

### ВЛИЯНИЕ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ МИХАЙЛОВСКОГО ГОКА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

И. А. Гонеев, М. В. Кумани

*Курский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 16 апреля 2009 г.*

**Аннотация:** В статье анализируется загрязнение земель тяжелыми металлами в зоне влияния Михайловского горно-обогатительного комбината. Особое внимание обращается на ГОК как основной источник пылевых выбросов. Выявлены особенности и различия распространения тяжелых металлов в почвенном покрове земель интенсивного сельскохозяйственного использования и естественных угодьях в зоне влияния предприятия.

**Ключевые слова:** пылевые выбросы, тяжелые металлы, почва.

**Abstract:** The article analyses land contamination by heavy metals in the zone of influence of the Mikhailovskiy ore-dressing and processing enterprise. Particular attention is drawn to the enterprise as the main source of dust emissions. The article reveals the characteristics and differences of heavy metals spread in soil cover of intensively used arable fields and natural lands in the zone of influence of the enterprise.

**Key words:** dust emissions, heavy metals, soil.

Тяжелые металлы и их соединения являются опасными загрязнителями окружающей среды. Проведенные в разные годы исследования выявили неуклонный рост загрязнения почв тяжелыми металлами. Расширяются ареалы загрязнения и увеличиваются их концентрации [1]. В настоящее время тяжелые металлы занимают второе место по распространенности среди других загрязнителей [3]. Поэтому вопрос оценки загрязнения территории тяжелыми металлами очень актуален.

Тяжелые металлы как одна из наиболее токсичных и мобильных групп загрязнителей, аккумулируются в отдельных звеньях биологического круговорота и обладает высокой биологической активностью. При взаимодействии ассоциаций тяжелых элементов с почвенным покровом, последний приобретает токсические свойства [3]. В результате миграционных процессов элементы-загрязнители и их соединения из почвы попадают в природные воды, поглощаются растениями, поступают в пищевые цепи, а затем в организм человека. Такое загрязнение может проявляться как в виде острых токсикозных эффектов, вызванных попаданием в организм человека ртути, свинца,

кадмия и других металлов, так и токсичным воздействием на различные элементы биосферы.

Почвы, будучи компонентами, сбалансированных природных экосистем, находятся в динамическом равновесии со всеми другими компонентами биосферы. Однако при использовании в разнообразной хозяйственной деятельности почвы часто загрязняются, теряют природное плодородие или даже полностью разрушаются. Разрушение почвенного покрова имеет место там, где деятельность человека может быть определена как нерациональная, экологически не обоснованная, не соответствующая природному биосферному потенциалу конкретной территории [4].

В настоящее время проводятся многочисленные исследования источников и причин загрязнения земель тяжелыми металлами. Одним из основных источников загрязнения тяжелыми металлами большинство исследователей обычно называют крупные предприятия. Цель нашего исследования определить последствия пылевых выбросов крупного горнодобывающего предприятия – Михайловского ГОКа и его влияние на загрязнение земель тяжелыми металлами. Производственный цикл предприятия включает: добычу железной

руды и ее обогащение, изготовление и обжиг окатышей.

Важным этапом нашего исследования является определение содержания загрязняющих веществ в выбросах МГОКа. Только ориентируясь на эти данные, можно определить какими именно веществами может загрязнить зону влияния изучаемое предприятие. Если в почвах района появляются в высоких концентрациях вещества, не связанные с процессом производства, можно констатировать, что их накопление связано с другими источниками.

На начальном этапе работы нами были отобраны пробы из основных источников пылевых выбросов Михайловского ГОКа. Результаты анализов представлены в таблице.

Во второй этап на территории Железногорского и прилегающих к нему административных районов Курской и Орловской областей в радиусе до 30 км от Михайловского ГОКа, нами в 2007-2008 г.г. были отобраны более 70 почвенных проб для определения содержания в них тяжелых металлов. При этом анализировались и результаты анализов более 700 проб, отобранных в 1999-2002 годах на той же самой территории. Отбор почвы проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84,

методом конвертов, на площадках размером 10 на 10 метров. Обследовались различные уголья, как обрабатываемые (пашня), так и не обрабатываемые (луг, лес, многолетняя залежь). Пробы отбирались с учетом направления ветров, преобладающих на исследуемой территории. Точки отбора расположены по району таким образом, чтобы можно было получить полную картину загрязнения.

Когда пылевые выбросы направлены в атмосферу, а основная доля токсикантов попадает в воздух из дымовых труб заводов и вентиляционных каналов, большая часть их осаждается вблизи предприятия на его промышленной площадке и в пределах санитарно-защитной зоны, меньшая часть тяжелых металлов переносится атмосферными потоками в пределах от 3-4 до 8 км, а при сильном ветре и до 30 км. Кроме выбросов Михайловского ГОКа вклад в загрязнение территории вносят токсиканты, попадающие в атмосферу из выхлопных труб автотранспорта, которые осаждаются, как правило, вблизи автотрасс и городов [2].

Атмосферные аэрозоли, содержащие токсичные элементы, могут возникать за счет дефляции почвы, которая в такой ситуации является одновременно коллектором и вторичным источником загрязнений. Почвенный слой аккумулирует око-

Таблица

Содержание тяжелых металлов в пылевых выбросах Михайловского ГОКа и почвах Железногорского района

Элементы	ПДК мг/кг	Фоновое значение мг/кг	Среднее содерж. по области, мг/кг	Среднее содержание по району	Содержание в пылевых выбросах					
					1	2	3	4	5	6
1. Марганец	1500	596	300 - 340	310,7	102,3	90,2	272,4	170,6	70,3	180,3
2. Медь	50	22	9 - 16	9,0	9,4	9,1	11,1	11,9	9,3	4,9
3. Никель	85	33	28 - 42	7,0	5,9	3,8	17,9	7,6	3,4	10,9
4. Свинец	30	16	6 - 22	5,4	18,3	16,6	20,3	12,2	18,4	32,4
5. Хром	100	82	92 - 169	160	11,1	10,6	15,4	16,1	10,8	17,2
6. Цинк	60	52	37 - 80	68	40,5	61,6	20,3	60,4	60,8	71,5
8. Кобальт	5	10	9 - 19	18	22,4	26,6	12,5	20,6	27,5	14,3
10. Ванадий	150	77	28 - 48	23	10,3	10,8	10,5	8,5	10,2	4,6
11. Молибден	4	1	0,9 - 4	0,5	1,1	1,1	0,5	1,1	1,2	0,3

ло 90 % поступающих тяжелых металлов в том числе и из атмосферы [4]. Почвенные горизонты являются физико-химическим барьером на пути химических поллютантов. Дефляционное разрушение почвенного покрова приводит к тяжелым экологическим последствиям, так как часть почвенных поллютантов вновь оказывается в воздушной среде вместе с пылью.

К основным факторам, влияющим на распространение и направление движения потоков поллютантов, относят: выбросы промышленных предприятий, расстояния от источника загрязнения и высоту его расположения, температуру, выходящего газа, дисперсность частиц и их плотность, направление и скорость ветра, барометрическое давление, температурные инверсии, влажность воздуха, рельеф местности, растительный покров. Поэтому мы в первую очередь учитывали основные направления ветров на исследуемой территории в разные сезоны года. Пробы почв более детально отбирались в секторах зоны влияния МГОКа, расположенных по направлению наиболее часто повторяющихся ветров, выявленных по многолетним данным метеостанции г. Железнодорожска.

Преобладающим ветром в зимний период является юго-западный и западный, а в летний западный и северо-восточный. Соответственно наши точки отбора проб были расположены на северо-востоке, востоке и юго-западе. Дополнительно были отобраны пробы и по другим направлениям, как в непосредственной близости от промышленной площадки, карьера и хвостохранилища МГОКа, в пределах его санитарно-защитной зоны, так и на удалении до 30 км, чтобы получить полную картину общего загрязнения исследуемой территории.

На основе полученных результатов химических анализов проб почв по 20 металлам, составлена сводная таблица содержания наиболее характерных тяжелых металлов, находящихся в пылевых выбросах МГОКа и почвенном покрове прилегающих к зоне влияния предприятия земельных угодий (таблица).

За фоновое содержание элементов в пределах всей области было принято их количество, установленное в почве курского чернозема стандартного образца.

Анализ ареалов максимального загрязнения почв тяжелыми металлами на построенных картах показывает, что они не совпадают с расположением источников пылевых выбросов Михайловского ГОКа и с основными направлениями ветров на данной территории. Более того, в непосредственной близости от промышленной площадки

МГОКа, его карьера, хвостохранилища и на отвалах концентрации большинства тяжелых металлов в почвенном покрове не превышают средних по району и фоновых по области.

Таким образом, говорить о загрязнении территории тяжелыми металлами в результате поступления на поверхность почвы пылевых выбросов предприятия неправомерно. Выбросы предприятия даже при многолетнем накоплении не могут дать того значения, которое наблюдается в почвах района, так как в самих выбросах концентрации не достаточно велики для оказания негативного влияния. Одной из причин отсутствия загрязнения почв тяжелыми металлами, связанного с МГОКом, может быть то обстоятельство, что одновременно с накоплением металлов в почвенном покрове происходит их вынос в процессе формирования поверхностного и подземного стока дождевых и талых вод и поверхностной водной эрозии почв. В процессе инфильтрации тяжелые металлы могут перемещаться в более глубокие слои почвы, происходит вынос их с сельскохозяйственной продукцией.

При рассмотрении загрязнения зоны возможного влияния Михайловского ГОКа, выделяются основные ареалы загрязнения, это территория на востоке и северо-западе от г. Железнодорожска, из чего можно сделать вывод о значительном влиянии города на загрязнение территории тяжелыми металлами. Скорее всего, основными источниками являются предприятия города и автотранспорт, движущийся как в городской черте, так и за ее пределами. Через Железнодорожский район проходит федеральная автотрасса с большим потоком автомобилей. Часть точек с максимальными значениями концентраций тяжелых металлов расположена в непосредственной близости от нее. Можно предположить, что часть тяжелых металлов, обнаруживаемых в почве в повышенных концентрациях, связана с выбросами автомобильного транспорта и веществами, выделяющимися при износе различных элементов оборудования автомобиля, таких как например, покрышки. На сельскохозяйственных полях источником тяжелых металлов может служить внесение в почву пестицидов и минеральных удобрений.

Нами была предпринята попытка оценить влияние на миграцию и накопление тяжелых металлов в почвенном покрове, при сельскохозяйственной деятельности. Для этого проведено сравнение загрязнения на обрабатываемой территории (пашня), и не обрабатываемой (луг, лес) по результатам которого были построены диаграммы (рис.). Точки ранжированы по убыванию значений кон-

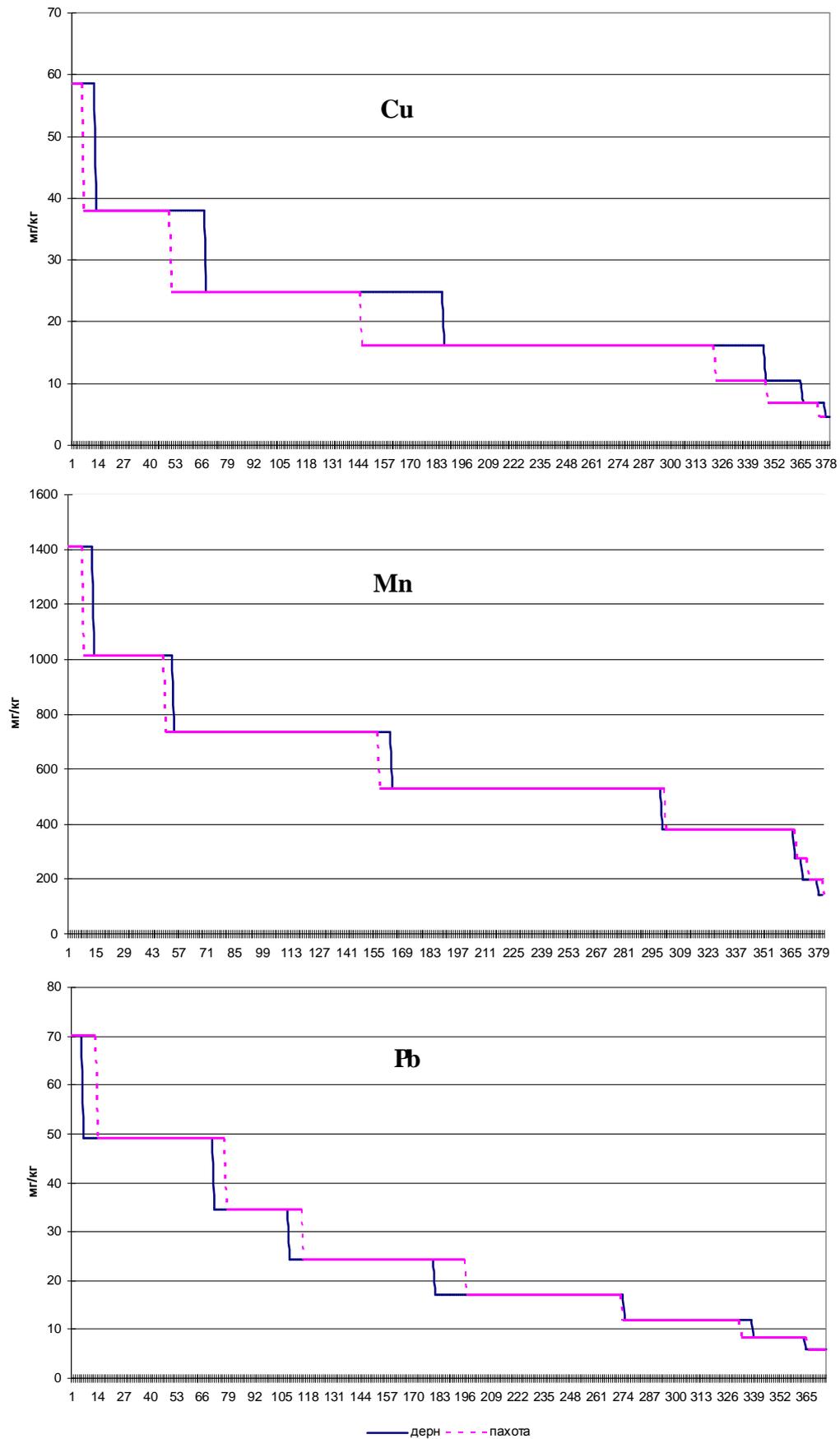


Рис. Содержание меди, марганца и свинца в почвенном покрове зоны влияния МГОКа на сельскохозяйственных и естественных угодьях

центрации. По вертикальной оси обозначено содержание тяжелых металлов в мг/кг, по горизонтальной – номера точек отбора проб. Графики отображают содержание тяжелых металлов в почвах обрабатываемых земель (пахота), и не используемых землях (дерн).

На рис. мы можем видеть, что на задернованных участках содержание тяжелых металлов, в том числе меди и марганца выше, чем на распаханых. И только для свинца характерно более высокое содержание на пахотных землях.

Меньшее содержание тяжелых металлов на пахотных землях обусловлено несколькими причинами: 1) эрозионные процессы способствуют выносу тяжелых металлов с территории вместе с почвой; 2) перемешивание верхнего слоя (0,2-0,3) при вспашке и проникновение металлов на глубину; 3) растения, которые произрастают на территории, не успевают поднять тяжелые металлы из более глубоких слоев; 4) вынос металлов с сельскохозяйственной продукцией.

Более высокое содержание тяжелых металлов на не обрабатываемых участках обусловлено тем, что: 1) на задернованных участках нет эрозии почв, а соответственно и выноса тяжелых металлов; 2) сюда мигрируют тяжелые металлы с распаханых территорий; 3) металлы накапливаются в растительном опаде, а затем и в почве в результате минерализации.

Что касается свинца то, скорее всего его более высокое содержание на пахотных землях обусловлено высоким содержанием данного элемента в удобрениях и пестицидах, а также его плохая растворимость.

В большинстве случаев ПДК в почвах и грунтах Железногорского района не превышает, несмотря на то, что в районе интенсивное антропогенное воздействие – добыча полезных ископае-

мых, развито промышленное производство, транспортная сеть, сельское хозяйство. Причина этого в том, что почвы Железногорского района кислые, а это способствует более активному вымыванию тяжелых металлов. В других же районах области преобладают черноземы с нейтральной реакцией рН, что уменьшает вымывание и увеличивает накопление тяжелых металлов.

В условиях развитой плоскостной эрозии на пашне происходит смыв почвы, и тяжелые металлы частично удаляются с обрабатываемой территории. На задернованных участках необрабатываемых территорий, таких как луг, лес, происходит накопление тяжелых металлов, чему способствует их накопление в растениях.

Таким образом, при выявлении повышенных концентраций тяжелых металлов в почве вблизи от крупных горнодобывающих предприятий, имеет смысл выявлять и изучать не только выбросы самих предприятий, но и другие источники загрязнения. Такими источниками могут оказаться автотранспорт, сельскохозяйственное производство и глобальный перенос.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Ильин В. Б. Буферные свойства почвы и допустимый уровень ее загрязнения тяжелыми металлами / В. Б. Ильин // Агрехимия. – 1997. – № 11. – С. 65-70.
3. Об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей природной среды Курской области в 2004 году // Доклад ГУПР по Курской области. – Курск, 2005. – С. 56-82.
4. Онурова И. К. Защита природной среды на основе рациональной технологии консервации отходов обогащения на Михайловском ГОКе: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И. К. Онурова. – СПб., 2007. – 14 с.

Гонеев Игорь Александрович  
аспирант кафедры физической географии и геоэкологии естественно-географического факультета Курского государственного университета, г. Курск, т. (4712) 37-34-52, E-mail: [rrivoli@yandex.ru](mailto:rrivoli@yandex.ru)  
Кумани Михаил Владимирович  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор естественно-географического факультета Курского государственного университета, г. Курск, т. (4712) 53-20-29, E-mail: [kumanim@sovtest.ru](mailto:kumanim@sovtest.ru)

Goneyev Igor Aleksandrovitch  
Postgraduate student of the chair of physical geography and geoecology of the natural-geographical department of the Kursk State University, Kursk, tel. (4712) 37-34-52, E-mail: [rrivoli@yandex.ru](mailto:rrivoli@yandex.ru)  
Kumani Mikhail Vladimirovitch  
Doctor of Agriculture, Professor of the natural-geographical department of the Kursk State University, Kursk, tel. (4712) 53-20-29, E-mail: [kumanim@sovtest.ru](mailto:kumanim@sovtest.ru)