОГДИЙСКАЯ ОБЛАСТЬ, РЕСПУБЛИКА  
ТАДЖИКИСТАН)**

*N.K. Kuldanbaev, R.D. Fogt, A. Arnoldussen, T.N. Sydykbaev,  
T. Økland, O.Eilertsen, A.A. Sharshenova*

**ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF SOILS IN THE  
JUNIPER FOREST TERRITORY NEAR THE VILLAGE OF NAVOBOD (SOGD  
OBLAST, THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN)**

УДК: 614.77+614.778

*В работе дана эколого-гигиеническая оценка почв, отобранных в районе можжевельного леса села Навобод (Шахристанский район, Согдийская область, Республика Таджикистан), которая является частью системы мониторинга окружающей среды, установленной вокруг Ферганской долины в рамках проекта TEMP-CA (2004-2010). Проведено экологическое и почвенное описание местности согласно международной классификации почв (WRB, 2006), изучено содержание тяжелых металлов в почве. Средние значения концентраций As, Zn, Ni и Cu в почве по А и В горизонтам превышали их транслокационные ПДК. На основе величины суммарного показателя загрязнения почвы заключено, что исследуемая территория может быть классифицирована как умеренно опасная.*

**Ключевые слова:** мониторинг окружающей среды, ICP-Forests, почва, почвенное описание, суммарный показатель загрязнения почвы, тяжелые металлы.

*The ecological and hygienic assessment of soils in the juniper forest area near the village of Navobod (Shahrستان district, Sogd Oblast, the Republic of Tajikistan) is presented in the article. This site is a part of the environmental monitoring system established around Fergana Valley as a part of the TEMP-CA project (2004-2010). The ecological and soil descriptions of the site in accordance with the international soil classification (WSRR, 2006) and the content of heavy metals in soil were studied. The average concentrations of As, Zn, Ni and Cu in soil samples on A and B horizons exceeded their translocation MPC. The study area can be classified as moderately hazardous according to the value of the total index of soil contamination.*

**Keywords:** environmental monitoring, ICP-Forests, soil, soil description, the total index of soil contamination, heavy metals.

**Введение**

Активная хозяйственная и промышленная деятельность человека на фоне природных и техногенных катаклизмов весьма негативно отражаются на состоянии окружающей среды. Многие красивые заповедные места потеряли свой первозданный вид, большое их количество уже безвозвратно утеряно, а новые тем временем интенсивно осваиваются людьми. При этом с каждым днем самому человеку все труднее найти для обитания «здоровое» чистое место, сегодня

даже особо охраняемые зоны находятся под повышенной нагрузкой различных химических загрязнителей, которые поступают через воздух, атмосферные осадки и поверхностные воды [2, 8, 21, 37].

Биогеохимические процессы, промышленные отходы, сточные воды и твердые бытовые отходы являются источниками токсических веществ, в том числе тяжелых металлов (ТМ), которые загрязняют сельскохозяйственные поля для выращивания продуктов питания [6, 11, 15, 20]. Более 90% продуктов питания выращивается на почве, через растительную пищу в организм человека может поступать до 70-90% различных токсических веществ. Поэтому качество почвы является объектом повышенного внимания ученых. Текущие результаты многочисленных исследований по оценке качества объектов окружающей среды констатируют факт неуклонного роста количества загрязнителей в почве, воде, донных осадках, растительной биомассе [1,7,9, 10-13, 8, 19, 30, 38].

Систематический контроль качества и свойств почвы позволяет выявлять изменения ее плодородия, устанавливая возможное увеличение уровней загрязнителей, в том числе в результате неправильного землепользования. Это также дает возможность фермерам и управленцам на основе научных знаний использовать рекомендации по устойчивому управлению природными ресурсами и восстановлению плодородия почвы [11, 12, 16, 17].

Целью настоящего исследования явилась эколого-гигиеническая оценка почв территории можжевельных лесов в районе села Навобод (Согдийская обл., Республика Таджикистан). Изучаемая территория активно используется местным населением для выращивания сельхозпродуктов, выпаса скота и другой хозяйственно-бытовой деятельности

**Материалы и методы**

**Климатогеографическая характеристика местности**

Мониторинговый участок Навобод расположен у северной подошвы горы Курганак Туркестанского хребта южного горного обрамления Фер-

ганской депрессии. Высота участка не превышает 3000 м над ур. моря и характеризуется очень ровной, без выдающихся вершин гребневой линией. От главного Туркестанского хребта он отделяется широкой, плоскодонной долиной Арглы, окаймленной с севера и юга довольно крутыми склонами [3]. В настоящее время большая часть этой долины лишена водотока, особенно в летнее время, хотя сухое русло и прослеживается [14].

Административно район исследования относится к Шахристанскому району Согдийской области Таджикской Республики (РТ), который расположен в Ферганской долине. Район на севере граничит с Истаравшанским районом РТ, на западе – с Ганчинским районом РТ, на юге – с Айнинским районом РТ, на востоке – с Зааминским районом Джизакской области Республики Узбекистан.

В геологическом строении хребта Курганак главную роль играет песчано-сланцевая свита нижнего палеозоя с подчиненными ей прослоями известняков. Но в области предгорий северного склона известняки образуют и самостоятельные толщи, достигая большой мощности [3, 14].

Участок Навобод относится к Алай-Туркестанской провинции по геоморфологическому районированию. Основным фактором формирования рельефа является приуроченность данного участка к эпигерцинским структурам, испытавшим в олегоцен-плейоцен-плейстоцене вертикальные движения противоположного знака. Участок Навобод по признаку простирания и взаимного расположения входит в группу южный Тянь-Шань (Алайский и Туркестанские хребты) [3, 14].

Рельеф здесь выработан, главным образом, в палеозойских и протерозойских породах, и структура его зависит от диапазона высот, экспозиции склонов, литологического состава пород. Широко развиты скалистые формы рельефа. Тектонико-денудационный рельеф выработан в мезозойских и палеоген-неогеновых отложениях. Это бывшие прогибы, которые в позднем плейоцен – плейстоцене испытали мощные тектонические поднятия. Рельеф здесь отличен тем, что на поверхность выходят палеозойские и протерозойские породы. Возраст становления тектоноко-денудационного рельефа в основном неоген-раннечетвертичный и развитие его продолжается и в настоящее время [3, 14].

Климат района весьма засушливый, осадков выпадает не более 300 мм в год. Значительное количество осадков выпадает в ранневесенний период. Засушливый летний период продолжительный. Средняя годовая температура у нижней границы района – около 10°C, у верхней – 0°C. Зима холодная, ветреная и малоснежная. Внизу температура воздуха опускается до –27°C, наверху – до –34°C. Более резко, чем в других районах Северного Таджикистана, выражены контрасты в

дневной и ночной, в зимней и летней температуре [3, 14].

#### **Ботанико-географическое районирование**

По ботанико-географическому районированию территория Навобод относится к Древнесредиземноморскому подцарству Голарктики, Среднеазиатской провинции Фергано-Алайскому району. Разнообразие физико-географических условий обуславливает разнообразный растительный покров. Арчовники исследуемого района образуются тремя видами можжевельника: *J. seravschanica*, *J. semiglobosa*, *J. turkestanica*. В связи с различной экологией этих видов арчи, высотные границы распространения их различны, хотя и значительно перекрывают друг друга. На наименьших абсолютных высотах распространена *J. seravschanica*, в средней части – *J. semiglobosa*, а в верхней части – *J. turkestanica*, часто заходящая и в субальпийский пояс. Остальные пояса, пояс криофильных степей и арчовых стлаников, а также пояс криофильных травников и криопетрофитона, из-за меньшей высоты хребта на исследуемом районе отсутствуют [14].

#### **Установка мониторинговых площадок и отбор проб почвы**

Мониторинговые площадки устанавливались по стандартной методике, которая было разработана в 1985 г. по программе ICP-Forests под эгидой Конвенции по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния ЕЭК ООН [22, 29-34]. Пробы почвы также отбирались согласно методике, описанной в программе ICP-Forests, в июне 2007 г.

#### **Химический анализ почвы**

Химический анализ проб почвы проводился в Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии по стандартным методам [23-30, 35, 36]. Исследовали тяжелые металлы, относящиеся к I, II, III классам опасности по степени воздействия на организм человека согласно ГОСТу 12.1.007-76 «Классификация и общие требования безопасности» (табл. 1).

Таблица 1

**Классификация тяжелых металлов по степени опасности воздействия**

Класс опасности	Степень опасности	Тяжелые металлы
I	чрезвычайно опасные вещества	ртуть
II	высокоопасные вещества	свинец, сурьма, мышьяк, кадмий, кобальт, стронций,
III	умеренно опасные вещества	барий, медь, никель, хром, цинк

#### **Гигиеническая оценка почв**

Для гигиенической оценки почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, проводилось сравнение транслокацион-

ного показателя вредности, являющегося важнейшим показателем при обосновании ПДК химических веществ в почве [4, 5]. Это обусловлено тем, что, во-первых, с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70% вредных химических веществ. Во-вторых, уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество. Существующая разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют также дать рекомендации по практическому использованию загрязненных территорий [4, 5].

Оценку уровней химического загрязнения почв, как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения, проводили по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов [4,5]. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества ( $K_c$ ), который определяется отношением его реального содержания в почве ( $C$ ) к фоновому ( $C_f$ ):

$$K_c = C/C_f; \quad (1)$$

и суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ). Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражается следующей формулой:

$$Z_c = \sum_{j=1}^n K_{c_j}; \quad (2)$$

где  $n$  – число суммируемых элементов.

### Результаты и обсуждение

#### **Экологическая характеристика и почвенное описание местности**

Материнская порода почв можжевельного леса в местности Навобод происходит от различных источников. На макроплотах определен как сланец, так и известняк. Почва в русле реки преимущественно характеризовалась как фульватная.

На территории всей местности видны явные следы эрозии почвы, одной из причин которой является чрезмерный выпас домашнего скота местным населением. Склоны довольно крутые, высота участков, где установлены пробные площадки, варьировала от 2055 до 2179 м над ур. моря. Экспозиция склонов изменялась с запада на север и юг.

На изучаемой местности определены следующие типы почв:

1. *Leptosols* – аллювиальная почва над скальными породами, которые являются чрезвычайно щебенистыми и каменистыми.

2. *Umbrisols* – темные гумусовые почвы, в которых органические вещества накоплены в верхних минеральных слоях.

3. *Cambisols* – буроземы – почвы с начальной формацией нижнего пласта, с увеличением содержания глины и/или удалением карбонатов.

Почвы в нижней части русла реки, где были установлены пробные площадки №3 и 4, включали речные и коллювиальные (эрозионные) материалы. На остальных участках почвы состояли из выветренных сланцев: в данном материале на суглинистых почвах могут развиваться глинистые почвы. В целом почвы участка Навобод не имели реакции с *HCl*, за исключением плота №9, где материалы от обнаженной известняковой скалы давали сильную реакцию с соляной кислотой.

Дренаж почв изучаемой местности можно характеризовать как хороший, признаков застоя влажности не установлено, за исключением плота №9, где проходит небольшой ручей и с обеих сторон русла видны следы просачивания.

Слой лесной подстилки и гумуса участка Навобод сильно разрушен, вследствие активного антропогенного влияния, в первую очередь из-за чрезмерного выпаса домашних животных.

Влажность проб почв, отобранных с разных мониторинговых площадок, варьировала от 5 до 42%: плоты №8 и 10 во время проведения исследований были сухими, плот №9 – влажным из-за наличия ручья.

Значение pH почв изменялась от 7 до 9: почвы макроплотов №5, 6 и 7, где основным материалом являлся выветренный сланец, показали наименьшее значение pH, более высокие значения pH установлены на площадках №8 и 10.

Значение общего углерода также варьировало от плота к плоту. Из-за нарушения гумусового слоя почвы вследствие эрозионных процессов показатели общего углерода были низкими: наименьшее значение общего углерода (1,3%) определено на участке №8, а наибольшее – на №4. Как известно, углерод является очень важным элементом для функционирования экосистемы и сильно влияет на способность удерживать воду.

Сланцевые почвы можжевельного леса участка Навобод предрасполагают в будущем к окислению почвы данной территории, особенно на плотах №5, 6 и 7. Однако благодаря богатому минеральному составу этот процесс займет довольно длительное время. На данный момент более актуальной проблемой местности является чрезмерная нагрузка на природную среду антропогенного характера.

В долгосрочном плане изменения в экосистеме изучаемой местности будут происходить в результате биогеохимических процессов, землепользования, изменения климата, а также вероятных эффектов от воздействия воздушных загрязнителей.

#### **Содержание тяжелых металлов в почве**

Результаты химических анализов проб почвы представлены в табл. 2. Высокие значения относительно соответствующих транслокационных ПДК

для почвы установлены для As, Zn, Ni и Cu. При этом величина мышьяка сильно варьировала от плота к плоту: наибольшие значения данного элемента установлены на макроплотах №1, 2 и 10.

Наиболее низкие значения концентраций в почве были определены для кадмия и ртути. Величина сурьмы была также низкой для всех плотов, за исключением площадок №1 и 10.

Наиболее высокие уровни Sr в пробах почв были установлены для плота №9: максимальная величина в 445 мг/кг превышала кларки данного элемента в земной коре от 1,1 до 2,6 раз. Величина цинка также варьировала: высокие показатели были установлены для проб почв, отобранных мониторинговых плотов №1, 4, 9 и 10.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почве можжевельного леса в районе с. Навобод

ТМ	ПДК <sup>1</sup>	ПДУ <sup>2</sup>	C <sub>ф</sub> <sup>3</sup>	K <sub>c</sub> =C/C <sub>ф</sub>	Почва, мг/кг (горизонты, кол-во проб)		min	max
					A (n=32)	B (n=48)		
As	2		1,8	7,4	11,05±0,66*	13,29±0,88*	2	22
Cd	2	3	0,2	4,5	0,71±0,07*	0,91±0,09*	0,3	3
Pb	35	100	12,5	1,9	23,42±0,91*	20,09±0,83*	4	36
Zn	23	300	70	2,4	154,50±6,46	165,37±7,15	87	310
Co	25	50	25	0,9	19,60±0,92*	22,44±0,87*	11	39
Ni	6,7	100	75	0,6	41,23±1,20*	45,73±1,58*	10	69
Cu	3,5	100	55	0,8	41,04±2,05	43,86±2,24	1	77
Cr		100	100	0,3	29,09±1,58	28,19±1,76	3	45
Zc				18,8				

Примечания: <sup>1</sup>транслокационное ПДК [5], <sup>2</sup>ПДУ [41]; <sup>3</sup>C<sub>ф</sub> [39, 40]; \* - p>95%.

Среднее значение As в пробах почв равнялось 11,05±0,66 мг/кг и 13,29±0,88 мг/кг (p>95%), соответственно для А и В горизонтов: эти величины превысили установленное ПДК от 5,5 до 6,6 раз. Для цинка средняя концентрация в пробах почв составила 154,50±3,80 мг/кг и 165,37±7,0 мг/кг для А и В горизонтов, соответственно, которые превысили транслокационную ПДК в 6,7-7,2 раз. Средние значения концентраций никеля в пробах почв участка Навобод равнялись 41,23±0,88 мг/кг (А) и 45,73±0,96 мг/кг (В) (p>95%), которые превысили ПДК в 6-7 раз. По меди средние величины в пробах почв для изучаемой местности составили 41,04±2,05 мг/кг и 43,86±2,24 мг/кг, соответственно, для А и В горизонтов, т.е. превышение ПДК составило от 11 до 12 раз.

Следует отметить, что хотя средние значения по As, Zn, Ni и Cu превысили их транслокационные ПДК, однако они находились в пределах ПДУ: исключение было установлено по цинку для 1 пробы, отобранной с микро-плота №44 (макро-плот №9). Уровни содержания остальных исследованных ТМ были значительно меньше их ПДК.

Определенный интерес могут представлять результаты анализов для свинца: средняя концентрация данного элемента в пробах почв А горизонта превысила таковую для В горизонта в 1,2 раза: 23,42±0,91 мг/кг, против 20,09±0,83 мг/кг (p>95%). Концентрация свинца в гумусово-аккумулятивном слое была немного выше, чем в переходном слое почвы. С одной стороны, это может иметь объяснение способностью гумуса депонировать химические элементы. С другой, не исключается возможность увеличения уровня свинца в поверхностном

почвенном слое за счет поступления данного элемента из вне через воздушную среду. Однако, для доказательства данного предположения необходимо проведение более детальных и тонких химических анализов - исследование изотопного состава элементов почвы.

Использование в геохимии методов корреляционного анализа позволяет охарактеризовать особенности генезиса геохимических образований и состава изучаемой местности [14, 30].

Результаты настоящих исследований установили наличие сильной корреляционной связи содержания алюминия и железа с содержанием 9 следовых элементов из 12 рассмотренных (табл. 3). Трансграничный элемент Co показал наличие большого количества корреляционных связей. Элементы Cu и Sc, в отличие от Ni и V, также сильно коррелировали с большинством элементов. Содержание металлов В типа (Pb, Mo, As) и А типа (Ba) имели слабую корреляционную связь с другими элементами.

Таблица 3

Химические элементы в пробах почвы участка можжевельного леса Навобод с сильной корреляционной связью (r>0,7)

Элем енты	Число корреляций	Коррели рующий элемент	Кэф фициент кор- реляции
Cd	1	Zn	0,844
Cu	4	Ni	0,765
Co	3	Sc	0,824
Ni	1	Cu	0,765
Zn	1	Cd	0,844

V	1	Sc	0,779
Be	1	Cr	0,808
Cr	1	Be	0,808
Sc	3	Co	0,824
La	5	V	0,852
Zr	1	Cu	0,729
Sr	1	Co	0,746

**Примечание:** элементы отсортированы в порядке уменьшения их валентности от Б типа вверху к А типу внизу. Количество проб почвы – 113 шт.

Высокая концентрация Zn в пробах почв наряду с низким числом корреляционных связей с другими элементами может быть свидетельством антропогенного происхождения данного элемента в исследуемой местности. Однако данное предположение также требует проведения более детальных и специфических анализов.

Согласно В. В. Добровольскому (1998), общий уровень концентрации химических элементов в почвах обусловлен их содержанием в почвообразующих породах, которые сходны по геохимическому составу с коренными [7].

На основе результатов сравнительного анализа содержания тяжелых металлов в А и В горизонтах почв участка Навобод, а также корреляционного анализа различных групп элементов можно заключить, что все исследованные тяжелые металлы в основном имеют природу от прилегающих материнских пород.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) почвы можжевельного леса в районе села Навобод, согласно международной классификации WRB (2006), относятся к типам: *Leptosols*, *Umbrisols* и *Cambisols*;

2) наибольший вклад в загрязнение почв изучаемой местности вносят мышьяк, цинк, мед и никель, при этом средние значения концентраций данных элементов превышают их установленные ПДК от 5 до 12 раз;

3) суммарный показатель загрязнения почв тяжелыми металлами ( $Z_c$ ) изучаемой местности составил 18,8 отн. ед., что позволяет классифицировать данную территорию как умеренно опасную;

4) корреляционный анализ групп химических элементов, а также анализ химического состава 2-х горизонтов почв, А и В, свидетельствуют в целом о естественной природе ТМ от прилегающих материнских пород.

Таким образом, можно заключить, что территория можжевельных лесов в районе села Навобод может быть использована местным населением для различной хозяйственно-бытовой деятельности, в том числе для выращивания сельскохозяйственных культур. Однако для улучшения качества почвы необходимо проведение мероприятий по снижению доступности ТМ для растений, таких как: внесение органических удобрений, гипсование и т.п. Кроме

того, если уровни ТМ в сельхозпродукции значительно превышают их ПДК, необходимо данную партию продуктов смешивать с таковыми, которые выращены на «чистых» полях.

#### Благодарность

Исследования выполнены в рамках проекта ТЕМР-СА (2004-2010) при финансовой поддержке МИД Норвегии. Химические анализы были проведены в Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР: авторы благодарят г-на Д.В. Айтбаева, г-жу А.И. Князькову и других сотрудников лаборатории, принявших участие в данной работе.

#### Литература:

1. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжелых металлов и использование ее для целей экомониторинга [Текст] / В.И. Отмахов, Е. В. Петрова, Т.Н. Пушкарева и др. // Известия ТПУ. - 2004. - №6. - С. 44-48.
2. Влияние антропогенных факторов на накопление тяжелых металлов в почвах некоторых насаждений ЛОД ТСХА [Текст] / Л.В. Мосина, В.В. Паракин, Н. М. Грачева и др. // Лесные экосистемы и вопросы моделирования. - М.: Изд-во МСХА, 1985. - С. 42-44.
3. Геология СССР. Таджикская ССР. Геологическое описание. Полезные ископаемые. [Текст] / [отв. ред. П. Я. Антропов]. - М.: Госгеолтехиздат, 1959. - (Геология СССР) Т. 24, ч. 1-736 с., ч. 2.- 1966. - 600 с.
4. ГОСТ 12.1.007-76. Классификация и общие требования безопасности [Текст]. - М.: Стандартинформ, 2007. - 7 с.
5. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ [Текст]. - М.: Издательство стандартов, 1987. - 41 с.
6. Дмитриев, М.Т. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. [Текст] / М. Т. Дмитриев, Н. И. Казнина, Г.А.Клименко.- М.: Изд-во МГУ, 1989.- 95.
7. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии. [Текст] / В. В. Добровольский.- М.: Вышш.школа, 1998.- 413 с.
8. Королева, Ю.В. Новые данные о биоаккумуляции ТМ на территории Балтийского региона [Текст] / Ю.В. Королева, И. А. Пухлова // Вестник БФУ им. И. Канта. - 2012. - №1. - С. 99-106.
9. Лепнева, О.М. Влияние антропогенных факторов на химическое состояние почв города (на примере г. Москвы) [Текст]: автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / О.М. Лепнева; МГУ. - М., 1987. - 22 с.
10. Ляпкало, А.А. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы Рязани тяжелыми металлами [Текст] / А.А. Ляпкало, С.В. Гальченко // Гигиена и санитария. - 2005. - №1. - С. 8-11.
11. Мамытов, А.М. Почвенные ресурсы и вопросы земельного кадастра Кыргызской Республики [Текст] / А. М. Мамытов. - Б.: Кыргызстан, 1996.- 240 с.
12. Мудрый, И. В. Эколого-гигиеническая оценка микробиологических процессов в почве при загрязнении анионными поверхностно-активными веществами и тяжелыми металлами [Текст] / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. - 2002. - №1. - С. 22-25.
13. Неверова, О. А. Биогеохимическая оценка городских почв (на примере Кемерово) [Текст] / О. А. Неверова // Гигиена и санитария. - 2004. - №2. - С. 18-21.

14. Первое национальное сообщение по сохранению биоразнообразия [Электронный ресурс] / Национальный центр по биоразнообразию и биобезопасности Республики Таджикистан, UNDP, GEF. – Душанбе, 2003. – URL: <http://cbd.int/doc/world/tj/tj-nr-01-p01-ru.pdf> (11.02.2014).
15. Родикова, А. В. Особенности элементного состава черноземов Ширинской степи [Текст] / А.В. Родикова // Современные проблемы геохимии : материалы конф. молодых ученых. – Иркутск: Изд-во УРАН Ин-ут географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2009. – с. 182-186.
16. Романенко, Н. А. Методология оценки качества почвы для социально-гигиенического мониторинга [Текст] / Н. А. Романенко, И. А. Крятов, Н. И. Тонкопий // Гигиена и санитария. – 2004. - №5. – С. 17-18.
17. Степанова, Л. П. Оценка состояния природной среды для выявления зон экологического неблагополучия [Текст] / Л.П.Степанова, А.И.Мышкин, Е.А. Коренькова // Вестник ОрелГАУ. - 2009. - №4. - С.50-52.
18. Шаркова, С. Ю. Воздействие ТМ на почвенную микрофлору [Текст] / С.Ю. Шаркова, Е.В. Надежкина // Плодородие. - 2007. - № 8. - С. 40.
19. Экологическая опасность загрязнения почвы тяжелыми металлами (на примере свинца) [Текст] / Л. В. Мосина, Э. А. Довлетярова, С. Ю. Ефремова и др. // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. - 2012. - №29. - С. 383-386.
20. Allaway, W.H. (1968). Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. *Advan. Agronomy*, 29, 235-274.
21. Gonzalez, M.J., Fernandez, M. & Hernandez, L.M. (1990). Influence of acid mine water in the distribution of heavy metal in soils of Donana national park. Application of multivariate analysis. *Environmental Technology*, 11(11), 1027-1038.
22. ICP Forests 2006. II. Crown condition assessments. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessments, monitoring and analysis of the effect of air pollution on forests. Part II. Visual assessment of crown condition. [http://www.icp-forests.org/N8f/Chapt2\\_compl06.N8f](http://www.icp-forests.org/N8f/Chapt2_compl06.N8f).
23. ISO10390 1994. Soil quality - Determination of pH. International standard. 5 pp.
24. ISO10694 1995. Soil quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis). International standard. 7 pp.
25. ISO11048 1995. Soil quality - Determination of water-soluble and acid-soluble sulphate. International standard. 18 pp.
26. ISO11261 1995. Soil quality - Soil quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method. International standard. 4 pp.
27. ISO11465 1993. Soil quality - Determination of dry matter and water content on a mass basis - Gravimetric method. International standard. 3 pp.
28. ISO13536 1995. Soil quality-Determination of the potential CEC and exchangeable cations using barium chloride solution buffered at pH=8.1. International standard. 7 pp.
29. Krogstad, T. (1992). Methods for soil analysis (In Norwegian). *NLH report no. 6. Institutt for Jordfag, Ås-NLH*, ISSN 0803-1304, 32 pp.
30. Lacatusu, R. (1998). Appraising levels of soil contamination and pollution with heavy metals. In: Heineke, H.J., Eckelmann, W., Thomasson, A.J. et al. (Eds). *ESB Research Report no. 4: Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources*. EUR 17729 EN. 546 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 393-402.
31. Lawesson, J., Eilertsen, O., Diekmann, M. et al. (2000). A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. *In: Tema Nord*, 517, 1-125.
32. Naturvardsverket 1997. Bakgrundshalter i mark. Rapport 4640. Stockholm.
33. Okland, T. (1996). Vegetation-environment relationships of boreal spruce forest in ten monitoring reference areas in Norway. *Sommerfeltia*, 22, 1-349.
34. Oksanen, J., Minchin, P.R. (1997). Instability of ordination results under changes in input data order: explanations and remedies. *J. Veg. Sci.*, 8, 447-454.
35. Olsen, S.R. (1953). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture. *Circular 939*.
36. Olsen, S.R., Sommers, L.E. (1982). Phosphorus. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney, D.R. (Eds.). *Methods of Soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph no. 9 (2<sup>nd</sup> edition) ASA-SSSA, S. Segoe., Madison, WI 53711, USA, 403-430.*
37. Shepard Jr., G.H., Rummenhoeller, K., Ohl-Schacherer, J. et al. (2010). Trouble in Paradise: Indigenous Populations, Anthropological Policies, and Biodiversity Conservation in Manu National Park, Peru. *Journal of Sustainable Forestry*, 29(2-4), 252-301.
38. Tabatabai, M.A. (1982). Sulfur. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph no. 9 (2<sup>nd</sup> ed.) ASA-SSSA, S. Segoe., Madison, WI 53711, USA, 501-538.*
39. Taylor, S.R., McLennan, S.M. (1985). *The Continental Crust: its Composition and Evolution*. Blackwell Scientific Publications (Oxford). Geoscience texts. 312 pp.
40. Taylor, S.R. (1964). Abundance of chemical elements in the continental crust; a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 28(8): 1,273-1,285. doi: 10.1016/0016-7037(64)90129-2.
41. World reference base for soil resources 2006. Sales and Marketing Group. Information Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Viale delle Terme di Caracalla*, 00100 Rome, Italy, 145.

Рецензент: к.м.н. Тен Е.Е.