

УДК 502.1

¹А.И. Семячков, ²С.А. Двинских, ¹В.А. Почечун¹Уральский государственный горный университет, Россия, г. Екатеринбург²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Пермь

E-mail: ViktoriyaPochechun@mail.ru

Мониторинг природно-техногенной системы горно-металлургического комплекса Среднего Урала

В работе рассмотрен горно-металлургический комплекс Среднего Урала как природно-техногенная система. Методической основой изучения данной системы может быть экологический мониторинг. На основе мониторинга изучено экологическое состояние всех компонентов системы: атмосферного воздуха, природных вод, почвы, биоты. Выявлена миграционная способность загрязняющих элементов и построены прогнозные модели загрязняющих веществ в различных средах.

Ключевые слова: экологический мониторинг, природно-техногенная система, горно-металлургический комплекс, компоненты окружающей среды.

A.I. Semyachkov, S.A. Dvinskih, V.A. Pochechun

Monitoring of natural-technogenic system of mining and metallurgical complex of Middle Ural

In the paper the mining and metallurgical complex of the Middle Urals as natural and man-caused system. Methodological basis for the study of this system may be environmental monitoring. Studied by monitoring the ecological status of all system components: air, natural waters, soil and biota. Revealed the migratory ability of contaminants and built predictive models of pollutants in different environments.

Keywords: Ecological monitoring, natural-technogenic system, the mining complex, the components of the environment.

Экологический мониторинг – это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов [6, 8, 10].

Природно-техногенная система представляет собой многофакторное и многокомпонентное образование. Границы природно-техногенной системы определяются базисом, который представляет предмет исследования. В данной работе предмет исследований – это природно-техногенная система, ограниченная горнопромышленным комплексом Среднего Урала [1, 5].

В зоне размещения горнопромышленных комплексов нарушены естественные ландшафты, на грани гибели многие видовые особи флоры и фауны, огромные земельные участки заняты отходами (вскрышные породы, вмещающие породы, шламы очистки сточных вод, шлаки,

огарки, шламы мокрой газоочистки, пыль сухой газоочистки и т.д.), которые лишь усугубляют проблему техногенного загрязнения окружающей среды. Особую опасность представляет геохимическое загрязнение окружающей среды рудными и попутными компонентами, основу которых составляют тяжелые металлы [3, 6, 7].

Развитие систем идет от простого к сложному, или критерием сложности любой системы (в том числе и природно-техногенной) является ее разнообразие [1].

Изменение системы может идти как по пути увеличения разнообразия, так и по пути уменьшения, но в любом случае развитие ее будет прогрессивным только тогда, когда оно не «выходит» за пределы природной траектории (фоновые или санитарно-гигиенические нормативы).

Для оценки и прогноза экологического состояния природно-техногенной системы горно-

металлургического комплекса необходимо использовать экологический мониторинг.

Методика проведения работ при изучении природно-техногенной системы на основе экологического мониторинга предполагает ряд последовательных операций. Первый этап исследования (получение априорной информации) преследует цель создания ландшафтно-геохимической основы, на которой должна быть помещена информация о типовых элементарных ландшафтах, отражающих строение системы. 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, подпочвенный слой, растительность), а также список основных загрязняющих элементов. Второй этап включает в себя получение оперативной информации в процессе полевых и лабораторных исследований. На третьем этапе производится камеральная обработка информации [7].

Методика обработки полученной информации основана на графических и вероятностно-статистических методах.

В изучаемой системе горно-металлургического комплекса компоненты природной среды (атмосферный воздух, природная вода, почва, биота) загрязнены и серьезно трансформированы. На рисунке 1 представлена схема загрязнения снежного покрова от меднорудной промышленности. По данным геохимического обследования, концентрация меди на изучаемой территории превышает фон в несколько сотен раз. Участки с максимальным загрязнением приурочены к промышленной площадке предприятия.

Таким образом, изучаемая природно-техногенная система в данный момент времени является источником воздействия на окружающую среду, изменяя ее устойчивость. Изменение устойчивости системы прослежено на примере мелких млекопитающих в районе воздействия меднорудной промышленности Среднего Урала. Для характеристики населения мелких млекопитающих заложено три ключевых участка: на расстоянии 1-2 км (импактная зона), 5-6 км (буферная зона) и 20-30 км (фоновая зона) от промплощадки завода. Традиционно для мелких млекопитающих (бурозубок, куторов, кротов, лесных и серых полевков, лесных мышей) наиболее важными и показательными, отражающими

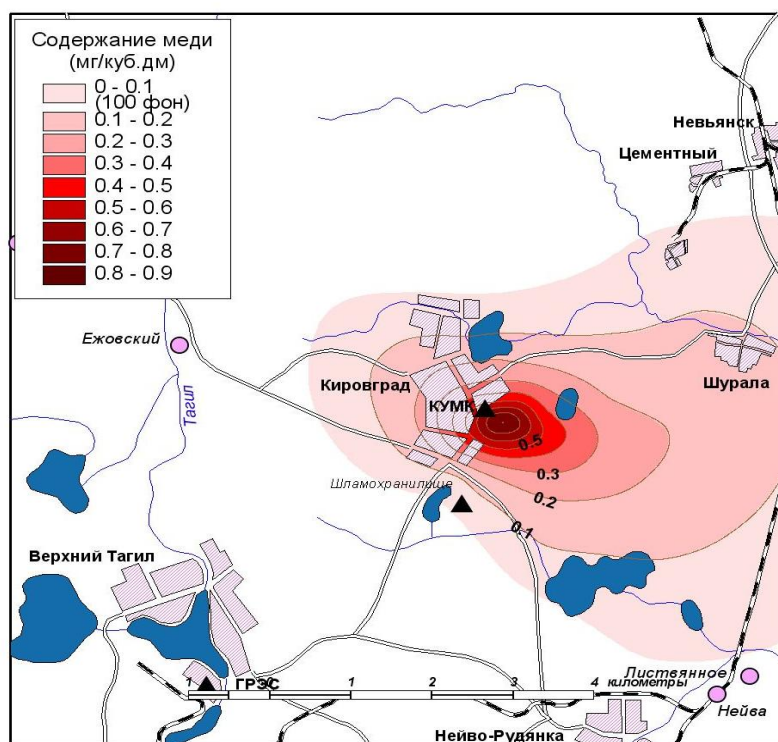


Рисунок 1 – Содержание меди в растворенной форме в снеговой воде

изменения качества среды обитания, являются отдельные характеристики ценоотического, популяционного и организменного уровней [4]. Изучение биотической составляющей системы ГМК показало, что при сравнении трех зон – импактной, буферной и фоновой – выявляются следующие особенности:

1. Импактная территория характеризуется малым видовым разнообразием (4 вида: лесная мышь, серая полевка, полевая мышь, домовая мышь), малой численностью (на ней заселяется 2% общей площади обследованной территории), угнетенным состоянием живых организмов, находящихся в физиологической напряженности, повышенным содержанием в них загрязняющих элементов (концентрация цинка в органах-депо возрастает в 2-2,5 раза, кадмия – в 2,2-3,7 раза, свинца – в 3,5-7,9, меди – в 6,4-14,7 раза по сравнению с фоном).

2. Буферная зона является переходной между фоновой и импактной территориями. Здесь наблюдается увеличение видового разнообразия (рыжая полевка, лесная мышь, серая полевка, полевая мышь, домовая мышь), численности (на ней заселяется 14% общей площади обследованной территории).

3. Фоновая территория характеризуется большим разнообразием (8 видов: лесная мышь, серая полевка, полевая мышь, крот европейский, лесная мышовка, пашенная полевка, обыкновенная полевка, обыкновенная бурозубка) и обилием видов (на ней заселяется 60% общей площади обследованной территории), физиологическая активность уменьшается, что говорит о том, что организмы животных находятся не в стрессовом состоянии, во внутренних органах наблюдается значительное снижение концентрации загрязняющих веществ по сравнению с буферной и импактной зонами.

Для определения целостности структуры [2] и функционирования природно-техногенной системы как пространственно-временного образования необходим учет взаимосвязей и взаимозависимостей между структурными частями и выявление ведущих процессов, в конечном счете. Такие взаимосвязи и взаимозависимости, а также процессы могут быть выявлены с помощью прогнозирования состояния компонентов изучаемой системы.

Для прогноза экологического состояния окружающей среды необходимо решение следующих задач:

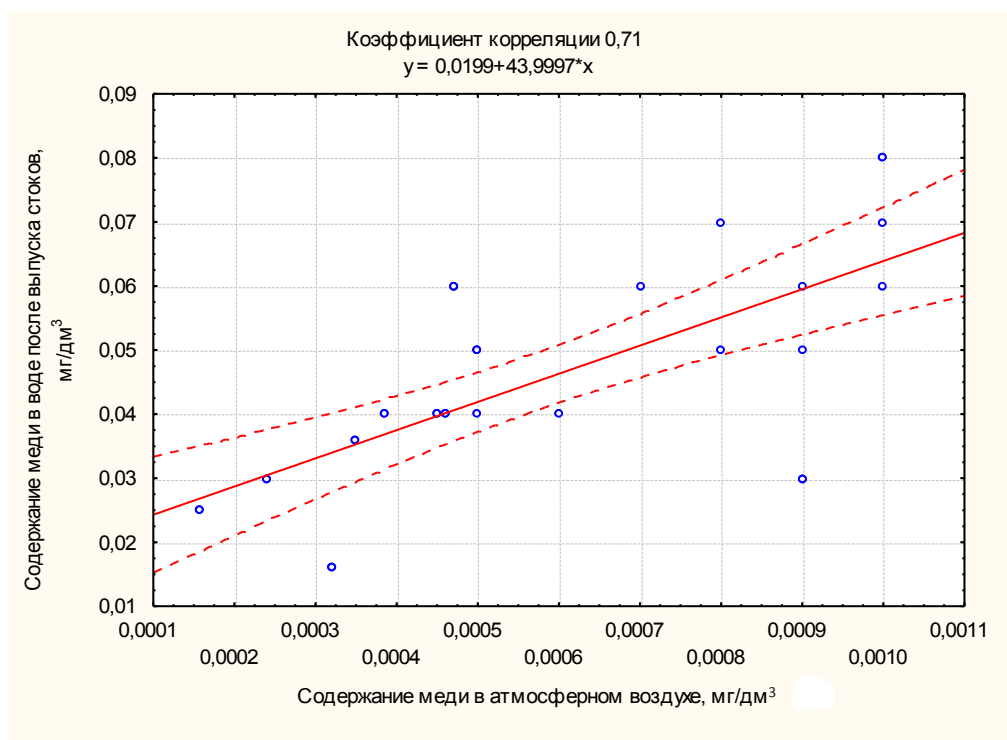


Рисунок 2 – Зависимость содержания меди в поверхностных водах р. Чусовой от ее содержания в атмосферном воздухе

1. Выявление закономерностей миграции загрязняющих веществ в окружающей среде.

2. Установление взаимосвязи загрязняющих веществ в различных средах и разработка математических моделей их миграции для прогнозных решений.

При прогнозе экологического состояния окружающей среды важно установление миграционной подвижности (переходы) загрязняющих веществ по различным средам. Миграционная подвижность определяется степенью взаимосвязи содержаний загрязняющих веществ в различных компонентах [9]. В связи с этим проведен корреляционно-регрессионный анализ и построены вероятностно-статистические модели содержаний основного элемента-загрязнителя от меднорудной промышленности – меди в компонентах окружающей среды: атмосферном воздухе, почве, природных водах, биоте. Например, выявлено высокое значение коэффициента корреляции содержания меди в атмосферном воздухе и поверхностных водах р. Чусовой (после выпуска сточных вод): $r = 0,71$. Это указывает на то, что на экологическое состояние поверхностных вод оказывают влияние не только стоки предприятия, но и содержание загрязняющих веществ в воздухе (рис. 2). Кроме того, в зимний период загрязняющие элементы из атмосферы поступают на снежный покров, а в ве-

сенне-осенний период на почву, а затем с диффузионным стоком в поверхностные воды.

Выводы

1. Методической основой для изучения природно-техногенной системы может служить экологический мониторинг.

2. Методика изучения природно-техногенной системы горно-металлургического комплекса на основе экологического мониторинга включает в себя исследование сфер ландшафта – снежного покрова, почв, почвообразующего горизонта, биоты и поверхностных вод. Для реализации методики необходимо применение полевых, лабораторных, камеральных работ с использованием картографических и вероятностно-статистических методов.

3. Природно-техногенная система, находящаяся под воздействием горно-металлургического комплекса, – мощный источник воздействия на окружающую среду, где концентрация загрязняющих веществ в несколько десятков раз превышает нормативы, что приводит к изменению устойчивости системы.

4. Выявлено, что все компоненты природно-техногенной системы взаимосвязаны и хорошо коррелируют между собой. Математические модели можно использовать для прогноза экологического состояния компонентов окружающей среды.

Литература

- 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 Двинских С.А., Почечун В.А., Медведев О.А. Структура природно-техногенной системы как источника воздействия на окружающую среду // Вопросы современной науки и практики. – 2012. – № 4(42) (Москва). – С. 10-17.
- 3 Двинских С.А., Почечун В.А., Рудакова Л.В. Функционирование природно-техногенной системы горно-металлургического комплекса // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (часть 2) (Москва). – С. 398-404.
- 4 Кайгородова С.Ю., Мухачева С.В., Семячков А.И., Почечун В.А. Разработка регламента локального экологического мониторинга для предприятий цветной металлургии // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: научные и образовательные аспекты: Сб. материалов Всероссийской научной школы (г. Киров, 28-30 ноября 2006 г.). – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2006. – С. 97.
- 5 Почечун В.А. Системный подход в изучении природно-техногенной системы ГМК Среднего Урала // Вопросы современной науки и практики. – 2013. – № 1(45) (Москва). – С. 10-17.
- 6 Семячков А. И., Фоминых А. А., Почечун В. А. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов / под ред. О. А. Романовой. - Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. - 243 с.
- 7 Семячков А. И., Почечун В. А., Советкин В. Л. Теория, методика и практика геоэкологической оценки окружающей среды горно-металлургических комплексов: учебное пособие / под ред. Ю. Г. Ярошенко. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 78 с.

8 Семячков А.И., Парфёнова Л.П., Почечун В.А., Копёнкина О.А. Теория и практика ведения локального экологического мониторинга окружающей среды меднорудных горно-металлургических комплексов / под ред. А.И. Семяčkova. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 224 с.

9 Семячков А.И., Почечун В.А., Хисматулин Д.Р. Оценка и прогноз состояния окружающей среды районов меднорудной промышленности (на примере Кировградского промузла Среднего Урала) // Проблемы геоэкологии, охраны окружающей среды и управление качеством экосистем: Всероссийская научно-практическая конференция. – Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2006. – С. 139.

10 Семячков А.И., Почечун В.А. Концепция реализации комплексного экологического мониторинга для предприятий меднорудного комплекса. Северные территории России: проблемы и перспективы развития: Мат-лы. Всерос. конф. с международным участием. – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2008.

References

1 Dvinskih S.A., Bel'tjukov G.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya sistemnogo podhoda v izuchenii geograficheskikh prostranstvenno-vremennykh obrazovaniy. – Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1992. – 245 s.

2 Dvinskih S.A., Pochechun V.A., Medvedev O.A. Struktura prirodno-tehnogennoj sistemy kak istochnika vozdeystviya na okruzhajushhuju sredu // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – 2012. – № 4(42) (Moskva). – S. 10-17.

3 Dvinskih S.A., Pochechun V.A., Rudakova L.V. Funkcionirovanie prirodno-tehnogennoj sistemy gorno-metallurgicheskogo kompleksa // Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – № 4 (chast' 2) (Moskva). – S. 398-404.

4 Kajgorodova S.Ju., Muhacheva S.V., Semjachkov A.I., Pochechun V.A. Razrabotka reglamenta lokal'nogo jeologicheskogo monitoringa dlja predpriyatij cvetnoj metallurgii // Aktual'nye problemy regional'nogo jeologicheskogo monitoringa: nauchnye i obrazovatel'nye aspekty: Sb. materialov Vserossijskoj nauchnoj shkoly (g. Kirov, 28-30 nojabrja 2006 g.). – Kirov: Izd-vo VjatGGU, 2006. – S. 97.

5 Pochechun V.A. Sistemnyj podhod v izuchenii prirodno-tehnogennoj sistemy GMK Srednego Urala // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – 2013. – № 1(45) (Moskva). – S. 10-17.

6 Semjachkov A. I., Fominyh A. A., Pochechun V. A. Monitoring i zashhita okruzhajushhej sredy zhelezorudnykh gorno-metallurgicheskikh kompleksov / Pod red. O. A. Romanovoj. – Ekaterinburg: Institut jekonomiki UrO RAN, 2008. – 243 s.

7 Semjachkov A. I., Pochechun V. A., Sovetkin V. L. Teorija, metodika i praktika geojekologicheskoy ocenki okruzhajushhej sredy gorno-metallurgicheskikh kompleksov: Uchebnoe posobie / Pod red. Ju. G. Jaroshenko. Ekaterinburg: Izd-vo UGGU, 2006. – 78 s.

8 Semjachkov A.I., Parfjonova L.P., Pochechun V.A., Kopjonkina O.A. Teorija i praktika vedenija lokal'nogo jeologicheskogo monitoringa okruzhajushhej sredy mednorudnykh gorno-metallurgicheskikh kompleksov. / Pod red. A.I. Semjachkova. – Ekaterinburg: Institut jekonomiki UrO RAN, 2008. – 224 s.

9 Semjachkov A.I., Pochechun V.A., Hismatulin D.R. Ocenka i prognoz sostojaniya okruzhajushhej sredy rajonov mednorudnoj promyshlennosti (na primere Кировградского промузла Среднего Урала) // Problemy geojekologii, ohrany okruzhajushhej sredy i upravlenie kachestvom jekosistem: Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija. – Orenburg, ИПК ГОУ ОГУ, 2006. – S. 139.

10 Semjachkov A.I., Pochechun V.A. Konceptija realizacii kompleksnogo jeologicheskogo monitoringa dlja predpriyatij mednorudnogo kompleksa. Severnye territorii Rossii: problemy i perspektivy razvitija: Мат-лы. Всерос. конф. с международным участием. – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2008.