

Все указанные затраты сведены в табл. 2, на основании которой построен график (рис. 3). Из него видно, что полученный оптимум по минимальным суммарным капзатратам на организацию СЗЗ (1563,15 млн руб.) и соответствует установленной расчетной санитарной зоне размером 350 м для данного предприятия.

Достижение санитарно-защитной зоны размером 200 м для данного предприятия является не только экономически нецелесообразным, но и практически нереальным, поскольку для этого требуется организация утилизации сернистого ангидрида и пр.

Из рис. 3 также видно, что для данного предприятия точка пересечения кривых К1 и К2 (капитальных затрат, равных 900 млн руб.), соответствующая ширине СЗЗ 270 м с суммарными капитальными затратами 1800 млн руб., смещена от точки оптимума на 80 м (350–270). Указанная величина смещения от точки оптимума Δ в общем случае зависит от типа и конфигурации жилой застройки и является дальнейшим предметом изучения.

Выводы. 1. Данный способ минимизации капитальных затрат рекомендуется, в основном, для

крупных предприятий, расположенных вблизи жилой застройки либо садово-огородных товариществ. 2. В таких случаях предлагается рассчитать стоимостные показатели по выносу жилья и внедрению воздухоохраных мероприятий при их вариантном рассмотрении.

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Рапопорт Олег Аронович (Rapoport O.A.),
нач. отд. эколог. нормирования Управления экологической безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: o.rapoport@ugmk.ru.

Рудой Григорий Николаевич (Rudoy G.N.),
дир. по горному пр-ву ООО «УГМК-Холдинг», канд. тех. наук. E-mail: luea@ugmk.com.

Копылов Игорь Дмитриевич (Kopylov I.D.),
нач. управления экологич. безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: i.kopilov@ugmk.com.

УДК 502.2:622

В.А. Почечун¹, В.В. Кульнев^{2,3}

ГЕОСИСТЕМНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА)

¹ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», ул. Куйбышева, д. 30, г. Екатеринбург, Россия, 620144

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394006

³ООО НПО «Альгобиотехнология», г. Воронеж, Ленинский пр-т, д. 15, г. Воронеж, Россия, 394029

Рассмотрена методика районирования природно-техногенной геосистемы (на примере территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината — одного из крупнейших металлургических предприятий России). Методика базируется на основных принципах системного подхода и позволяет объективно оценить пространственно-временное распространение загрязнения для принятия эффективных управленческих решений. Показано, что данная территория относится к категории загрязнения «опасная» и требует разработки и внедрения эффективных природоохранных мероприятий, начальным этапом которых должен быть системный мониторинг всех компонентов окружающей среды, включая биоту, что позволит учитывать его результаты при изучении развития геосистемы и даст информацию для прогноза экологического состояния окружающей среды.

Ключевые слова: шлаковые отвалы, тяжелые металлы, отходы производства, районирование территории, компоненты окружающей среды, системный мониторинг.

V.A. Pochechun, V.V. Kul'nev. **Geosystemic zoning as a basis for rehabilitation environmental measures of mining and smelting complex (exemplified by metallurgic plant)**

¹Federal State Institution of Higher Professional Education «Ural State Mining University», 30, Str. Kuybysheva, Yekaterinburg, Russia, 620144

²Federal State Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University», 1, Universitetskaya ploshchad, Voronezh, Russia, 394006

³Algotekhnologiya Research and Production Association, 15, Leninskiy pr-t, Voronezh, Russia, 394029

The article covers a method for zoning of natural technogenic geosystem (exemplified by territory of ash-heap from metallurgic enterprise — one of the major metallurgic enterprises in Russia). The method is based on main principles of systemic approach and enables objective evaluation of space-time spread of pollution for effective management solutions. The studied territory appeared to be assigned to “dangerous” pollution category and requires specification and implementation of effective nature protection measures, with primary step of systematic monitoring of all environmental components including biota — that enables consideration of its results in geosystem studies and gives information for forecasting ecologic state of environment.

Key words: ash-heap, heavy metals, industrial waste, territory zoning, environmental components, systemic monitoring.

Управление экологической обстановкой в геосистеме (ГС) базируется на выявлении степени изменения природной среды в результате техногенных воздействий. Характеристикой этого изменения служит наличие тяжелых металлов, например, в съедобных растениях (кормовых растениях, грибах, плодах) [6]. Накопление загрязняющих веществ в этих растениях зависит от ареала распространения, времени воздействия. Поэтому загрязняющие вещества по территории изучаемой ГС распределены неравномерно. Для разработки природоохранных мероприятий необходим комплексный анализ пространственно-временного распределения загрязнения.

Целью исследования является повышение эффективности проведения мониторинговых работ, направленных на выработку эффективных природоохранных мероприятий.

Материал и методики. При районировании использованы данные геохимических съемок территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината, проведенных в период 2010–2014 гг. При осуществлении геохимических съемок было проведено сквозное опробование по профилям следующих компонентов окружающей среды: снежного покрова, почв, съедобных растений (кормовые растения, грибы, плоды).

Методика проведения комплексных исследований для определения состояния различных компонентов среды предполагает два этапа. Первый (получение априорной информации) — преследует цель создания ландшафтно-геохимической основы, на которой должна быть помещена информация о типовых элементарных ландшафтах, отражающих строение изучаемого района. Для характеристики ландшафтной ситуации необходимо иметь сведения в картографическом исполнении о геологии и геохимических аномалиях, рельефе, почвах, растительности и других параметрах. В этот период исследуются основные изучаемые компоненты окружающей среды (снежный покров, почвы, растительность), а также список основных загрязняющих элементов. Второй этап включает в себя получение оперативной информации в процессе полевых и лабораторных исследований [2].

Исследование территории проводилось на основе маршрутов по профилям, которые закладывались с учетом господствующего простираения геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров.

При отборе проб снега учитывались ландшафтно-геохимические условия. Поэтому на 1-м этапе работ, до наступления зимнего периода, проводилась ре-

когносцировочная оценка местности и выполнялся предварительный анализ ландшафтно-геохимической информации. Особое внимание уделялось литогенной основе ландшафта и характеру растительного покрова. В итоге выделялись ландшафты, типичные для изучаемой местности. Пробы снега отбирались методом «конверта». Размер элементарной площадки единичной снеговой пробы составляет обычно 0,01 м², сборной — 0,05 м². Количество талой воды на 1 пробу составляло не менее 5 л, а количество взвеси (пыли) — не менее 1 г. Снег опробовался в конце февраля на всю мощность покрова. Нижний слой снега толщиной 5 см отбрасывается, чтобы исключить влияние почвенных частиц. При документировании данных указывались: номера пикетов (проб), топографическая привязка, дата отбора проб, площадь и мощность опробованного снегового покрова, визуальные особенности снега, погодные условия, виды анализов. Снег упаковывался в полиэтиленовые мешки и оперативно доставляется в лабораторию. При анализе проб талой воды и взвеси применялась высокочувствительная аппаратура атомно-адсорбционного анализа.

Опробование почв проводилось на детальной топооснове при помощи полиинструментальной привязки пикетов с использованием следующей методики: для обеспечения необходимой представительности на каждом пикете отбиралось пять проб почв методом «конверта» (по углам и в центральной части с 1 м² поверхности), объединяемых в одну сборную пробу почв, которым присваивался номер пикета. Вес единичной пробы 0,2 кг, объединенной — до 1 кг.

Проводилось документирование: номера пикетов, их топографическая привязка, глубина отбора, тип ландшафта, тип почвы, описывался опробуемый почвенный горизонт, его цвет, другие визуальные особенности, дата отбора. Особо отмечались характерные ландшафтные особенности местности, проводился абрис местности с указанием углов наклона поверхности, других характерных элементов ландшафта. При опробовании почв руководящим документом являлся ГОСТ 17.4.4.02–84. Подготовка проб почв производилась в соответствии с известными методическими рекомендациями (РД 52.18.191–89, РД 52.18.289–89 и др.). Для определения валового содержания элементов пробы почв образцы высушивались, просеивались через сито 1 мм и растирались до состояния пыли (200 мкм).

В качестве растительного тест-объекта необходимо было выбрать доминирующий вид изучаемой террито-

рии. Как правило, это древесные виды растительности. С ведущего вида растительности отбирались листовенно-веточная проба — толщина веток, включая раздувы на них, не превышала 1 см. Отбирались только молодые побеги (текущего года) с деревьев, растущих на открытых полянах, с признаками «морф». Вес пробы — 250–300 г. Ветки срезались ножом или садовыми ножницами, промывались и высушивались. В связи с тем, что влажные пробы не подлежали длительному хранению, они подвергались сушке в помещениях или под навесом. Во избежание загрязнения не допускалась сушка на земле, а во время ветра и дождя пробы закрывались полиэтиленовой пленкой. Дальнейшая подготовка проводилась с учетом особенностей отобранного материала. Сухие растительные пробы измельчались ножницами до фрагментов длиной 1–5 мм. Навеска воздушно-сухого материала массой около 10 г помещалась в сушильный шкаф, где при $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение шести часов доводилась до постоянного веса. Кварцевые чашки с пробой ставились в холодный муфель, где температуру сначала постепенно повышали до 250–300 °C при открытой дверце для обеспечения свободного доступа воздуха к озоляемому материалу. Конечное озоление производилось при температуре 450–500 °C при закрытой дверце муфеля до достижения постоянного веса золы. Выход золы учитывался количественно и использовался в дальнейших расчетах. Обычно для получения однородной золы, лишенной примеси углей, требуется от 5 часов до нескольких суток.

Расчет зольности растительной пробы (S) проводился по формуле

$$S = (MЗ/МСВ)100\%,$$

где МЗ — масса золы; МСВ — масса сухого вещества.

Золу извлекали из чашки, навеску с массой 100–200 мг перетирали в агатовой ступке 1:1 с K_2SO_4 и упаковывали в пакеты, которые хранили в эксикаторе [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Так как основными загрязняющими веществами, рассеивающимися в компоненты окружающей среды, являются тяжелые металлы V, Cr, Mn, Co, то в основу районирования территории по степени загрязнения положены поля рассеяния этих элементов в компонентах окружающей среды по суммарному показателю загрязнения Z_c , с целью выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.

Районирование предполагает: 1 — метод членения исследуемой территории на такие таксономы, которые должны отвечать хотя бы двум критериям: критерию специфики выделяемых территориальных ячеек и критерию взаимосвязанности насыщающих их элементов; 2 — способ дифференциации единого мероприятия по существующим районам с учетом специфики последних.

Под геосистемным районированием понимается выделение индивидуальных территориальных единиц,

сходных по любому системообразующему признаку. Данное районирование попадает в разряд частного, основным показателем которого являются вещества, загрязняющие компоненты окружающей среды за счет пыления с отвалов. Эти вещества имеют качественную (химический состав) и количественную (концентрация) характеристики, в связи с чем можно говорить об использовании двух таксономических единиц районирования: более крупного района, выделяемого по качественному признаку, и более мелкого (участка), выделяемого по количественным показателям. В поставленной задаче — выделение участков рассеивания загрязняющих элементов в компонентах окружающей среды — применение дробных таксономических единиц (геосистем разного порядка) не представляется возможным, так как большая часть загрязняющих элементов не имеет четко выраженных границ рассеивания за счет переноса ветровыми потоками. В связи с этим районирование территории проводилось только по одной таксономической единице — участку, который выделялся в зависимости от величины концентрации элементов. При этом использованы следующие принципы: объективность районирования, однородность компонентов, учет закономерностей дифференциации (осуществляется на основе применения расчетных полей рассеяния) [1].

В качестве основного метода выделения районов принят метод ведущего фактора. В качестве ведущего фактора использовался суммарный показатель загрязнения Z_c тяжелых металлов V, Cr, Mn, Co. Физиономическими индикаторами ведущих факторов служат сами изолинии, а основной фактор — источник загрязнения (шлаковые отвалы металлургического комбината). По результатам выполненных работ построена

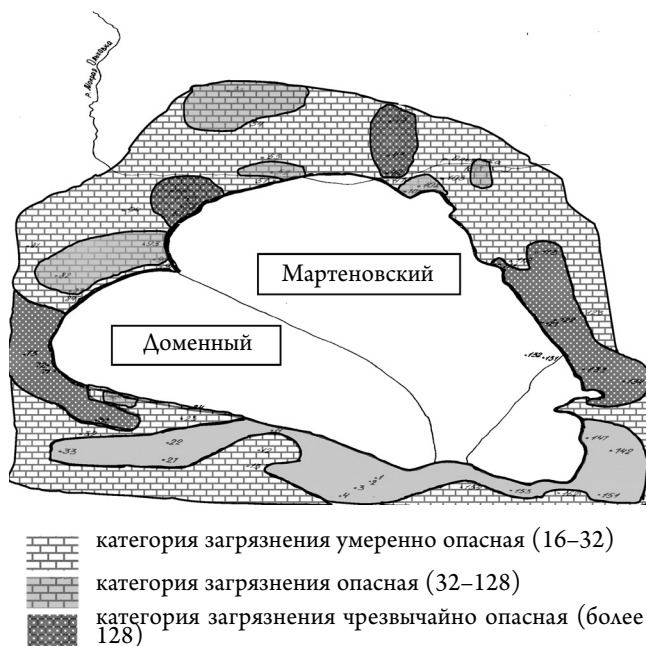


Рис. Районирование территории по суммарному показателю загрязнения

результатирующая карта районирования по суммарному показателю загрязнения Z_c (рис.).

Анализ рисунка показывает, что практически вся территория относится к категории загрязнения «опасная». Такое значение суммарного показателя загрязнения характеризуется увеличением уровня общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушением функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека [4].

На этой территории расположены участки с категорией загрязнения «умеренно опасная» и «чрезвычайно опасная». Наибольший участок с категорией загрязнения «умеренно опасная» находится с южной стороны отвала, в районе расположения коллективных садов. Участки с категорией загрязнения «чрезвычайно опасная» находятся с юго-восточной (в местах расположения коллективных садов), восточной, северной и западной сторон отвала (в местах выгрузки доменных и мартеновских шлаков).

Следует отметить, что в целях расширения сети мониторинга и его совершенствования целесообразна структуризация организации мониторинга (табл.).

Таблица

Организация мониторинга

Структура организации мониторинга			Система сбора информации			Система представления информации		
Вид наблюдений (измерения)	Анализ (оценка)	Прогноз (с помощью компьютерных технологий)	Место измерений	Время измерений (периодичность)	Средства измерений	Справочники, таблицы в традиционной форме	Информационные системы	Литературный обзор (отчеты, доклады)

Полная реализация действий по организации системы мониторинга позволит автоматически учитывать ее результаты при изучении развития геосистемы, даст информацию для прогноза с целью внедрения эффективных природоохранных мероприятий.

Данную систему мониторинга можно применить на любом предприятии горно-металлургического комплекса Среднего Урала [3].

Выводы. 1. Проведенное районирование территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината показало необходимость внедрения эффективных природоохранных мероприятий для улучшения экологического состояния природной подсистемы. 2. Для правильного выбора этих мероприятий необходим мониторинг состояния природной подсистемы. На начальном этапе мониторинг должен включать наблюдение, оценку и прогноз состояния атмосферного воздуха,

поверхностных водных объектов, почв, биоты. 3. Мониторинг за компонентами окружающей среды необходимо проводить регулярно и ежегодно: снежный покров, почвы, биоту необходимо опробовать 1 раз в год, поверхностные воды ежеквартально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двинских С.А., Бельтюков Г.В. Возможности использования системного подхода в изучении географических пространственно-временных образований. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. — 245 с.
2. Кульнев В. В. и др. // Вестник МГОУ. Сер. естеств. науки, разд. Науки о Земле. Экология. — 2011. — №1. — С. 143–148.
3. Почечун В.А. // Вопросы совр. науки и практики. — 2013. — № 1(45). — С. 10–17.
4. Семьячков А.И. и др. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов. — Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2008. — 243 с.
5. Семьячков А.И., и др. Продовольственный рынок регионов России в системе глобальных рисков / Под общ. ред. академика РАН А.И. Татаркина. — Екатеринбург: УрО РАН, 2012. — С. 375–381.
6. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — 276 с.

REFERENCES

1. Dvinskikh S.A., Bel'tyukov G.V. Possibilities of systemic approach in studies of geographic space-time formations. — Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1992, 245 p. (in Russian).
2. Kul'nev V. V., et al. // Vestnik MGOU. Seriya estestvennye nauki, razdel Nauki o Zemle. Ekologiya. — 2011. — 1. — P. 143–148 (in Russian).
3. Pochechun V.A. // Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. — 2013. — 1 (45). — P. 10–17 (in Russian).
4. Semyachkov A.I., et al. Monitoring and environmental protection in iron ore metallurgic complexes. — Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 2008. — 243 p. (in Russian).
5. Academician RASc A.I. Tatarkin, ed. Semyachkov A.I., et al. Food market of Russian regions in global risks system. — Yekaterinburg: UrO RAN, 2012. — P. 375–381 (in Russian).
6. Yazikov E.G., Shatilov A.Yu. Geoeologic monitoring. — Tomsk: Izd-vo TPU, 2004. — 276 p. (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Почечун Виктория Александровна (Pochechun V.A.), доц. ФГБОУ ВО «УрГУ», канд. геолого-мин. наук. E-mail: viktoriyapoechechun@mail.ru.

Кульнев Вадим Вячеславович (Kul'nev V.V.), дир. по науке ООО НПО «Альгобиотехнология», доц. ФГБОУ ВПО «ВГУ», канд. геогр. наук. E-mail: kulnev@geol.vsu.ru.