

Загрязнение тяжелыми металлами агроценозов от объектов прошлого экологического ущерба

В.М. Питулько, заместитель директора по научной работе, д-р геол.-мин. наук

В.В. Кулибаба, заведующий лабораторией, канд. геогр. наук

А.М. Дрегуло, старший научный сотрудник, канд. биол. наук

В.В. Петухов, старший научный сотрудник, канд. техн. наук

Санкт-Петербургский Центр экологической безопасности Российской академии наук (НИЦЭБ РАН)

e-mail: srces@ecosafety-spb.ru

Ключевые слова:

объекты прошлого экологического ущерба, агроценозы, тяжелые металлы.

Изучены параметры распределения тяжелых металлов, накопленных в объектах прошлого экологического ущерба, представленных несанкционированными свалками бытовых отходов, участками размещения иловых осадков очистных сооружений и рекультивированными карьерами, в агроценозах дерново-подзолистых почв. Охарактеризованы негативные изменения свойств почвы участков, периодически испытывающих поступление загрязняющих веществ со стороны объектов прошлого экологического ущерба. В условиях минимизации механического воздействия на почву прослежена негативная направленность в изменении свойств почвы на сопредельных с объектами прошлого экологического ущерба участках при сохранении незагрязненных автоморфных аналогов. Показатели деградации агроценозов в значительной степени определяются спецификой объектов прошлого экологического ущерба.

1. Введение

Проблема типологии, оценки и устранения накопленного в прошлом экологического ущерба (ПЭУ) как элемента обеспечения экологической безопасности административно-территориальных образований относится к числу приоритетных направлений научных исследований и практики управления охраной окружающей среды. Первоочередной задачей при проведении оценки воздействия объектов ПЭУ, особенно в пределах ареалов функционирования агрохозяйственных систем, является достоверное установление границ территории, на которой окружающая природная среда может подвергнуться деградации и/или загрязнению, со специфическими для каждого типа ПЭУ результатами воздействия [1, 2].

2. Постановка задачи

Любые объекты ПЭУ оказывают воздействие на сопредельные с ними агроценозы [3]. Представляет ин-

терес изучение параметров распределения токсикантов (в первую очередь, тяжелых металлов), влияющих на агроценозы, в условиях проявления накопленного прошлого экологического ущерба следующих типов: несанкционированные свалки бытовых отходов, участки размещения иловых осадков канализационных очистных сооружений (включая поля запахивания и сброс на рельеф) и рекультивированные (засыпанные отходами 4–5-го классов) карьеры разработки общераспространенных полезных ископаемых.

Оценка экологического состояния почв сельскохозяйственных земель является обязательным условием в обеспечении качества агропромышленной продукции [4]. Наиболее ценные по кадастровой оценке сельскохозяйственные угодья с дерново-карбонатными почвами в Ленинградской области находятся на территории Гатчинского и Волосовского районов (в пределах Ижорской возвышенности), и ущерб, наносимый им объектами ПЭУ, весьма ощутим. При этом

за 2009–2011 гг. только в Гатчинском районе обнаружено 49 таких объектов. Территории с повышенным уровнем уязвимости по отношению к очаговому воздействию несанкционированных свалок составляют около 40% площади мезорегиона [1].

Цель работы — оценить накопление ТМ почвами сельскохозяйственных угодий по результатам многолетних мониторинговых наблюдений по периферии объектов ПЭУ, отобранных при постановке задачи исследований, и предварительное рейтинговое потенциальных показателей воздействия от различных типов объектов накопленного экологического ущерба.

3. Материал и методы

Рассмотрены районы Ленинградской области с интенсивным сельскохозяйственным освоением (рис. 1), приуроченные к ареалу дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почв на озерно-ледниковых равнинах, где на сельскохозяйственных угодьях зафиксирован 21 контур с признаками ПЭУ (10% общего числа таких объектов на всех категориях земель).

Объектом исследования был почвенный покров мониторинговых площадок за период 2009–2014 гг. Площадки были заложены в центре и по периферии объектов (38 объектов). По 30 объектам имеются сведения о массе и морфологии накопленных отходов, что позволило определить слеживаемость свалочных масс через их плотность. Последняя укладывается в диапазон от 0,2 до 0,5 кг/м³. Экогеохимическое обследование загрязнения почв выполнялось в соответствии со стандартными нормативно-методическими требованиями [5–8]. С учетом номенклатуры состава объектов ПЭУ в табл. 1 включены данные о содержании ТМ и типичных загрязняющих веществ органической природы.

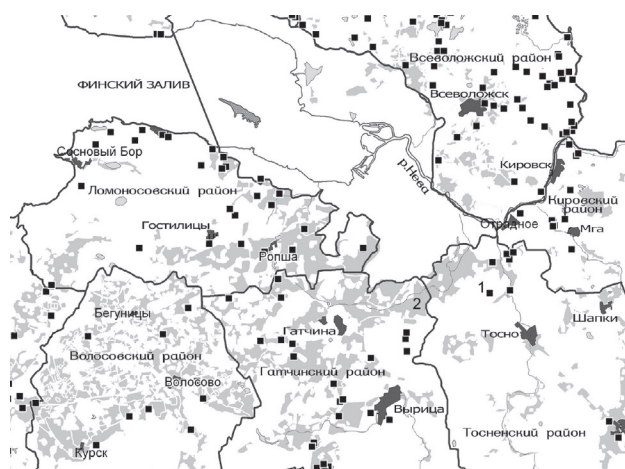


Рис. 1. Распределение объектов ПЭУ районов Ленинградской области по данным полевой инвентаризации: 1 – объекты ПЭУ; 2 – контуры сельскохозяйственных земель

Данные лабораторных исследований (в основном, эмиссионный спектральный анализ методом ICP) нормировались на среднее содержание потенциальных поллютантов для обследованных районов Ленинградской области [9, 10, 11]. В течение последних 25 лет представления о геохимическом фоне почвенного покрова Ленинградской области формировались по данным экогеохимического картирования [11]. Наиболее близкая к агроценозам геоэкологическая обстановка по уровню загрязнения ТМ в этих работах соответствовала рекреационным зонам, была охарактеризована единичными пробами и при оценке фона не учитывалась.

Результаты исследований позволяют получить предварительные оценки фонового содержания ТМ отдельно для сельскохозяйственных угодий (в том числе агроземов) и для лесных земель и оценки экологических рисков деградации агроценозов, оценить источники и масштабы угрозы экологической безопасности со стороны объектов ПЭУ. Обобщенные

Таблица 1
Среднее содержание тяжелых металлов в почвах Ленинградской области (в мг/кг), по [9, 10, 11], с дополнениями

Показатель	Фон области				ПДК
	Все земли	Сельхоз-угодья в целом	Агроземы	Лесные дерново-подзолистые почвы	
pH	5,5	6,5	4,70	3,68	6,5
1-й класс опасности					
Hg	0,03	0,05	0,05	0,05	0,02
Pb	19,11	7,7	10,4	6,43	32
As	1,62	0,05	0,05	0,05	2
Cd	0,17	0,01	0,01	0,01	0,5
Zn	43,10	31,4	56,3	15,64	55
Бенз(а)пирен	0,01	0,008	0,0062	0,011	0,02
Пестициды	0,02	0,015	0,01	0,002	0,1–0,5
2-й класс опасности					
Ni	15,30	6,13	7,38	5,07	20
Co	4,10	8,31	5,23	7,75	4,1
Cr	12,50	6,35	4,61	3,55	20
Cu	18,00	14,56	3,62	5,53	33
ПХБ	0,1	0,013	0,005	<0,005	0,06
Сумма ДДТ	0,005	0,008	0,008	0,005	0,1
Нефтепродукты	18,8	20,3	36,45	21	<1000
3-й класс опасности					
Mn	117,70	291,9	867,14	32,92	1500
V	16,20	9,22	7,99	8,32	150

Таблица 2

Среднее значение экогеохимических параметров
некоторых категорий объектов ПЭУ

Категория объекта ПЭУ и его геохимический спектр (курсив)	Возраст накопления, лет	Средняя плотность накопленных материалов		Уровень накопления (сумма $K_{накопл.}$)	
		Насыпная, M^3/M^2	Объемная, T/M^3	ТМ / в т.ч. 1 класса опасности	Органики
Свалки ТБО	20	5,1	0,3	127/66	3,9
<i>Snag₁₀ - tm-1₅ - tm-2_{2,5} - tm-3_{1,2} - bpyr₂ - pcb_{0,3} - oil_{0,05} - pest_{0,01}</i>					
Иловые площадки	30	до 1,3	1,15	130/54	
<i>Tm-1₂₀ - tm-2₁₀ - tm-3₅ - pcb_{2,5} - oil_{0,03} - pest_{0,02}</i>					
Закрытые объекты животноводства (навозохранилища)	13	0,32	н.д.	24/0	2,04
<i>Tm-2₅ - tm-3₂ - bpyr₂ - oil_{0,04}</i>					
Рекультивированные карьеры общераспространенных полезных ископаемых	20-35	1,50	1,5	43/20	3,5
<i>Tm-1₄ - Tm-2₂ - Tm-3_{1,3} - BPyr_{0,2} - Oil_{0,06}</i>					

Примечание. ТМ-1: сумма $K_{накопл.}$ металлов 1 класса опасности, ТМ-2 – то же, второго класса, ТМ-3 – то же, 3 класса. ВРур – бензапирен, РСВ – полихлорбифенилы, Oil – нефтепродукты, Pest – пестициды; $K_{накопл.}$ – нижний индекс – коэффициент накопления каждого компонента к фону.

данные об экогеохимических параметрах обследованных участков представлены в табл. 2. Свалочные массы загрязнены в основном элементами 3-го класса опасности.

4. Обсуждение экологических рисков объектов ПЭУ для агроценозов

Остановимся на основных результатах выполненного анализа объектов ПЭУ рассматриваемых категорий.

Самовольные свалки — наиболее массовый тип объектов ПЭУ: среди лесных земель средний объем таких скоплений составляет 456 м³, на сельхозугодьях (вдоль дорожной сети и по периметру полей) — 915 м³. Но априори понимаемый экологический риск самовольных свалок [12–15] не всегда подтверждается результатами экогеохимического опробования. Так, выполненное нами геоэкологическое обследование несанкционированных самовольных свалок на территории Всеволожского района не показало существенного уровня загрязнений (табл. 3). Средняя величина показателя суммарного загрязнения

тяжелыми металлами в диапазоне 0–2 усл. ед. Zc (по Ю.Е. Саету, 1990) соответствует допустимому уровню загрязнения, близкому к фоновым значениям.

Результаты опробования почвогрунтов на территории этих участков показали, что при отсутствии биохимического разложения ТБО риски химического загрязнения территории и имеющихся водоемов незначительны. Подавленность биохимических процессов свидетельствует об отсутствии значительного объема органических отходов среди свалочных масс. В этом случае основные агенты минерализации ТБО — комплекс органических кислот и их солей — не формируются (эти условия неблагоприятны и для развития микробоценозов редуцентов), и свалка не выполняет функции биохимического «реактора». На ранних этапах жизненного цикла (2–5 лет) развитие такого процесса невозможно. Поэтому для ликвидации свежих самовольных свалок достаточно комплекса санационных мероприятий (уборка и вывоз свалочных масс).

Площадки хранения иловых осадков канализационных сооружений. Эти объекты содержат ТМ, патогенную микрофлору, токсичные органические примеси, что делает их потенциально опасными источниками загрязнения. Оценка негативного воздействия при внесении илов и осадков сточных вод на поля может быть затруднительна, так как при равных концентрациях ТМ могут оказывать различное транслокационное воздействие. Интересными

Таблица 3

Среднее содержание химических элементов
в почвогрунтах мест самовольного размещения ТБО
во Всеволожском районе Ленинградской области (n = 10)

Показатель	Фон мг/кг	Содержание в почвогрунтах объектов, в единицах фона	
		Сельхозугодья в целом	Дерново-подзолистые, супесчаные почвы
Hg	0,04	0,2	0,2
Pb	7,48	0,47	0,62
As	0,66	0,08	0,08
Cd	0,09	0,15	0,15
Zn	15	0,48	0,68
Ni	2,9	0,47	0,54
Cu	4,0	0,28	0,14
Mn	280	0,68	0,86
Cr	11	0,38	0,8
Co	2,8	0,33	0,26
V	7,5	0,71	0,83
pH (ед.)	6,0	1,3	0,86

представляются исследования [16], показывающие особенности миграции ТМ и их транслокации в растительную продукцию агроценозов при внесении осадков сточных вод, обезвоженных на центрифугах с флокулянтами (ОСВ_ф), и осадков, подсушенных в естественных условиях на иловых площадках в течение 10 и более лет (ОСВ). В ходе исследований было обнаружено, что первые по агрохимическим показателям соответствуют требованиям СанПин 217573-96 и ГОСТ Р 174307-2001, а вторые содержат повышенное количество ТМ.

Ориентировочные расчеты показали, что избыточный активный ил относится к 2-му классу опасности (табл. 4). Полученные данные свидетельствуют о негативном влиянии иловых карт, являющихся источником поступления ТМ в природные экосистемы.

Исследования илов и осадков, золы от сжигания осадков биологических очистных сооружений, депонируемых на полигонах г. Санкт-Петербурга, также свидетельствуют о негативном воздействии этих продуктов на окружающую среду [17]. Основной экологический ущерб агроценозам от иловых осадков возникает не столько от участков их захоронения (иловых карт), поскольку последние нормативно не могут размещаться на сельскохозяйственных землях, сколько при неконтролируемом использовании их как удобрений. В точном содержании термина

иловые осадки могут квалифицироваться как ПЭУ при нарушении технологии рекультивации, с последующим сбросом на рельеф загрязненного стока и нештатном функционировании полей орошения/фильтрации.

Рекультивированные (с отсыпкой ТБО отходами 4–5-го классов) карьеры разработки общераспространенных полезных ископаемых являются специфическими объектами накопленного экологического ущерба. На территории частного бассейна водосбора р. Невы выявлено около 200 таких объектов [10]. Для части таких объектов установлены очаги высокотоксичного дренажного стока из тела отвалов, поступающего по местной гидрографической сети [18].

Геоэкологическая особенность это типа ПЭУ связана с тем, что определенный период (от 20 до 35 лет) они находились в стадии обводненных карьеров, на разных фазах квазиприродных сукцессий малых водоемов, с различной степенью гидрохимического загрязнения вод. Последующая рекультивация выработанных карьеров технологическими приемами отсыпки грунтом, смешанным с бытовыми отходами, приводит к формированию особого подтипа объектов прошлого экологического ущерба. Среднее значение фона загрязнения грунта участка ($Z_c=16-32$, по СанПин 2.1.7.1287-03), это категория умеренно опасного загрязнения, в локальных контурах — чрезвычайно-опасного. Усредненный геохимический спектр поверхностного горизонта исследуемого объекта выглядит следующим образом: $Mn_{14} - (As, Hg)_6 - (Ni, Co, Cu, Zn)_3 - (Pb, Cr, Oil)_2 - (Cd, Fe)_{1,1}$. Солевая вытяжка грунта имеет $pH=7,4$, что в приповерхностных окислительных условиях хорошо объясняет поляризацию по подвижности соединений марганца (накапливается) и железа (остается подвижным).

Химический анализ проб воды в дренажной сети свидетельствует о вторичном очаге загрязнения, с большой вероятностью связанного с анаэробными циклами разложения сложной органики на глубине 4–6 м. Эти циклы включают процессы сульфатредукции, инициирующие реакции биоалкилирования металлов, а также иные биохимические превращения под действием анаэробных бактерий. В результате возникают летучие металлоорганические соединения алкилированных Hg, As, Cd, Tl, Pb, Sn и Se. Такие условия развиваются при подтоплении и заболачивании хранилищ промышленных отходов, при заполнении чаши любого водохранилища, при накоплении зараженных этими ТМ донных осадков в застойных зонах водоемов, при переходе прибрежных почв в затопленное состояние и т.п. Последний случай тождествен рассматриваемой ситуации.

Таблица 4

Химический состав сухого вещества осадков станций аэрации пригородов Санкт-Петербурга, мг/кг

Химический состав сухого вещества	Среднее по 15 станциям аэрации	Норма для осадков, используемых для орошения и удобрения
Fe	27000,3	<20000
Zn	871,8	1750
Cu	214,3	750
Pb	87,4	< 1000
Cd	5,9	< 30
Ni	28,2	< 400
Co	8,7	<10
Cr ⁺⁶	54,0	< 1200
Mn	1410,8	< 2 000
Органическое вещество %	35-55	> 20
Al	6907,3	<7000
Hg	0,14	<0.015
As	15	<0.05
P ₂ O ₅ % от общей массы	6	5
K ₂ O % от общей массы	1,3	15

Продукты реакции биологического алкилирования хорошо растворяются и способны переходить в высокотоксичные органические соединения, имеющие ПДК на уровне нанограммов. Жизненный цикл данного типа ПЭУ может быть представлен следующей схемой. Карьер, который не рекультивирован сразу после окончания эксплуатации, в дальнейшем переходит в стадию техногенного водоема. С началом работ по отсыпке карьера внесение смешанного грунта с легкоокисляемой органикой и созданием анаэробных условий на глубине 2–4 м инициировало процесс сульфатредукции и сопутствующих фазово-динамических геохимических переходов накопленных и внесенных с отходами токсичных элементов, что в итоге сформировало слой высокозагрязненных жидкофазных и условно-твердых грунтов. Гидравлический отжим их водной части проявляется как загрязненный поверхностный сток дренажа.

Как правило, карьеры рекультивируются для лесохозяйственных целей. Однако часть из них затем используется для расширения селитебных, рекреационных и зон озеленения. Кроме того, метилированные формы токсичных ТМ могут загрязнять все компоненты граничного ландшафта, включая контуры мелиорированных сельскохозяйственных угодий. Отсыпка карьеров крупногабаритными промышленными и/или бытовыми отходами практически не имеет альтернативы. Однако их использование для специфических гидрогеологических характеристик обводненных карьеров в ландшафтных зонах избыточного увлажнения требует соблюдения ряда предупредительных мер. Комплексный подход возможен с применением наилучших доступных технологий без прямой отсыпки смешанными грунтами. Наконец, уже сформировавшиеся участки и зоны сульфатредукции поддаются своеобразному «лечению» путем воссоздания в разрезе окислительных режимов инженерными или химическими приемами. Замыкать процесс рекультивации в этих условиях должен производственный экологический контроль и локальный мониторинг дренажного стока и конусов выноса местной гидросети.

5. Выводы

Появление объектов ПЭУ на сельскохозяйственных землях — как новый тип антропогенного воздействия — обуславливает необходимость обосновать практические меры борьбы с такой формой вторичного загрязнения агроценозов. Представляется, что схема исследований может быть такой:

- инвентаризация объектов ПЭУ на сельскохозяйственных угодьях;

- геохимическое и агрохимическое опробование почвогрунтов на территории и по периферии объектов ПЭУ;
- использование современных версий имитационных моделей, основанных на фундаментальных исследованиях в системе почва–ТМ–окружающая среда (по аналогии с пестицидными моделями Pestins [19]), как для оценки угрозы проникновения отдельных ТМ в грунтовые воды, так и для стандартизации оценки экологической опасности конкретных ассоциаций ТМ;
- разработка рекомендаций по обращению со специфическими объектами ПЭУ, включая выбор мероприятий по санации, рекультивации и экологической реабилитации сельскохозяйственных угодий;
- закладка долговременных опытов для подбора оптимальных регламентов агротехнических технологий восстановления плодородия земель, подвергшихся экологическому ущербу от объектов ПЭУ.

Помимо агроэкологических оптимумов функционирования агроценозов существует несколько внешних ограничений по критериям экологической безопасности, прямо относящихся к сельскохозяйственным угодьям региона. Это, прежде всего, социально-санитарные требования. Фактически не подлежащие обсуждению санитарно-экологические нормативы и требования вместе с социально-общественными запросами населения ограничивают возможность достижения экологического оптимума. Более того, критерием качества и норм экологического риска выступают санитарно-гигиенические показатели, т.е. «реципиентом» воздействия неизбежно будет население региона, что требует специальных форм мониторинга поступления тяжелых металлов от объектов ПЭУ.

Аббревиатуры

- ТМ — тяжелые металлы
ПЭУ — прошлый экологический ущерб
ПДК — предельно-допустимые концентрации
ПХБ — полихлорированные бифенилы
ДДТ — 1,1,1-Трихлор-2,2-ди(п-хлорфенил)этан
ВРуг — бензапирен
РСВ — полихлорбифенилы
Oil — нефтепродукты
Pest — пестициды
 $K_{\text{накоп}}$ — нижний индекс — коэффициент накопления каждого компонента к фону
ТБО — твердые бытовые отходы
ОСВ — осадки сточных вод
 $ОСВ_{\phi}$ — осадки сточных вод с флокулянтами

Литература

1. Воронюк Г.А., Питулько В.М., Кулибаба В.В. Пространственно-временная изменчивость состава подземных вод на территории Ижорского плато // Региональная экология. 2015. № 6(41). — с. 67–79.
2. ГОСТ Р 54003-2010 (Экологический менеджмент. Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба). Введен 30 ноября 2010 г. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №594-ст.
3. Питулько В.М., Кулибаба В.В. Восстановление природных систем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба. — СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. — 400 с.
4. Суханов П.А. Оценка экологического состояния почв сельскохозяйственных угодий — обязательное условие в обеспечении качества и безопасности сельскохозяйственной продукции // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. — 2011, выпуск 1, том 6. — с. 605–610.
5. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. — М.: Минздрав РФ, 1999.
6. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. — М.: Минприроды РФ, 1995. — 50 с.
7. Методические рекомендации исчисления размера вреда, причиненного землям (плодородному слою почвы) нарушением законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования на территории Иркутской области. — М., 1994. — 43 с.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М.: ЦИНАО, 1992. — 61 с.
9. О состоянии окружающей среды в Ленинградской области. — СПб., 2010. — 429 с.
10. О состоянии окружающей среды в Ленинградской области. — СПб., 2015. — 271с.
11. Горький А.В. Контроль качества почв и грунтов Ленинградской области. [Электронный ресурс] // Портал РГЭЦ. СПб. 2015. URL <http://www.rgec.ru/downloads/lenobl2006.pdf> (дата обращения 04.02.2016)
12. Момузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. — М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. — 237 с.
13. Minkina T.M., Motusova G.V., Nazarenko O.G., Mandzhiava S.S. Heavy Metal Compounds in Soil: Transformation upon Soil Pollution and Ecological Significance. — Nova Science Publishers, New York, Inc, 2010. — 188 pp.
14. Рустембекова С.А., Барабошкина Т.А. Микроэлементозы и факторы экологического риска. — М.: Логос, 2006. — 112 с.
15. Оценка экологической опасности пестицидов для агробиоценозов // Региональная экология. 2010. № 1–2(28). — с.73–79 / Новожилов К.В., Сухорученко Г.И., Семенова Н.Н. Волгарев С.А., Питулько В.М.
16. Тютюнькова М.В. Исследование поведения тяжелых металлов в агроэкосистемах при почвенном пути утилизации осадков сточных вод с иловых площадок ОСК г. Калуги / автореф. канд. дисс. 03.00.16 Калуга. 2007. — С. 10.
17. Дрегуло А.М. Оценка негативного воздействия на окружающую среду полигонов складирования осадков биологических очистных сооружений / А. М. Дрегуло, Н. Е. Панова // Экология и промышленность России. — Август, 2012.– с. 43–45.
18. Кулибаба В.В., Петухов В.В., Зинатулина Е.И., Меринова Е.С. Рекультивированные карьеры Приневской низменности — специфическая разновидность объектов накопленного экологического ущерба // Региональная экология. 2016. № 1. — с. 48–54
19. Семенова Н.Н., Жаров В.Р. Система компьютерной имитации динамики пестицидов в почве PESTINS: рекламно-техническое описание [Электронный ресурс] // «Компьютерные учебные программы и инновации»: электрон. Научн. журнал, 2005, №8. URL http://www.ofar.ru/portal/innovat/n8_2005 (дата обращения: 02.10.2010)

References

1. Voronyuk G.A., Pitulko V.M., Kulibaba V.V. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' sostava podzemnykh vod na territorii Izhorskogo plato [Spatial-temporal variability of composition of underground waters on the territory of the Izhora plateau]. *Regional'naya ekologiya* [Regional ecology]. 2015, I. 6 (41), pp. 67–79. (in Russian)
2. GOST R 54003-2010 (*Ekologicheskii menedzhment. Otsenka proshlogo nakoplennoy v mestakh dislokatsii organizatsiy ekologicheskogo ushcherba*) [GOST R 54003-2010 (Environmental management. The evaluation of the past accumulated in locations of organizations for environmental damage)]. (in Russian)
3. Pitulko V.M., Kulibaba V.V. *Vosstanovlenie prirodnykh sistem i likvidatsiya ob'ektov proshlogo ekologicheskogo ushcherba* [Restoration of natural systems and the elimination of objects of past environmental damage]. St. Petersburg, VVM Publ., 2014. 400 p. (in Russian)
4. Sukhanov P.A. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya pochv sel'skokhozyaystvennykh ugodiy – obyazatel'noe uslovie v obespechenii kachestva i bezopasnosti sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Estimation of ecological condition of agricultural soils is a prerequisite in ensuring the quality and safety of agricultural products]. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya* [Health is the basis of human potential: problems and ways of their solution]. 2011, V. 6, I. 1, pp. 605–610. (in Russian)
5. MU 2.1.7.730-99. *Gigienicheskaya otsenka kachestva pochvy naseleennykh mest* [MU 2.1.7.730-99. Hygienic assessment of soil quality in residential areas]. Moscow, Minzdrav RF Publ., 1999. (in Russian)
6. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu degradirovannykh i zagryaznennykh zemel'* [Methodological recommendations for identifying degraded and contaminated land]. Moscow, Minprirody RF Publ., 1995. 50 p. (in Russian)

7. *Metodicheskie rekomendatsii ischisleniya razmera vreda, prichinnogo zemlyam (plodorodnomu sloyu pochvy) narusheniem zakonodatel'stva v oblasti okhrany okruzhayushchey sredy i prirodopol'zovaniya na territorii irkutskoy oblasti* [Methodical recommendations on the calculation of the amount of damage caused to the land (fertile soil) a violation of legislation in the field of environmental protection and nature management on the territory of Irkutsk region]. Moscow, 1994. 43 p. (in Russian)
8. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel'khozogodiy i produktsii rasteniyevodstva* [Methodical instructions on determination of heavy metals in farmland soils and crop products]. Moscow, TsINA O Publ., 1992. 61 p. (in Russian)
9. *O sostoyanii okruzhayushchey sredy v Leningradskoy oblasti* [About the state of the environment in the Leningrad region]. St. Petersburg, 2010. 429 p. (in Russian)
10. *O sostoyanii okruzhayushchey sredy v Leningradskoy oblasti* [About the state of the environment in the Leningrad region]. St. Petersburg, 2015. 271 p. (in Russian)
11. Gor'kiy A.V. *Kontrol' kachestva pochv i gruntov Leningradskoy oblasti* [Quality control of soils of Leningrad region]. St. Petersburg, 2015. Available at: <http://www.rgec.ru/downloads/lenobl2006.pdf> (accessed 04 February 2016) (in Russian)
12. Motuzova G.V., Bezuglova O.S. *Ekologicheskij monitoring pochv* [Environmental monitoring of soil]. Moscow, Akademicheskij Proekt Publ., Gaudeamus Publ., 2007. 237 p. (in Russian)
13. Minkina T.M., Motusova G.V., Nazarenko O.G., Mandzhieva S.S. *Heavy Metal Compounds in Soil: Transformation upon Soil Pollution and Ecological Significance*. Nova Science Publishers, New York, Inc, 2010. 188 p.
14. Rustembekova S.A., Baraboshkina T.A. *Mikroelementoizy i faktory ekologicheskogo riska* [Microelementology and environmental risk factors]. Moscow, Logos Publ., 2006. 112 p. (in Russian)
15. Novozhilov K.V., Sukhoruchenko G.I., Semenova N.N. Volgarev S.A., Pitulko V.M. Otsenka ekologicheskoy opasnosti pestitsidov dlya agrobiotsenozov [The ecological risk assessment of pesticides for agrobiocenosis]. *Regional'naya ekologiya* [Regional ecology]. 2010, I. 1–2(28), pp. 73–79. (in Russian)
16. Tyutyun'kova M.V. *Issledovanie povedeniya tyazhelykh metallov v agroekosistemakh pri pochvennom puti utilizatsii osadkov stochnykh vod s ilovykh ploshchadok OSK g. Kalugi*. Kand. Diss. [The study of the behavior of heavy metals in agroecosystems at a soil path of recycling of deposits of sewage sludge sites OSK Kaluga city. Cand. Diss.]. Kaluga, 2007, p. 10. (in Russian)
17. Dregulo A.M. Otsenka negativnogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredyu poligonov skladirovaniya osadkov biologicheskikh ochistnykh sooruzheniy [Assessment of the negative environmental impact of landfills storage precipitation biological treatment plants]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia]. 2012, pp. 43–45. (in Russian)
18. Kulibaba V.V., Petukhov V.V., Zinatulina E.I., Merinova E.S. Rekul'tivirovannye kar'ery Prinevskoy nizmennosti — spetsificheskaya raznovidnost' ob'ektov nakoplennoy ekologicheskogo ushcherba [Reclaimed careers Neva lowland — specific kind of objects of accumulated environmental damage]. *Regional'naya ekologiya* [Regional ecology]. 2016, I. 1, pp. 48–54. (in Russian)
19. Semenova N.N., Zharov V.R. Sistema komp'yuternoy imitatsii dinamiki pestitsidov v pochve PESTINS: reklamnotekhnicheskoe opisanie [System of computer simulation of the dynamics of pesticides in soil PESTINS: advertising-technical description]. *Komp'yuternye uchebnye programmy i innovatsii* [Computer training programs and innovation]. 2005, I. 8. Available at: http://www.ofap.ru/portal/innovat/n8_2005 (accepted 2 October 2010). (in Russian)

Agricultural Cenosis Pollution by Heavy Metals from Past Ecological Damage Objects

V.M. Pitulko, Doctor of Geology and Minerology, Deputy Director for Science, Saint-Petersburg Research Centre for Ecological Safety of Russian Academy of Science (SRCES RAS)

V.V. Kulibaba, Ph.D. in Geography, Head of Laboratory, Saint-Petersburg Research Centre for Ecological Safety of Russian Academy of Science (SRCES RAS)

A.M. Dregulo, Ph.D. in Biology, Senior Researcher, Saint-Petersburg Research Centre for Ecological Safety of Russian Academy of Science (SRCES RAS)

V.V. Petukhov, Ph.D. of Engineering, Senior Researcher, Saint-Petersburg Research Centre for Ecological Safety of Russian Academy of Science (SRCES RAS)

Parameters of heavy metals (accumulated in objects with past environmental damage, e.g. unauthorized dumps of municipal wastes, sludge deposits from treatment facilities, and reclaimed quarries) distribution in soddy podzolic soils' agrocenosis have been studied in this paper. Negative changes of soils' properties for the lands, periodically experiencing contamination from the objects with past environmental damage have been characterized. In the conditions of minimization of mechanical impact on soil, a negative trend in soil properties changing on the adjacent to objects with past environmental damage lands at preservation of uncontaminated automorphic analogs has been tracked. Agrocenosis degradation indicators are substantially defined by past ecological damage objects' specifics.

Keywords: past ecological damage objects, agrocenosis, heavy metals.