

Факультет почвоведения МГУ
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева
Российский фонд фундаментальных исследований



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Сборник материалов

Москва, 27 – 31 мая 2013 г.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ.

Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова, 27 – 31 мая 2013 года.

Посвящается 150-и летию со дня рождения В. И. Вернадского.

Сборник материалов

Председатель организационного комитета конференции:

С.А. Шоба - член-корреспондент РАН, декан факультета почвоведения МГУ, президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

Заместители председателя:

С.Я. Трофимов - профессор, заведующий кафедрой химии почв факультета почвоведения МГУ.

Г.В. Мотузова - профессор, председатель II Комиссии «Химия почв» Общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

Секретариат конференции:

Н.Ю. Барсова, Д.В. Ладонин, Е.А. Тимофеева

Редколлегия сборника:

Д.В. Ладонин, Г.В. Мотузова

В нижних горизонтах, где роль ВОВ, как регуляторов поведения металлов, снижается, их перераспределение в поровом пространстве будет зависеть и от других факторов. Например, поскольку переменная степень окисления влияет на растворимость и подвижность соединений, восстановительные условия в микропорах могут способствовать переходу таких элементов в раствор в этой зоне (Mn, Fe, V). Концентрация K в микропорах может быть связана с его меньшей биологической доступностью. Накопление Cu, Ni, Zn и других d-элементов в тех или иных частях почвы может быть обусловлено присутствием там селективных поверхностей поглощения.

Таким образом, большинство тяжелых металлов, часто обладающих одним или несколькими из перечисленных признаков, а также склонных к образованию органических комплексов, вероятнее всего будут распределены в пространстве жидкой фазы почв неравномерно. В этой связи анализ какой-либо одной части жидкой фазы – например, лизиметрических вод, может быть недостаточен для оценки степени загрязнения почв и прогнозирования миграции загрязняющих веществ в сопредельные среды. Полная картина может быть получена при изучении всех фракций почвенного раствора, в том числе, обладающих меньшей подвижностью, то есть присутствующих в тонких порах.

Аналогично, можно предположить, что, равномерному распределению элемента (вещества) в жидкой фазе при прочих равных условиях, напротив, будут способствовать такие факторы как: присутствие в виде простых ионов (как Na) или неорганических ионных комплексов; постоянная степень окисления; отсутствие избирательного поглощения (Ca), высокая буферность системы, регулирующей концентрации элемента в растворе (Si), а также низкие концентрации в растворе ВОВ и однородный состав твердой фазы горизонта.

Выводы.

- 1) Распределение элементов по фракциям почвенного раствора, представляющим собой влагу пор разного размера, неоднозначно и зависит от типа элемента и особенностей почвы.
- 2) Выявлено три наиболее типичных варианта распределения элементов: равномерное распределение; уменьшение концентрации от крупных пор к мелким; накопление в мелких порах
- 3) Для всех изученных почв характерно равномерное распределение в жидкой фазе Na и Si; и повышенные в более крупных порах концентрации Mg и Sr.
- 4) Распределение микроэлементов в жидкой фазе неравномерное: встречаются как второй, так и третий типы. К факторам, влияющим на тип распределения, могут относиться степень окисления элемента, способность его к селективным взаимодействиям, свойства ВОВ, с которыми элемент связан, в том числе амфи菲尔ность, а также особенности почвы.
- 5) Неравномерное распределение микроэлементов в жидкой фазе определяет необходимость анализа всех фракций почвенного раствора для получения возможно более полной информации для оценки загрязнения почвы и прогнозирования возможности загрязнения сопредельных сред.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

Кайгородова С.Ю., Хлыстов И.А.

ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, kaygorodova@ipae.uran.ru

В настоящее время происходит снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями цветной металлургии в большинстве регионов России (Государственный доклад..., 2010). Следовательно, создаются условия для снижения концентраций тяжелых металлов (ТМ) в депонирующих средах и, в том числе, в почвах. Первые попытки оценить скорости самоочищения почв и ландшафтов от техногенных ТМ сделаны на основе лабораторных экспериментов и полевых опытов (Tyler, 1978; Barcan, 2002), а также гипотетических расчетов, основанных на определении отдельных параметров техногенных аномалий (Кайгородова, Смирнов, 2007). Регулярных мониторинговых наблюдений за концентрациями ТМ в почвах, охватывающих длительный период времени и выполняемых на стационарных пробных площадях, немного, и они показывают, что снижения концентраций ТМ в органогенных горизонтах почв не наблюдается (Лянгузова, 2010; Мазная, Лянгузова, 2010; Хантемирова, Воробейчик, 2011). В то же время показано, что для объективной оценки уровня загрязнения почв важно определять содержание ТМ во всем почвенном профиле (Водяницкий, Яковлев, 2011).

Одно из крупнейших предприятий Среднего Урала ОАО «СУМЗ» снизило общие объемы выбросов в атмосферу за последние 20-25 лет в десятки раз, вследствие снижения объемов

производства, изменения состава сырья и выполнения природоохранных мероприятий. Общая масса выбросов в 1980-е годы составляла 145-162 тыс. тонн в год, масса выбросов меди – 2,9-4,4 тыс. тонн/год (Импактное загрязнение..., 1986; Kozlov et al., 2009); в 1990-е годы общая масса выбросов сократилась до 64 тыс. тонн/год, выбросов меди – до 88 тонн/год. В 2000-е годы общая масса выбросов снизилась до 21 тыс. тонн/год, а масса меди – до 45 тонн/год; а в 2011г общая масса выбросов составила всего 2,9 тыс. тонн/год (сведения предоставлены «Центром экологического мониторинга и контроля по Свердловской области»; Государственные доклады..., 1996; 2009; 2012).

Территория, прилегающая к Среднеуральскому медеплавильному заводу, является удачным полигоном для исследования динамики ТМ в почвах, так как наблюдения за уровнем их содержания в почвах на постоянных пробных площадях были начаты в 1989г., до снижения аэрогенных выбросов предприятием (Воробейчик и др., 1994). Полнопрофильные почвенные разрезы были описаны и проанализированы в 1994г (Кайгородова, Воробейчик, 1996; Кайгородова, 1996; 1998). В течение периода снижения выбросов концентрации ТМ и кислотность лесной подстилки и гумусовых горизонтов почв были неоднократно измерены (Хантемирова, Воробейчик, 2011).

С целью изучения динамики содержания ТМ (Cu, Pb, Zn, Cd) исследованы образцы из полнопрофильных почвенных разрезов, отобранные в 1994г. и в 2011г. на стационарных пробных площадях, выбранных в западном направлении от ОАО «СУМЗ». Пробные площади с почвенными разрезами заложены в импактной (1-2 км от завода), буферной (4-7 км), фоновой (30 км от завода) зонах нагрузки. Всего: 25 пробных площадей, 23 разреза в 1994г и 25 разрезов в 2011г. Кислоторастворимые формы ТМ (экстрагент 5% HNO₃) определены методом атомно-абсорбционной спектрометрии на AAS Vario 6 (Analytik Jena) в лаборатории ИЭРиЖ УрО РАН, аккредитованной в системе аналитических лабораторий (аттестат РОСС.RU0001.515630). С целью внутрилабораторного прецизионного контроля были выполнены анализы проб 2011г и законсервированных проб 1994г в одной партии образцов. Накопление и вынос металлов определены по разности концентраций ТМ в соответствующих горизонтах. Оценка скорости снижения концентраций ТМ выполнена при допущении, что скорость была линейна, что, конечно, не соответствует действительности, а данная величина носит условный оценочный характер.

Почвенный покров пробных площадей представлен дерново-подзолистыми типичными (30 км), буровоземами оподзоленными (7 км), дерново-подзолистыми глееватыми (4 км), химически-преобразованными почвами по дерново-подзолистым типичным (2 км) и глееватым (1 км). По гранулометрическому составу почвы относятся к пылеватым суглинкам.

Исследования динамики концентраций тяжелых металлов (ТМ) в почвенном профиле показали, что изменения произошли во всех горизонтах, но внутрипрофильные закономерности динамики металлов в разных зонах нагрузки существенно различаются.

В органических горизонтах импактной и буферной зон (1-2-4 км) наблюдается увеличение концентраций ТМ и их суммы. Наиболее резко возросли концентрации свинца, кадмия, цинка. Сумма металлов в импактной зоне, на расстоянии 1 км от завода, возросла в 1,74 раза; на расстоянии 2 км – в 1,10 раза; в буферной зоне (на расстоянии 4 км) – в 1,14 раза (табл. 1,2). В буферной зоне (7 км от завода) и на фоновой территории в лесных подстилках произошло снижение содержания всех ТМ и их суммы.

В гумусовых (A1) и элювиальных (A1A2, A2B) горизонтах наблюдается снижение концентраций ТМ во всех зонах нагрузки, за исключением гумусового горизонта буферной зоны (7км). Сумма ТМ в импактной зоне снизилась в 3,06-10,28 раз; в буферной и фоновой зонах – в 1,20-1,99 раз. Скорость снижения суммы концентраций ТМ максимальна в гумусовых горизонтах импактной зоны, где она составила 113,76-114,91 мг/кг в год. В элювиальных горизонтах почв импактной зоны скорость снижения ТМ – 6,70-54,20 мг/кг в год. В буферной и фоновой зоне скорости снижения концентраций ТМ значительно меньше. То есть для этой группы горизонтов прослеживается закономерность, при которой скорость выноса ТМ тем выше, чем выше исходная концентрация металлов.

В верхней части иллювиальных горизонтов (B1h, B1g) наблюдается снижение концентраций ТМ в 1,35-2,19 раз, за исключением 4 км и 30 км, где концентрации практически не меняются. В нижней части иллювиальных горизонтов (B2, BC) содержание суммы ТМ за 17 лет не изменилось, иллювиального накопления металлов при выносе из элювиальной части профиля не наблюдается.

Таблица 1. Среднее содержание ТМ в верхних горизонтах почв на разных удалениях от завода (n=5)

Удаление от завода, км	Горизонт	Cu, мг/кг		Pb, мг/кг		Cd, мг/кг		Zn, мг/кг	
Год		1994	2011	1994	2011	1994	2011	1994	2011
1	AO _T , AO _L , AO _{деп}	3024,7	3781,8	1106,4	2912,5	5,5	23,4	276,2	968,6
1	A1	1955,2	543,0	565,0	57,3	3,6	3,5	177,3	163,5
2	AO _T , AO _L , AO _{деп}	2895,5	2216,3	1082,4	2215,1	6,8	23,4	336,8	1099,7
2	A1	1721,7	208,5	322,5	33,6	8,4	2,1	249,3	104,3
4	AO ^{''}	1981,0	845,6	765,6	884,7	6,9	11,2	277,3	534,5
4	A1	311,1	137,7	90,2	22,3	2,5	1,5	90,2	88,0
7	AO ^{''}	1246,0	232,2	525,0	383,1	16,8	9,7	598,0	541,0
7	A1	173,8	313,3	59,0	121,8	3,9	4,4	149,2	202,8
30	AO ^{''}	103,9	40,2	103,3	84,4	5,0	3,0	256,5	213,4
30	A1	24,6	16,0	28,2	18,1	1,1	0,4	61,4	34,1

Таблица 2. Суммарное содержание ТМ (Cu+Pb+ Zn+Cd) в почвах в 1994 и 2011 гг., разность содержания металлов ($\Delta C = C_2 - C_1$), скорость изменения концентраций тяжелых металлов за период 17 лет ($\Delta C/t$) (Среднее ± ошибка среднего)

Удаление от СУМЗа, км	горизонт	n	Сумма ТМ, мг/кг		ΔC , мг/кг (C ₂ -C ₁)	$\Delta C/t$, мг/кг в год	MaxC/minC
			C ₁ , 1994г	C ₂ , 2011г			
1	AO _L , AO _"	5	4412,82 ±196,55	7686,28 ±890,97	3273,46 ±883,11	192,56 ±51,95	1,74
	A1	5	2701,20 ±97,29	767,24 ±188,22	-1933,96 ±189,62	-113,76 ±11,15	3,52
	A1A2	1	1020,70	99,24	-921,46	-54,20	10,28
	A2B	5	388,17 ±122,75	64,38 ±15,32	-323,79 ±115,69	-19,05 ±6,81	6,03
	B1g, B2g	5	54,50 ±6,28	40,38 ±4,40	-14,12 ±6,58	-0,83 ±0,39	1,35
	B2, BCg	4	32,73 ±3,37	38,56 ±6,37	5,83 ±7,60	0,34 ±0,45	1,18
2	AO _L , AO _"	5	5042,14 ±405,59	5554,47 ±717,82	512,33 ±443,01	30,14 ±26,06	1,10
	A1	5	2301,89 ±836,34	348,45 ±41,88	-1953,44 ±819,07	-114,91 ±48,18	6,61
	A1A2	4	425,50 ±74,12	138,90 ±11,91	-286,60 ±82,83	-16,86 ±4,87	3,06
	A2B	5	154,97 ±40,28	41,05 ±4,02	-113,93 ±39,27	-6,70 ±2,31	3,78
	B1, B2g	5	70,20 ±11,98	32,02 ±4,10	-38,18 ±11,98	-2,25 ±0,70	2,19
	B2, BC	4	40,95 ±8,06	31,76 ±5,42	-9,19 ±12,16	-0,54 ±0,72	1,29
4	AO ^{''}	5	1992,96 ±173,33	2276,13 ±475,31	283,17 ±624,48	16,66 ±36,73	1,14
	A1	5	495,95 ±104,30	249,40 ±20,77	-246,55 ±113,56	-14,50 ±6,68	1,99
	A1A2	3	120,83 ±14,86	87,55 ±6,79	-33,29 ±18,20	-1,96 ±1,07	1,38
	A2Bg, B1gh	1	60,20	49,98	-10,22	-0,60	1,20
	B1g, B2g	1	37,00	38,07	1,07	0,06	1,03

7	AO"	5	$2325,82 \pm 211,33$	$1165,91 \pm 115,47$	$-1159,91 \pm 291,73$	$-68,23 \pm 17,16$	1,99
	A1	5	$385,94 \pm 72,08$	$642,31 \pm 103,57$	$256,37 \pm 115,09$	$15,08 \pm 6,77$	1,66
	A1A2	3	$119,27 \pm 47,36$	$75,78 \pm 10,94$	$-43,48 \pm 57,41$	$-2,56 \pm 3,38$	1,57
	A2B	5	$40,83 \pm 6,33$	$25,90 \pm 5,58$	$-14,93 \pm 7,03$	$-0,88 \pm 0,41$	1,58
	B1	3	$30,07 \pm 5,87$	$19,13 \pm 2,75$	$-10,93 \pm 7,06$	$-0,64 \pm 0,42$	1,57
	BC	3	$22,30 \pm 4,05$	$17,85 \pm 3,20$	$-4,45 \pm 2,61$	$-0,26 \pm 0,15$	1,25
30	AO"	5	$468,80 \pm 32,19$	$341,00 \pm 26,92$	$-127,80 \pm 29,63$	$-7,52 \pm 1,74$	1,37
	A1	5	$115,54 \pm 17,45$	$68,65 \pm 7,48$	$-46,89 \pm 19,48$	$-2,76 \pm 1,15$	1,68
	A1A2	5	$46,74 \pm 7,06$	$30,47 \pm 2,29$	$-16,27 \pm 7,98$	$-0,96 \pm 0,47$	1,53
	A2B	5	$34,24 \pm 4,20$	$23,23 \pm 1,75$	$-11,01 \pm 4,13$	$-0,65 \pm 0,24$	1,47
	B1, B2	5	$25,42 \pm 1,05$	$24,42 \pm 1,07$	$-1,00 \pm 1,92$	$-0,06 \pm 0,11$	1,04
	B2, BC	4	$29,53 \pm 2,18$	$26,29 \pm 0,74$	$-3,23 \pm 2,38$	$-0,19 \pm 0,14$	1,12

Увеличение концентраций ТМ в подстилках может быть связано как с изменением структуры аэрогенных выбросов, так и с внутрипочвенными процессами. Прекращение сернокислых выбросов и активизация дернового процесса привели к снижению кислотности органических горизонтов загрязненных почв на 0,5-0,8 ед.рН, что, вероятно, способствует иммобилизации ТМ в органических горизонтах импактной и буферной (4 км) зон. Кроме того, при морфологических исследованиях нами отмечено изменение строения органических горизонтов в импактной и буферной (4 км) зонах: постепенно исчезают оторованный слой АОт и слой погребенной неразложенной подстилки АО_L, они замещаются задернованным горизонтом АО_{дер}. При этом общая мощность органических горизонтов на этих участках в 2011г. по сравнению с 1994г. снизилась в 1,2-1,6 раза, следовательно, может иметь место концентрирование металлов в начавших разлагаться органических горизонтах.

Подвижность ТМ в гумусовых и элювиальных горизонтах почв, ярко выраженная в импактной зоне, обусловлена, возможно, потечностью гумуса, подвижностью водорастворимого углерода, нарушением строения почвенного поглощающего комплекса, а в элювиально-иллювиальной толще – развитием техногенного оглеения с неустойчивым окислительно-восстановительным режимом, неоднократно отмечаемых нами ранее для этой территории (Прокопович, Кайгородова, 1999; Дедков и др., 2005). Увеличение содержания ТМ в гумусовых горизонтах почв буферной зоны (7км) обусловлено их вымыванием из разлагающихся лесных подстилок, имеющих нормальное строение, и закономерным перемещением в гумусовый горизонт.

Достаточно стабильное содержание ТМ в самых нижних иллювиальных горизонтах почв (В2, ВС), говорит о том, что происходит как вертикальное, так и горизонтальное перемещение ТМ из почв транзитных ландшафтов (преимущественно транс-элювиальных) в транс-аккумулятивные и аккумулятивные ландшафты. Иллювиального накопления ТМ не наблюдается.

Таким образом, за период 1994-2011гг., в течение которого произошло снижение выбросов ОАО «СУМЗ» в десятки раз, концентрации ТМ в органических горизонтах сильно загрязненных почв увеличились. В гумусовых и минеральных горизонтах этих почв концентрации ТМ снизились. Несмотря на элювиальный вынос металлов, иллювиального накопления не наблюдается. Вероятно, преобладает латеральный вынос ТМ из транс-элювиальных ландшафтов в транс-аккумулятивные и аккумулятивные. В качестве локальных геохимических барьеров в настоящее время выступают в основном органические горизонты исследованных почв.

Работа завершена при поддержке Президиума УрО РАН (проект № 12-М-45-2072).

Литература.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году // www.mnr.gov.ru/detail.php (дата обращения 16.01.13)

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 1995 году» [Ред. совет: А.Н. Подуст и др.]. Екатеринбург: УРЦ «АэрокосмоЭкология», 1996. 240 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения свердловской области в 2000 году» [Ред. совет: Г.Ю. Пахальчак и др.]. Екатеринбург, 2001. 268 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2008 году» [Ред. совет: А.Н. Александров и др.]. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2009. 354 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2011 году» [Ред. совет: М.Р. Бокачев и др.]. Екатеринбург: ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2012, 350 с.

Дедков В.С., Смирнов Ю.Г., Кайгородова С.Ю. Техногенное глеообразование в горно-лесных почвах Среднего Урала // Научные ведомости БелГУ. Серия «Экология». 2005. № 1 (21) Вып. 3, С.40-44.

Водяницкий Ю.Н., Яковлев А.С. Оценка загрязнения почвы по содержанию тяжелых металлов в профиле // Почвоведение, 2011, №3. С.329-335.

Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука». 1994. 280 с.

Импактное загрязнение почв металлами и фторидами [Под ред. Н.Г. Зырина и др.]. Л.: Гидрометеоиздат, 1986, 164 с.

Кайгородова С.Ю. Влияние аэробиогенных выбросов на устойчивость южнотаежных почв // Проблемы общей и прикладной экологии: Мат. Молодеж. конф. Екатеринбург, 1996, С.92-102.

Кайгородова С. Ю. Экологические особенности почвообразования в техногенных ландшафтах Среднего Урала // Автореф. дисс. канд. биол. наук. Екатеринбург, 1998, 24 с.

Кайгородова С.Ю., Воробейчик Е.Л. Трансформация некоторых свойств серых лесных почв под действием выбросов медеплавильного комбината // Экология. 1996. № 3. С. 187-193.

Лянгузова И.В. Тolerантность компонентов лесных экосистем Севера России в аэробиогенному загрязнению // Автореф. дисс. докт. биол. наук. СПб, 2010, 39 с.

Мазная Е.А., Лянгузова И.В. Эколо-популяционный мониторинг ягодных кустарничков при аэробиогенном загрязнении. СПб: «ВВМ», 2010. 195 с.

Прокопович Е.В., Кайгородова С.Ю. Трансформация гумусного состояния почв под действием Среднеуральского медеплавильного завода // Экология. 1999, №5, С.375-378.

Хантемирова Е.В., Воробейчик Е.Л. Многолетняя динамика елово-пихтовых лесов в условиях промышленного загрязнения на Среднем Урале/ Отечественная геоботаника: Основные вехи и перспективы. Матер. Всеросс. конф. Т.2: структура и динамика растительных сообществ. Экология растительных сообществ. СПб, 2011. 518 с.

Kozlov M.V., Zvereva E. L., and Zverev V. E. Impacts of Point Polluters on Terrestrial Biota: Comparative Analysis of 18 Contaminated Areas. Dordrecht: Springer, 2009. 466p.

Tyler G. Leaching rates of heavy metal ions in forest soil // Water Air & Soil Pollut. 1978. V.9. P. 137-148.

Barcan V. Leaching of nickel and copper from soil contaminated by metallurgical dust //Inviron. Intern. 2002. V. 28. № 1-2. С. 63-68.

ТЕХНОГЕННОЕ УГЛЕВОДОРОДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ОСТРОВА БОЛЬШОЙ ЛЯХОВСКИЙ (НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА)

¹Качинский В.Л, ²Завгородня Ю.А., ¹Геннадьев А.Н.

¹ - Географический факультет МГУ, ² - факультет Почвоведения МГУ, buon2007@mail.ru

Введение. В связи с возрастающим техногенным воздействием на арктические и арктоундровые наземные экосистемы, в том числе почвы, и их слабым потенциалом самоочищения от техногенных углеводородов существует потребность в изучении: 1) особенностей миграции органических поллютантов в почвах; 2) уровней углеводородного загрязнения арктических почв, а также факторов, ответственных за интенсивность разложения углеводородов в арктоундровых условиях (Геннадьев, Пиковский, 2007; Mosbech, 2002).

В 60-е гг. XX в. на различных архипелагах и островах Российского Арктического сектора (от архипелага Земля Франца Иосифа до острова Врангеля) началась эксплуатация военных баз, где были созданы объекты инфраструктуры и куда осуществлялся завоз нефтепродуктов для обеспечения работы техники и отопления. В 1990-х гг. функционирование баз прекратилось, и в настоящий момент здесь существует множество заброшенных объектов, связанных с бывшей военной инфраструктурой и являющихся источником загрязнения почв нефтепродуктами, в том числе пустой тарой из-под топлива (скопления бочек). Такие объекты требуют инвентаризации, их влияние на

Типография МГУ
119991, ГСП-1, г. Москва,
Ленинские Горы, д.1, стр.15
Заказ № 0656. Тираж 250 экз.