

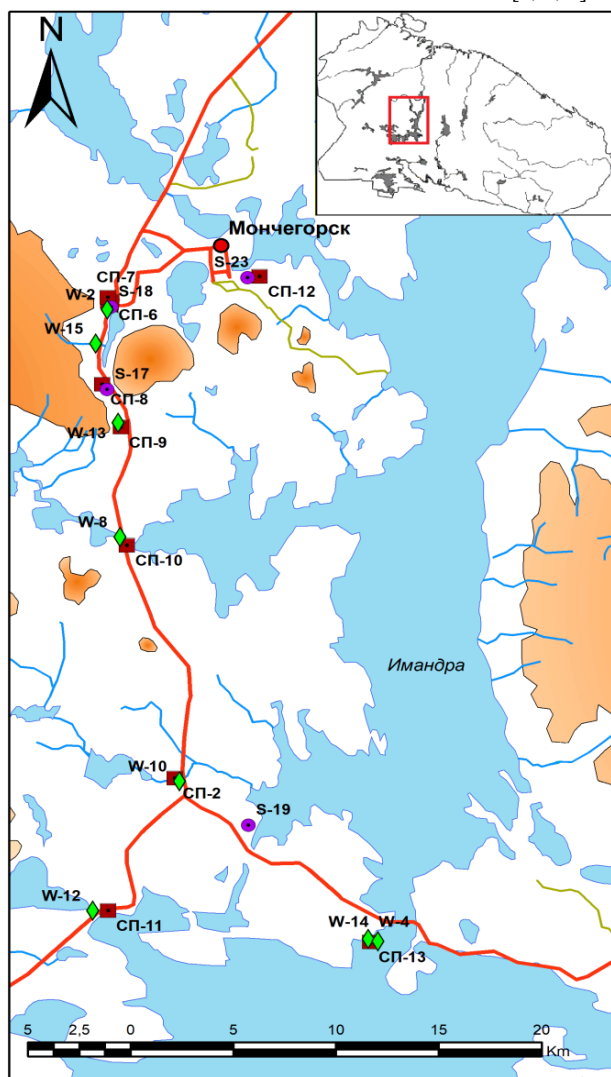
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА-ПОЧВА» В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ АЭРОТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Д.А. Воробьева

Научный руководитель д.г.-м.н. Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из важнейших задач геоэкологии является установление закономерностей накопления и распределения химических элементов, имеющих техногенный генезис, в различных объектах природной среды [3, 9]. Анализ поступления, а главное накопления этих элементов (особенно тяжелых металлов) позволяет оценить качество и экологическое состояние почв, поверхностных и подземных, а также масштаб антропогенного воздействия и степень измененности геосистемы [6, 8, 9].



Условные обозначения

- ◆ пункты опробования поверхностных вод
- пункты опробования подземных вод
- пункты опробования почв

Рис. 1 Карта-схема пунктов гидрохимического и почвенного опробования

указанных элементов в подземных водах значительно ниже, чем в поверхностных, лишь в отдельных точках отмечаются относительно высокие концентрации. В роднике (S-18), расположенном в двух километрах на ЗЮЗ от источника пылегазовых выбросов [1], концентрации Cu и Ni составляют 1 мкг/дм^3 и $6,4 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно, что на порядок превышает таковые в других родниках. Относительно повышенное содержание никеля отмечается в роднике (S-17) - $3,44 \text{ мкг/дм}^3$, при содержании меди на уровне фона ($0,19 \text{ мкг/дм}^3$).

В условиях ландшафта с сохранившимся почвенно-растительным слоем содержание Cu и Ni в поверхностных водах существенно выше, чем в подземных водах, что свидетельствует о защищенности их в этих

Загрязняющие вещества, интенсивно поступающие в окружающую среду в условиях масштабной урбанизации, включаются в биогеохимические процессы и со временем могут нарушать их естественное течение. Так, например, многолетнее воздействие выбросов Кольской горно-металлургической компании (КГМК) (площадка Мончегорск) на территории водосбора озера Имандра привело к деградации лесных ландшафтов вплоть до полного разрушения лесов и образования техногенных пустошей [5]. Поэтому исследование содержания и распределения химических элементов, прежде всего тяжелых металлов, в системе «вода-почва» является актуальным аспектом геоэкологической науки [6, 8].

В основу работы положены материалы полевых исследований в окрестностях комбината «Свероникель» (г. Мончегорск, Мурманская область), во время которых проводился отбор проб поверхностных и подземных вод и погоризонтное опробование подзолистых почв (рисунок 1).

Почвенные разрезы закладывались по мере удаления от источника пыле-газовых выбросов: СП-12 (4 км на восток), СП-6 (2 км), СП-8 (4,5 км), СП-9 (7 км), СП-10 (22 км), СП-2 (30 км), СП-13 (32 км), СП-11 (38 км) на юг. Западная часть водосбора озера Имандра находится под влиянием пылегазовых выбросов медно-никелевого комбината и представляет собой холмисто-увалистую равнину с участком техногенной пустоши, верхний слой почвы эродирован (СП-8, СП-9, S-17). Геологическая структура здесь представлена основными и ультраосновными породами, перекрытыми моренными озерно-ледниковыми и флювиогляциальными отложениями.

Анализ химического состава вод изучался методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Валовое содержание химических элементов в почве определялось также методом ICP-MS после разложения навески азотной кислотой в микроволновой печи.

В силу особенностей антропогенного влияния никель и медь являются типоморфными элементами в пределах рассмотренного района. Концентрация никеля и меди в природных водах варьируется от 0,02 до $56,93 \text{ мкг/дм}^3$ и от 0,04 до $18,51 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно. При этом содержание

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

условиях от негативного воздействия выбросов медно-никелевого комбината. На территории техногенно-нарушенного ландшафта там, где эродирован почвенно-растительный слой, техногенное влияние прослеживается в состоянии и подземных вод [2, 4, 7].

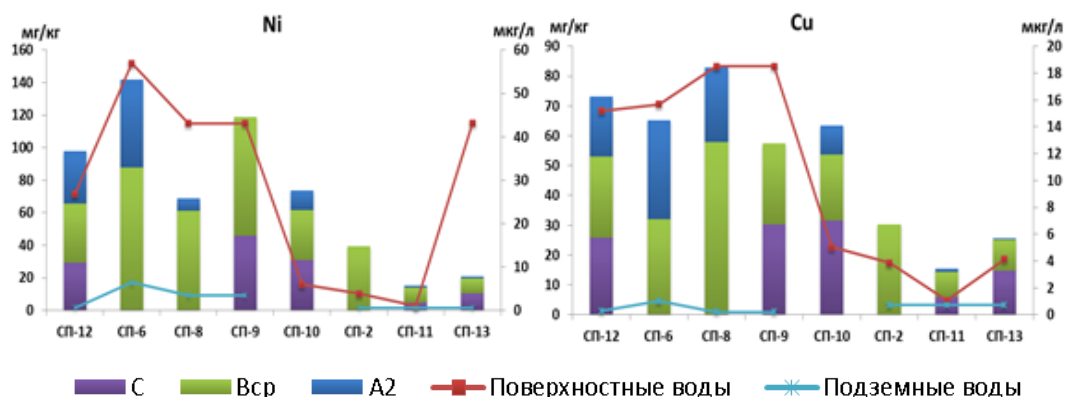


Рис. 2 Содержание никеля и меди в природных водах и различных горизонтах почв

Что касается почв, то для хорошо промытого элювиального (подзолистого А₂) горизонта характерны наиболее низкие содержания рассматриваемых элементов, что закономерно для данного типа почв. Однако для точек в пределах 2- 20 км содержание никеля и меди все же существенно. Так минимальные концентрации этих металлов в горизонте вымывания отмечены в условно фоновой зоне СП-13 (32 км): Ni – 0,97 мг/кг, Cu – 0,38 мг/кг; СП-11 (38 км): Ni – 1,23 мг/кг, Cu – 1,22 мг/кг, тогда как максимумы в точке СП-6: Ni – 53,9 мг/кг, Cu – 33 мг/кг (рисунок 2).

Для иллювиального горизонта вымывания (В) характерно накопление элементов. Здесь минимумы в фоновых точках составляют уже Ni – 9,7, Cu – 10,5 мг/кг для СП-13; и Ni – 9,5, Cu – 8,38 мг/кг СП-11. Максимумы концентраций составляют для никеля 87,8 мг/кг в точке СП-6, для меди 57,8 мг/кг в точке СП-8.

Таким образом, представленные результаты позволяют оценить влияние медно-никелевого комбината на природные среды через загрязненную атмосферу. Так загрязненные атмосферные осадки попадают в поверхностные водные объекты, либо на поверхность земли. При их инфильтрации через почву, большая часть тяжелых металлов сорбируется в разных почвенных горизонтах. Следовательно, почва является защитным буфером на пути проникновения аэротехногенных меди и никеля в подземные воды. Однако, многолетнее аэротехногенное воздействие привело к деградации лесного ландшафта и эрозии почв, что свидетельствует о наличии предела сорбционной способности почвенных горизонтов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90077.

Литература

1. Ананьев В.Н. Родники Мурманской области: справочник. – Мурманск: Книжное изд-во, 2010. – 88 с.
2. Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. – 2009. – № 6. – С. 628-646.
3. Дорошкевич С.Г., Чернявский М.К. Содержание и распределение химических элементов в системе " вода-почва-растение" Алгинского гидроминерального комплекса (Западное Забайкалье) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – № 4. – С. 15-25.
4. Евтюгина З. А. , Копылова Ю. Г. , Гусева Н. В. , Мазурова И. С. , Русинова (Мехович) Т. А. , Воробьева Д. А. Химический состав природных вод окрестностей озера Имандра (Мурманская область) // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. - Томск, 2015 - С. 699-704
5. Евтюгина З. А., Асминг В. Э. Особенности формирования состава инфильтрационных вод в условиях аэротехногенного загрязнения // Вестник МГТУ: труды Мурманского государственного технического университета. - 2013. - Т. 16, № 1. - С. 73-80
6. Климентьев А.И., Поляков Д.Г. Оценка эколого-геохимического состояния поверхностного слоя почв селитебных территорий Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. - 2013. - № 2. - С. 4.
7. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод Мурманской области в условиях функционирования горнорудных и металлургических производств // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 4 (20). – С. 4-13.
8. Сарапулова Г.И., Мунхуу А. Трансформация геосистем в условиях урбанизации. II. Экогеохимические исследования сопряженной системы " почва – вода" // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2013. - № 1 (72). - С. 41-47
9. Ershov V.V., Lukina N.V., Orlova M.A., Zukert N.V. Dynamics of snowmelt water composition in conifer forests exposed to airborne industrial pollution // Russian Journal of Ecology. – 2016. – V. 47. – № 1. – P. 46-52.