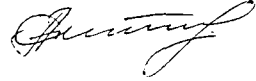


На правах рукописи



003459695

ВОРОНКОВА Анна Сергеевна

**Инженерно-экологическая оценка содержания тяжелых
металлов в поверхностном слое вскрышных отвалов угольных
разрезов**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

23 ЯНВ 2009

Чита 2008

Диссертация выполнена в ГОУ ВПО
«Читинский государственный университет»

- Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор,
Почетный работник высшего
профессионального образования РФ
Овешников Юрий Михайлович
- Официальные оппоненты:** доктор технических наук
Секисов Артур Геннадьевич

кандидат технических наук, доцент
Коннов Василий Иванович
- Ведущая организация:** ООО «Лаборатория экологических проблем»,
г. Чита

Защита состоится «12» февраля 2009 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.299.02 в Читинском государственном университете по адресу: г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, зал заседаний ученого совета.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, подписанные и заверенные печатью организации, просим направлять по адресу:

672039, Чита, ул. Александрo-Заводская, д. 30, ЧитГУ, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.299.02 Шарипову Н.М.

Факс: (3022) 41-64-44; Web-server: www.chitgu.ru; e-mail: root@chitgu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Читинского государственного университета.

Автореферат разослан «30» декабря 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

к.т.н.



Шарипов Н.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Всевозрастающее внимание к охране окружающей среды вызвало особый интерес к вопросам воздействия на почву тяжелых металлов. Актуальным этот вопрос становится для угледобывающих регионов. Влияние угледобычи на природные комплексы велико и разнообразно, при этом наибольшая техногенная нагрузка приходится на почвенный покров. Забайкальский край является регионом, где широко развита горнодобывающая промышленность, одной из отраслей которой является угледобыча. Разработка буроугольных месторождений ведется открытым способом, что, по мнению ряда исследователей, является причиной неблагоприятной экологической ситуации в регионе. В последние десятилетия внимание одних исследователей более всего привлекали вопросы размещения отходов и рекультивации земель, тогда как другие обращали внимание на высокую вероятность накопления тяжелых металлов в отвалах вскрышных пород, образованных деятельностью угледобывающих предприятий и расположенных на их территории. Не менее важным вопросом оставалась разработка нормативов качества почвы. В настоящее время единой системы нормирования степени загрязнения почвы не существует. Установленные разными системами нормирования, в том числе и зарубежными, пороговые значения разнятся.

Влияние угольных разрезов Восточного Забайкалья на природные комплексы наиболее подробно рассмотрено в работах по оценке воздействия предприятий разрез «Восточный», разрез «Тигнинский» и разрез «Харанорский» на окружающую среду, в которых предполагается возможность накопления тяжелых металлов в почвах на территории предприятий и территории, прилегающей к предприятиям. О возможности загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами упоминается в работах Ю.М. Овешникова, Г.П. Бутина, Н.А. Добрыниной. Отмечена

дальнейшая миграция загрязняющих веществ вглубь по профилю почвы либо по трофическим цепям в организм животных и человека. Более детальных исследований, посвященных вопросу накопления тяжелых металлов в почвах, подверженных прессингу угледобывающих предприятий, в Забайкальском крае проведено не было. Поэтому настоящая работа, посвященная изучению отвалов вскрышных пород, расположенных на территории угледобывающих предприятий Забайкальского края, а именно содержания тяжелых металлов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород мощностью до 10 см и разработке подхода к оценке загрязнения его тяжелыми металлами приобретает актуальность.

Цель исследования: оценка степени загрязнения территории угледобывающего предприятия на основе дифференцированного подхода.

Основная идея работы: Для оценки степени загрязнения территории угледобывающего предприятия следует принять дифференцированный подход, заключающийся в установлении различных пороговых значений концентрации тяжелых металлов с учетом расстояния от карьера («источника загрязнения»), возраста отвала и установленной категории использования земель после проведения ее рекультивации.

Основные задачи исследования:

1. Изучение природно-климатических особенностей районов расположения предприятий и условий формирования почвенного покрова местностей, вовлеченных в производственный процесс.

2. Определение концентрации тяжелых металлов, содержания органического вещества и показателя кислотности рН в поверхностном слое отвалов вскрышных пород угледобывающих предприятий.

3. Анализ факторов, оказывающих влияние на поступление и накопление тяжелых металлов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород угледобывающих предприятий с учетом особенностей

производственного процесса изучаемых предприятий и природных характеристик района их расположения.

4. Анализ критериев оценки степени химического загрязнения почв с учетом вида использования земель и подхода к установлению порога.

5. Выявление закономерностей распределения концентрации элементов-загрязнителей в отвалах различного возраста с учетом расстояния от карьера.

Защищаемые научные положения:

1. Разработана единая система критериев оценки степени химического загрязнения почвы, которые выделены в две группы взаимодействующие друг с другом и тесно связанные между собой.

2. Разработан дифференцированный подход к оценке степени загрязнения территории угледобывающего предприятия, учитывающий удаление от источника загрязнения, возраст отвалов и установленную категорию использования земель после проведения их рекультивации и позволяющий снизить затраты на проведение биологического этапа рекультивации.

3. Разработана методика оценки степени загрязнения территории угледобывающего предприятия, основанная на дифференцированном подходе и учитывающая природно-климатические условия района расположения предприятия, природные характеристики почвенного покрова, возраст отвалов и вид использования земель после проведения рекультивации.

Объект исследования: территория угольных разрезов «Восточный», «Харанорский», «Тигнинский» Забайкальского края.

Предмет исследования: содержание тяжелых металлов в поверхностном слое почвы мощностью до 10 см отвалов вскрышных пород, расположенных на разном расстоянии от карьера.

Методологические и теоретические основы исследования.

При выполнении работы автор опирался на теоретические разработки в области геохимии, почвоведения, изложенные в трудах Н.Г. Зырина, М.А. Глазовской, В.А. Ковды, В.Б. Ильина, М.Я. Шпирта, Н.М. Воривохинной, Г.А. Юргенсона, Г.П. Бутина и др. Определение показателя органического вещества проведено согласно ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества». Определение показателя рН проведено в соответствии с требованиями ГОСТ 26423 - 85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки». Определение валового содержания тяжелых металлов проведено по методике определения никеля, меди, цинка, мышьяка, кадмия и свинца в почвах, которые изложены в РД 52.18.191 - 89 «Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом».

Достоверность и обоснованность выводов подтверждена представительностью взятых почвенных образцов и результатами экспериментальных лабораторных исследований, проведенных аккредитованной лабораторией, ошибка которых по данным математической обработки составила $2\div 4\%$.

Личный вклад автора заключается в выборе объекта и предмета исследования, постановке целей и задач исследования. Автором проведен анализ и обобщение существующих систем нормирования качества почвы, проведен отбор представительного количества проб почв, выполнен анализ факторов, оказывающих влияние на концентрацию элементов-загрязнителей в поверхностном слое вскрышных отвалов. Критерии оценки степени химического загрязнения почвы сведены в единую систему, позволяющую проследить их взаимосвязь и взаимозависимость.

Научная новизна работы:

- впервые существующие нормативы и методы оценки степени химического загрязнения почвы сведены в единую систему. Нормативы разделены на две группы, тесно связанные между собой и взаимодополняющие друг друга;

- обобщены данные о концентрации тяжелых металлов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород угледобывающих предприятий Забайкальского края, что позволит уточнить затраты на проведение рекультивации земель предприятий угледобычи;

- введено понятие дифференцированного подхода к оценке загрязнения почв территории угледобывающего предприятия, обоснованного результатами математической обработки данных, полученных в ходе проведения эксперимента, разработанной схемой отбора проб и необходимостью установления разных порогов на разном удалении от источника загрязнения (карьера).

Практическая значимость работы заключается в применении разработанного подхода к оценке степени загрязнения территории угольных разрезов «Восточный» и «Харанорский» и снижении затрат на проведение биологического этапа рекультивации; внедрении результатов диссертационного исследования на стадии предпроектных и проектных работ при выполнении Оценки воздействия ОАО «Разрез «Харанорский» и ООО «Читауголь разрез «Восточный», и при разработке раздела «Охрана окружающей среды» подраздела «Охрана и рациональное использование земельных ресурсов» в рабочих проектах для тех же угледобывающих разрезов; использовании результатов диссертационных исследований автора при чтении дисциплин «Введение в специальность», «Экология горного производства», «Комплексное использование природных ресурсов» для студентов специальности 13.04.03.65 «Открытые горные работы».

Апробация результатов исследования. Основные положения и практические результаты работы докладывались и обсуждались на VI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие дальневосточного региона России» (Владивосток, 2004), IV Международной научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровье людей» (Пенза, 2004), VI межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых аспирантов и студентов (Нерюнгри, 2005), Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2005), Международной научно-практической конференции «Дальневосточная весна, 2006» (Комсомольск-на-Амуре, 2006), VI, VII, VIII, IX Международной молодежной научной конференции (Чита, 2003, 2004, 2005, 2006) IV, V, VII Научно-практической конференции «Кулагинские чтения» (Чита, 2004, 2005, 2007), на научном симпозиуме «Неделя горняка-2005, 2006» в МГГУ, г. Москва.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в реферируемых изданиях 2.

Объем и структура работы. Работа состоит из четырех глав, введения и заключения. Объем работы составил 130 печатных страниц, включая 25 рисунков и 22 таблицы.

Автор выражает глубокую признательность и благодарность научному руководителю д.техн.наук, профессору Ю.М.Овешникову, к.биол.наук, доценту Н.А.Добрыниной за помощь, консультации, поддержку и внимание; профессору, заслуженному деятелю науки РФ д. г.-м.наук. Г.А.Юргенсону за внимание и ценные советы при подготовке диссертации; коллективу ФГУП «Станция агрохимической службы Читинская» за помощь в проведении анализов; доценту Н.Ю.Гораш за консультации и помощь в подготовке раздела диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** раскрыта актуальность исследования, указана его основная идея, цели и задачи. Обозначены положения, выносимые на защиту и раскрыта их научная новизна.

В **первой главе** дан обзор литературных источников по вопросу загрязнения почвенного покрова территории угледобывающих предприятий тяжелыми металлами. Рассмотрены природно-климатические условия районов расположения изучаемых предприятий. Указаны особенности формирования почвенного покрова и их основные генетические характеристики.

Во **второй главе** обобщены и выделены в две группы факторы, оказывающие влияние на поступление и накопление тяжелых металлов в почвах территории угледобывающего предприятия и в поверхностном слое отвалов вскрышных пород. Факторы применены к изучению объектов исследования как источников поступления и накопления тяжелых металлов в почвах.

В **третьей главе** дан анализ существующих нормативов качества почвы. Разработана единая система критериев оценки степени химического загрязнения почвы.

В **четвертой главе** представлены результаты обследования территории изучаемых предприятий. Проведена математическая обработка результатов методами математической статистики, на основе которой разработан дифференцированный подход к оценке степени загрязнения территории угледобывающих предприятий Забайкальского края и алгоритм его реализации. Дана экономическая эффективность реализации разработанного подхода.

Заключение содержит основные выводы, полученные в ходе выполнения работы.

Основные научные положения, выносимые на защиту, и их обоснование.

1. Разработана единая система критериев оценки степени химического загрязнения почвы, которые выделены в две группы взаимодействующие друг с другом и тесно связанные между собой.

Анализ существующих нормативов качества почвы показал отсутствие единой системы оценки качества почвы. Системы оценки степени загрязнения почвенного покрова, действующие на территории РФ и действующие за рубежом, отличаются друг от друга подходом к установлению порога и пороговыми значениями. Положительными чертами зарубежных систем является установка нормативов с учетом вида использования земель. Приоритетным в области разработки нормативов качества почвы остается разработка нормативов, исходящих из природных условий формирования почвы, то есть фоновых концентраций элемента. Предложено существующие критерии химического загрязнения почвы выделить в две группы: по методу установления и по назначению (рис. 1).

По методу установления нормативы выделены в три подгруппы:

1. Установленные нормативными документами, куда отнесены нормативы, установленные ГН 2.1.7.020-94 (ОДК) и МУ 2.1.7.730-99 (нормирующие по форме содержания и нормирующие по виду соединения).

2. Установленные расчетным методом, куда отнесены критерии оценки загрязнения, установленные в результате расчетов, например, коэффициент концентрации, коэффициент загрязнения K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .

3. Исходящие из природных особенностей почвы и условий ее формирования, куда отнесены такие критерии, как фоновая концентрация элемента в почве, удвоенная фоновая концентрация и Кларк элемента в почве.

Каждая из групп может существовать как сама по себе, так и во взаимосвязи друг с другом.

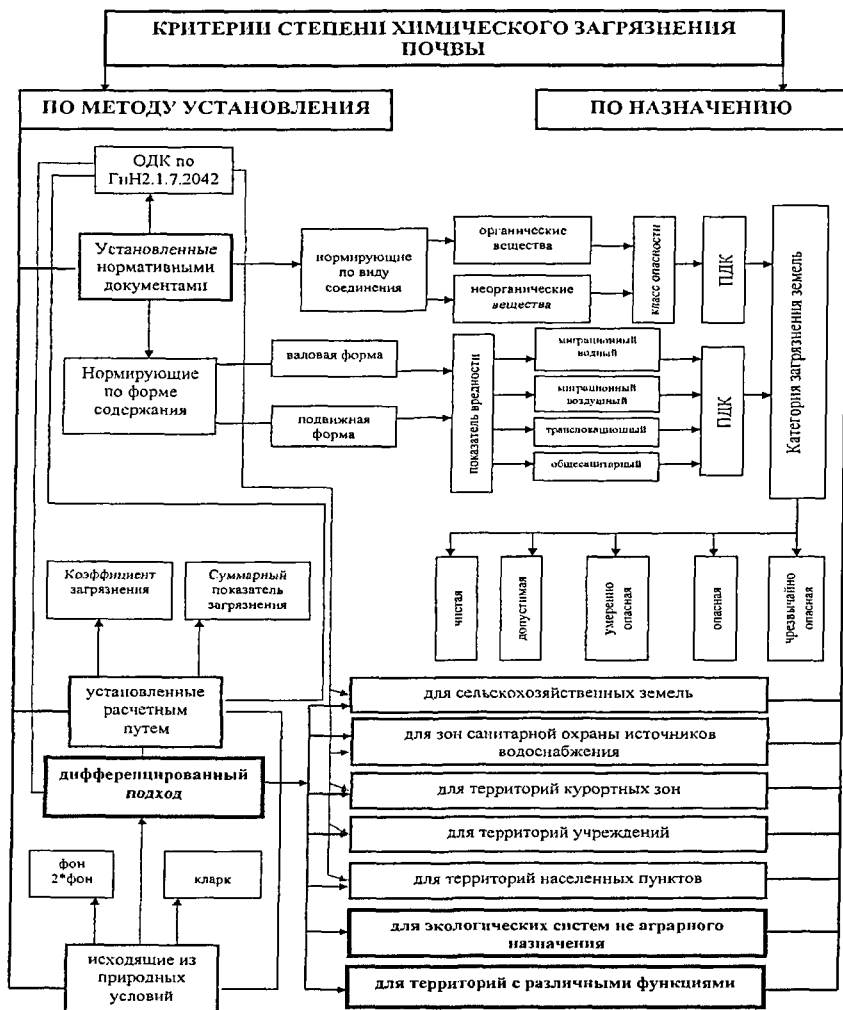


Рис. 1. Система критериев оценки степени химического загрязнения почвы

По назначению нормативы разделены в зависимости от того, для нормирования какого вида использования земель они предназначены. За основу взяты виды использования земель, на которые распространяет свое

действие ГН 2.1.7.2042-06: почвы населенных пунктов; почвы сельскохозяйственных угодий; почвы зон санитарной охраны источников водоснабжения; территории курортных зон и отдельных учреждений.

Предложено группу критериев «по назначению» дополнить двумя видами использования земель, заимствованными из зарубежной системы нормирования (СП-11-102-97): земли не аграрного назначения и земли с различными функциями. К землям с различными функциями отнесены те, для которых не установлен конкретный вид ее использования. К землям неаграрного назначения отнесены те, которые не предполагается использовать для выращивания сельскохозяйственных культур, в качестве кормовых угодий, пастбищ и тому подобное.

Группа нормативов «по методу установления» дополнена разработанным дифференцированным подходом, который распространяет свое действие на выделенные виды использования земель, подтверждается расчетными критериями и не противоречит критериям, установленным нормативными документами, а также соответствует последним направлениям в области разработки критериев оценки степени химического загрязнения почвы.

2. Разработан дифференцированный подход к оценке степени загрязнения территории угледобывающего предприятия, учитывающий удаление от источника загрязнения, возраст отвалов и установленную категорию использования земель после проведения их рекультивации и позволяющий снизить затраты на проведение биологического этапа рекультивации.

В ходе выполнения работы выяснилось, что применение норм ОДК в некоторых случаях нецелесообразно, так как они противоречат фоновой концентрации элемента. Разработан дифференцированный подход к оценке степени химического загрязнения почвенного покрова.

Дифференцированный подход к оценке степени загрязнения – это подход, для реализации которого установлен начальный порог в точках близлежащих к источнику загрязнению и конечный порог в точках удаленных от источника загрязнения; нижняя пороговая граница для земель, к качеству которых предъявляются более строгие требования и верхняя пороговая граница для земель, к качеству которых предъявляются менее строгие требования.

Такой подход соответствует последним направлениям в области разработки критериев оценки загрязнения почвы и не идет в разрез с существующими нормативами, то есть: учитывает природные характеристики почв территории, подверженной загрязнению; применим к обозначенным видам использования земель: «для сельского хозяйства», «для зон санитарной охраны источников водоснабжения», «для территорий курортных зон», «для территорий учреждений», «для территорий населенных пунктов», «для земель не аграрного назначения», «для земель с различными функциями»; подтверждается расчетным методом; не противоречит нормам ОДК, пороговые значения которых на настоящий момент являются самыми строгими.

Разработка дифференцированного подхода основана на трех предлагаемых условиях:

1. Если для значения x соблюдается условие $(x - \sigma) \leq x \leq (x + \sigma)$, где x - среднее значение концентрации элемента в выборке по одной линии отбора проб, σ - среднеквадратичное отклонение случайной величины, и x не выходит за установленные пороговые значения, то можно говорить об отсутствии сверхнормативного содержания тяжелых металлов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород.

2. При ведении отбора проб по разработанной схеме, основанной на «розе ветров», концентрация элемента на расстоянии 5000 м от границы карьера в направлении преобладающих ветров примет значение, равное

концентрации, зарегистрированной в контрольном образце. Данное условие обосновано тем, что согласно литературным данным влияние источника загрязнения на расстоянии 5000 м не ощутимо. Принятым значениям X, равным 0, 1, 3, 5, 9, 50 соответствуют расстояния точек отбора проб: граница карьера, 100 м, 300 м, 500 м, 900 м, 5000 м от карьера соответственно. С учетом этого условия методом наименьших квадратов выбраны уравнения, описывающие график распределения концентрации элементов в зависимости от расстояния, для:

$$\text{цинка: } y=14,355+12,55*(x+1)-2,478*(x+1)^2+0,145*(x+1)^3-0,002*(x+1)^4;$$

$$\text{кадмия: } y=-0,0023x^2+0,0305x+0,1529$$

$$\text{свинца: } y=-0,0197*x^4+0,3438*x^3-1,7629*x^2+3,1597*x+3,575$$

Методом аппроксимации определена концентрация элементов на границе СЗЗ, которая составила, %: для цинка 16,12 мг/кг с достоверностью 96; для кадмия 0,238 мг/кг с достоверностью 92; для свинца 5,68 мг/кг с достоверностью 99.

Третье предлагаемое условие заключается в необходимости установления разных пороговых значений на разном удалении от источника загрязнения (карьера). В точках, близлежащих к источнику загрязнения, предлагается более низкий порог – фоновая концентрация элемента в почве, а в точках, удаленных от карьера, – удвоенная фоновая концентрация. Данное условие обосновано следующими фактами. Согласно нормам, изложенным в СП, почва, в которой концентрация элемента находится в пределах от фоновой до удвоенной фоновой, считается умеренно загрязненной. Методические указания предлагают считать почвы чистыми, если концентрации неорганических соединений I класса опасности находится в пределах от фона до ПДК, допустимо загрязненной от 2*фона до ПДК, опасно загрязненной – от ПДК до Kmax (максимального значения допустимого уровня содержания элемента по

одному из четырех показателей вредности), чрезвычайно опасно загрязненной – более K_{max} .

Установлены следующие пороги: в точке «граница карьера» – фоновая концентрация элемента, в точке «100 м от границы карьера» – фоновая концентрация, в точке «300 м от границы карьера» – фоновая концентрация, в точке «500 м от границы карьера» – удвоенная фоновая концентрация, в точке «900 м от границы карьера» – удвоенная фоновая концентрация.

Пороги в точках «граница карьера», «100 м от границы карьера», «300 м от границы карьера» назовем *начальными*, в оставшихся точках – *конечными*.

Так как в настоящее время наряду с использованием фоновых концентраций используются ОДК, которые считаются более строгими нормативами для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами, нельзя отойти от их требований.

Самый низкий порог с учетом ОДК и фонового/удвоенного фонового на каждом расстоянии назовем *нижней пороговой границей*, самый высокий порог с учетом ОДК и фонового/удвоенного фонового значения на каждом расстоянии – *верхней пороговой границей*.

Преимущество предложенного подхода заключается в том, что он применим к оценке степени загрязнения земель различного вида использования. В случае, если возникают сомнения в самовосстанавливающей способности почв, в близлежащих точках допустимо проводить оценку по нижней пороговой границе для всех категорий земель, а в точках, удаленных от источника загрязнения – по границе, применяемой для данной категории земель.

Для земель, дальнейший вид использования которых не установлен, оценка проводится по нижней пороговой границе. Для земель неаграрного назначения оценка проводится путем присвоения категории загрязнения:

не загрязненная, с допустимой степенью загрязнения, загрязненная. На рис. 2, 3 и 4 представлены графики определения степени загрязнения территории угольного разреза «Восточный» цинком, свинцом и кадмием.

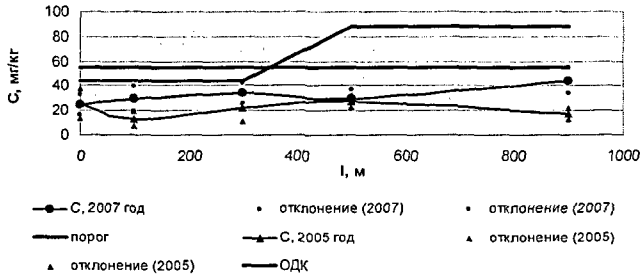


Рис. 2. Оценка степени загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород угольного разреза «Восточный» цинком

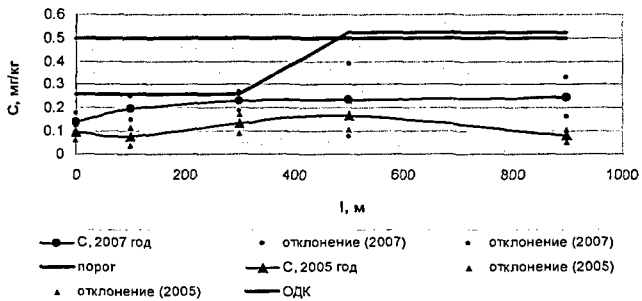


Рис. 3. Оценка степени загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород угольного разреза «Восточный» кадмием

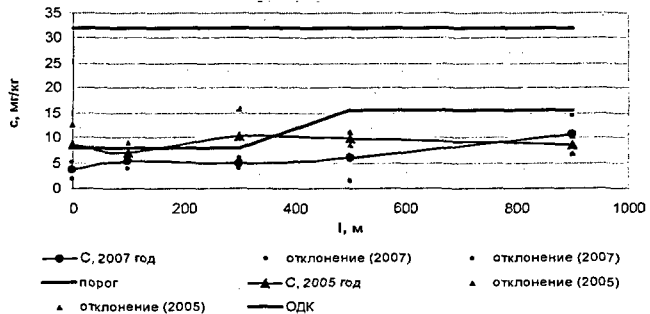


Рис. 4. Оценка степени загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород угольного разреза «Восточный» свинцом

Проведем оценку степени химического загрязнения для двух случаев: а) для земель с различными функциями по нижней пороговой границе; б) для земель не аграрного назначения по предложенной схеме.

В первом случае регистрируем загрязнение свинцом по результатам 2005 года, в точках, близлежащих к карьере. С учетом динамики концентрации в положительную сторону и с учетом того, что фактическая концентрация элементов близка к установленному порогу, возникает опасность загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород кадмием, свинцом и цинком. В этом случае необходимо разработать мероприятия по снижению концентрации элементов. Во втором случае констатируем отсутствие загрязнения и относим почвы предприятия к категории незагрязненных.

Экономическая эффективность такого подхода выражается в следующем. При зарегистрированном загрязнении почв тяжелыми металлами на биологическом этапе рекультивации необходимо провести их очистку. Одним из способов очистки почв от тяжелых металлов является внесение в загрязненную почву препарата «Чистозем» (разработчик: группа компаний научно-производственного информационного центра «Агрокон», патент на изобретение от 20.08.2003 г. №2210438). Препарат рекомендуется вносить в следующей дозировке: 60 кг на 100 м². Минимальная стоимость препарата при оптовой продаже составляет 8,28 руб. за 1 кг.

Площадь земель, прошедших технический этап рекультивации в 2006 году, составила 20 га. Необходимый объем препарата на 200000 м² составит 120000 кг. В случае загрязнения почв при проведении биологического этапа рекультивации затраты на снижение концентрации тяжелых металлов составят:

$$120000 \cdot 8,28 = 993600 \text{ руб.}$$

Проведя оценку загрязнения по дифференцированному подходу представляется возможным определить необходимость внесения препарата на всей территории. При зарегистрированном значении фактической концентрации ниже начального порогового значения необходимость внесения препарата отпадает. Если зарегистрировано превышение начального порога возникает необходимость его внесения. При этом достаточно провести очистку участков, близлежащих к карьеру (источнику загрязнения).

3. Разработана методика оценки степени загрязнения территории угледобывающего предприятия, основанная на дифференцированном подходе и учитывающая природно-климатические условия района расположения предприятия, природные характеристики почвенного покрова, возраст отвалов и вид использования земель после проведения рекультивации.

Факторы, оказывающие влияние на загрязнение почв при открытой добыче угля, разделены на две группы. В первую группу вынесены факторы, обусловленные производственным процессом: буровзрывные работы, выемка вскрышных пород на поверхность и складирование их в отвалы, отходы, образующиеся в процессе производства (лом черных металлов, золошлаковые отходы, отходы деревообработки, отходы ГСМ и РТИ, отработанные аккумуляторы), отходы потребления. Во вторую - факторы определяющие восприимчивость территории загрязнению, среди которых природные особенности района: климат района, рельеф местности, типы растительности, химические, физические, литологические свойства разрабатываемых горных пород, химические, механические свойства почв, подверженных техногенному воздействию.

Концентрация элемента в поверхностном слое отвалов вскрышных пород определяется концентрацией элемента в горной породе, извлекаемой на дневную поверхность, концентрацией элементов, переносимой

воздушными потоками при ведении буровзрывных работ и при пылении отвалов с выбросами, образующимися при работе техники, а также концентрацией элементов, характерной для почвенного покрова, вовлеченного в производственный процесс. При этом на различном удалении от карьера доля каждой составляющей изменяется. Так, в точках «граница карьера», «100 м от границы карьера», «300 м от границы карьера» превалирует доля влияния концентрации в извлекаемой горной породе. В точке «100 м от границы карьера» оказывает влияние концентрация, «переносимая» с пылевыми частицами при ведении буровзрывных работ. С увеличением расстояния доля этой составляющей уменьшается и в точке «900 м от границы карьера» неощутима. В образцах, взятых в точках «500 м от границы карьера» и «900 м от границы карьера», отмечено повышение содержания органического вещества до значений, характерных для рассматриваемого типа почв, то есть здесь концентрация элемента становится близкой к концентрации, характерной для почв изучаемого района.

Предложена схема отбора проб, учитывающая преобладающее направление ветра, то есть распространение загрязняющих веществ с пылевыми частицами воздушными потоками, и расстояние от карьера, на котором расположены отвалы разного возраста, обладающие разным содержанием органического вещества в поверхностном слое почвы. За основу взята «роза ветров», характерная для каждого региона (рис. 5).

В каждый год отбора проб схема отбора проб корректировалась и окончательно принята схема 2007 года. За основу схемы взята «роза ветров», т.е. преобладающее направление ветра. Выбрано 11 линий отбора в одном секторе (румбе) с наветренной стороны, на каждой линии отмечены точки на расстоянии 100 м от границы карьера, 300 м от границы карьера, 500 м от границы карьера, 900 м от границы карьера. Начальной точкой выбрана точка «граница карьера».

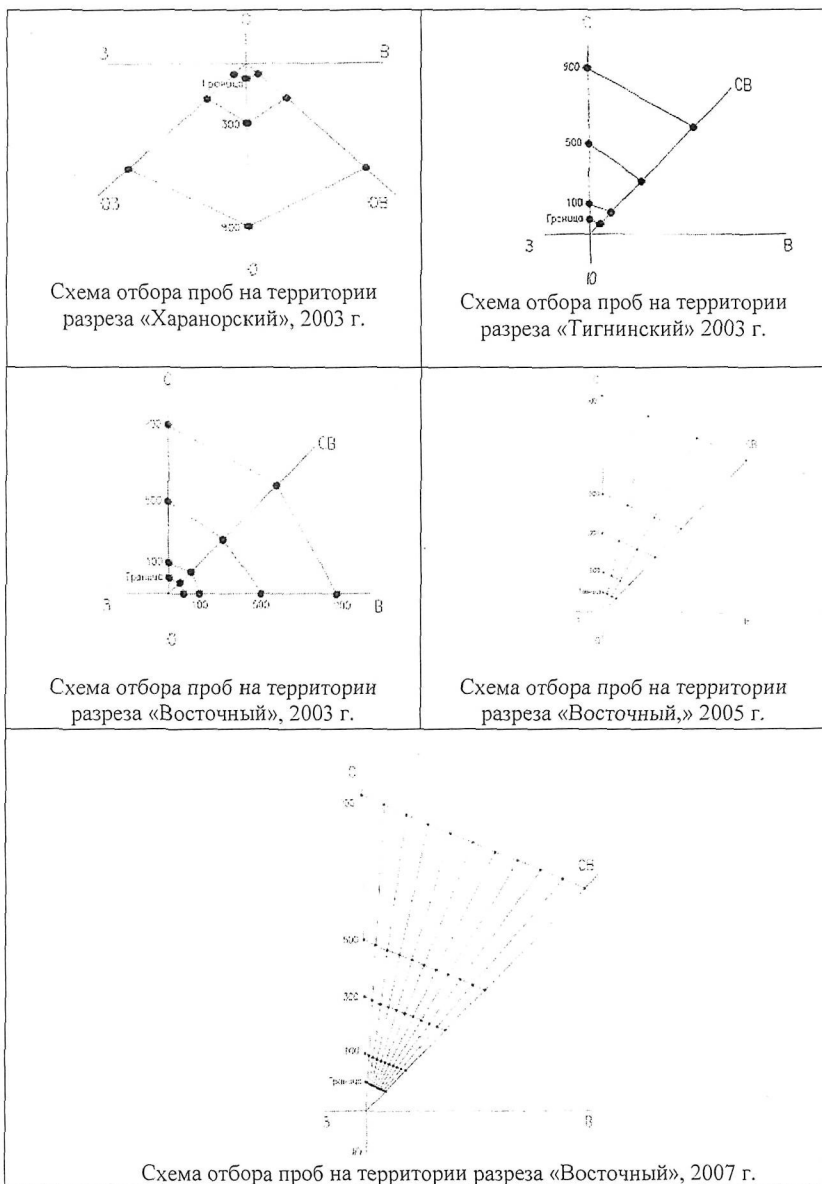


Рис. 5. Схемы отбора проб на территории предприятий

Выбор точек обоснован литературными данными, где отмечено, что наибольшее техногенное влияние происходит вблизи источника

загрязнения, а на расстоянии 500 м и более начинает ослабевать. Кроме этого выбор точек учитывает и возраст отвалов, так как более ранние отвалы расположены на удалении от действующего карьера, а поздние – ближе к нему. То есть становится возможным определить концентрацию элемента не только в зависимости от расстояния от источника загрязнения, но и с учетом возраста отвалов и вместе с тем содержания органического вещества и рН. Выше отмечено, что концентрация элементов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород определяется их концентрацией в горных породах и в самих почвах. В точках, близлежащих к карьере концентрация элементов определяется фоновой, характерной для горных пород, извлекаемых на дневную поверхность в пределах участка, вовлеченного в производственный процесс. В точках, удаленных от карьера, влияние этой концентрации начинает ослабевать, так как происходит зарастание отвалов и концентрация элемента приближается к фоновой, характерной для почв изучаемой территории. В точках 300 м и 500 м от границы карьера вероятно попадание загрязнений вместе с частицами пыли, переносимых в период сильных ветров из карьера и с близлежащих к нему отвалов и с частицами пыли, образующейся в период ведения буровзрывных работ. На удалении от карьера влияние загрязняющих частиц, переносимых с ветровыми потоками будет ослабевать ввиду их рассеивания. Таким образом, выбранная схема позволяет учесть природные факторы влияния на концентрацию в поверхностном слое отвалов вскрышных пород (рис. 5).

В ходе выполнения работы разработан следующий алгоритм реализации представленной методики оценки степени загрязнения поверхностного слоя отвалов вскрышных пород территории угледобывающего предприятия.

1. Выбор схемы отбора проб с обозначением линий отбора расстояния от источника загрязнения.

2. Определение приоритетных элементов-загрязнителей на основе литературных данных либо на основе ранее проводимых исследований изучаемого региона.

3. Отбор проб и определение концентрации элементов-загрязнителей.

4. Проведение математической обработки результатов эксперимента с определением среднеквадратичного отклонения концентрации от ее средней величины.

5. Нахождение уравнения, более точно описывающего распределение концентрации элемента в зависимости от расстояния.

6. Определение с помощью найденного уравнения концентрации элемента на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

7. Построение графиков зависимости концентрации элемента от расстояния с учетом найденного значения концентрации на границе СЗЗ с нанесением на них средней концентрации, точек отклонения от средней концентрации и пороговых значений.

8. Определение вида дальнейшего использования земель.

9. Оценка степени химического загрязнения почвы изучаемой территории в зависимости от условий:

а) вид использования земель не установлен: оценка проводится по нижней пороговой границе и почва считается *незагрязненной*, если средняя концентрация элемента и ее отклонение не выходит за установленный порог; почва считается *загрязненной*, если средняя концентрация и отклонение от нее выходит за установленный порог;

б) земли отнесены к землям неаграрного (промышленного) назначения:

Не загрязненная почва – средняя концентрации и отклонение от ее величины не выходит за пределы установленного порога на каждом выбранном расстоянии.

Допустимая степень загрязнения – концентрация элемента находится в пределах от установленного фонового до ОДК в пределах начального порога и от ОДК до установленного фонового в пределах конечного порога.

Загрязненная почва – концентрация элемента находится выше каждого установленного порогового значения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена важная научно-практическая задача по оценке степени химического загрязнения почв территории промышленного предприятия, в рамках которой разработана методика опробования территории предприятия и подход к оценке степени ее загрязнения тяжелыми металлами. На основании выполненных исследований сделаны следующие выводы:

1. Выявлены факторы, влияющие на поступление и накопление тяжелых металлов в поверхностном слое отвалов вскрышных пород, которые выделены в две группы: производственные и природные.

2. Критерии загрязнения почвы выделены в две группы: по методу установления и по назначению. В российской системе оценки загрязнения почвы отсутствует деление нормативов по назначению. Разработана система критериев оценки степени химического загрязнения почвы с учетом последующего вида использования земель. Виды использования земель, на которые распространяет свое действие ГН 2.1.7.2042-06, дополнены видами, заимствованными из зарубежной системы.

3. Разработан дифференцированный подход к оценке степени загрязнения почвы, заключающийся в установлении начального и конечного порога в зависимости от расстояния; нижней пороговой границы и верхней пороговой границы в зависимости от вида дальнейшего использования земель. Установленный порог в некоторых случаях показал ужесточение требований, а в некоторых их послабление.

4. Предложенная система критериев оценки загрязнения почвы дополнена разработанным дифференцированным подходом, который не противоречит действующим нормативам, соответствует последним направлениям в области разработки критериев оценки степени химического загрязнения почвы.

5. Оценка загрязнения территории угледобывающих предприятий Забайкальского края по дифференцированному подходу при условии, что земли после рекультивации отнесены к землям неаграрного назначения показала отсутствие ненормируемого содержания тяжелых металлов. При условии предъявления к качеству земель после проведения их рекультивации более строгих требований зарегистрировано незначительное загрязнение территории угольного разреза «Восточный» никелем (по результатам 2003г.). Существует риск загрязнения территории угольного разреза «Восточный» свинцом, кадмием, цинком.

6. Разработана методика обследования территории угледобывающего предприятия, которая учитывает факторы, влияющие на поступление и накопление загрязняющих веществ в поверхностном слое отвалов вскрышных пород и оценки ее загрязнения по дифференцированному подходу. Разработан алгоритм ее реализации.

Основные результаты исследований, выполненных автором, опубликованы в следующих работах:

1. Федотова А.С. *Содержание тяжелых металлов в отвалах, образованных вскрышными породами на угольных разрезах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. - № 1. – С. 201 – 205.*

2. Воронкова А.С. *Содержание Zn, Cd, Pb в почвах, нарушенных деятельностью угледобывающих предприятий / А.С.Воронкова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 12. – С. 239 – 247.*

3. Федотова А.С. *Влияние угольных предприятий на природные комплексы / А.С. Федотова, Н.А. Добрынина // Материалы VII международной молодежной научно-практической конференции*

«Молодежь Забайкалья: интеллект и здоровье». – Чита: ИИЦ ЧГМА, 2003. – С. 92 – 95.

4. Федотова А.С. Содержание тяжелых металлов в отходах угольного производства / А.С. Федотова // Материалы VIII международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь Забайкалья: творчество и прогресс». – Чита: ЧитГУ, 2004. – С. 72 – 75.

5. Федотова А.С. Проблема нормирования качества почвы / А.С. Федотова // Сборник материалов IV международной научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровье людей». – Пенза: «РИО ПГСХА», 2004. – С. 164 – 166.

6. Федотова А.С. Оценка загрязнения почвенного покрова при разработке угольных месторождений / А.С. Федотова, Н.А. Добрынина // Материалы VI международной конференции студентов, аспирантов, молодых ученых «Интеллектуальный потенциал ВУЗов – на развитие Дальневосточного региона России». – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2004. – С. 176 – 181.

7. Федотова А.С. Оценка качества почвы промышленных территорий / А.С. Федотова // Материалы IV межрегиональной научно-практической конференции «Кулагинские чтения». – Чита: ЧитГУ, 2004. – С. 146 – 150.

8. Федотова А.С. Влияние угледобычи на почвенный покров / А.С. Федотова // Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь Забайкалья: дорога в будущее». – Чита: ЗаБИИЖТ, 2005. – С. 35 – 38.

9. Федотова А.С. Нормирование качества почвы промышленных территорий / А.С. Федотова // Сборник научных трудов «Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России». – М.: МГУП, 2005. – С. 469 – 473.

10. Федотова А.С.. Загрязнение почв при разработке месторождений угля / А.С. Федотова // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 264 – 266.

11. Федотова А.С. Тяжелые металлы в почвах в районе деятельности угольных разрезов / А.С. Федотова // Материалы VI межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 30-летию г. Нерюнгри. – Нерюнгри: Якутский Государственный Университет, 2005. – С. 184 – 188.

12. Воронкова А.С. Содержание Cd, Zn, Pb в нарушенных почвах разреза «Восточный» / А.С. Воронкова // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Кулагинские чтения». – Чита: ЧитГУ, 2005. – Ч.1. – С. 6 – 9.

13. Воронкова А.С. К вопросу о загрязнении почв тяжелыми металлами / А.С. Воронкова // Материалы международной научно-практической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна – 2006». – Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КнДГТУ», 2006. – С. 316 – 319.

14. Овешников Ю.М. К вопросу о влиянии добычи угля на состояние почвенного покрова / Ю.М. Овешников, А.С. Воронкова // Вестник МАНЭБ. – 2006. – № 5. – С. 123 – 127.

15. Воронкова А.С. Содержание и нормирование тяжелых металлов в отвалах вскрышных пород угольных разрезов Восточного Забайкалья / А.С. Воронкова // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Кулагинские чтения». – Чита: ЧитГУ, 2007. – С. 70 – 74.

16. Овешников Ю.М. К вопросу о нормировании тяжелых металлов в почвах промышленных территорий / Ю.М. Овешников, А.С. Воронкова //

Вестник Забайкальского центра Российской академии естественных наук. –
2008. – № 1– С. 71 – 74.

Лицензия ЛР № 020525 от 02.06.97
Подписано в печать 22.12.2008 г. Формат 60x84 1/16
Усл.печ. л.2 Тираж 100 экз. Заказ №158

Читинский государственный университет
Ул. Александрo-Заводская, 30, г. Чита, 672039

РИК ЧитГУ