

В статье знаком «\*» обозначен предполагаемый минерал, определенный согласно фазовому составу (по данным сайтов <http://www.mindat.org> и <http://webmineral.com>);

Литература

1. Барабанов Л.Н. Азотные термы СССР / Л.Н. Барабанов, В.Н. Дислер. - М.: Геоминвод ЦНИИ КИФ, 1968. - 120 с.
2. Крайнов С.Р. Геохимия редких элементов в подземных водах / С.Р. Крайнов. - М.: Недра, 1973. - 296 с.
3. Намсараев З.Б. Микробные сообщества щелочных гидротерм / З.Б. Намсараев, В.М. Горленко, Б.Б. Намсараев, Д.Д. Бархутова / Отв. ред. М.Б. Вайнштейн. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. - 111 с.

**АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТВЫ ТОПОЛЯ В КОМПЛЕКСЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ Г. НЕРЮНГРИ**

**Н.Н. Сюсин**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Нерюнгри - город, центр Нерюнгринского района Республика Саха (Якутия) Российской Федерации. Площадь города – 98,9 км<sup>2</sup>. Площадь района – 93 тыс. км<sup>2</sup> [2].

Нерюнгри располагается в пределах географического региона Южная Якутия. Ее климат характеризуется как резко континентальный, холодный и влажный [9]. Среднегодовая скорость ветра составляет 9 м/с, в розе ветров преобладают северные направления.

Город располагается в пределах Алдано-Станового шита [3]. Над участками сильно расчлененного нагорья здесь поднимается система крупных горных хребтов. Нерюнгринское каменноугольное месторождение расположено в юго-восточной части Алдано-Чульманского угленосного района. Площадь месторождения - 45 км<sup>2</sup> [3].

Многие элементы, включая редкие и рассеянные, присутствуют в углях и отходах их переработки Нерюнгринской обогатительной фабрики. Исследование элементного состава углей, вмещающих горных пород и отходов углепереработки, показало, что в них содержатся цветные и благородные металлы, редкие и редкоземельные элементы. При этом среднее содержание большинства металлов в нем является более высоким, чем их содержание в осадочных горных породах и земной коре.

Из обнаруженных элементов основная доля приходится на породообразующие: Si, Al, Mg, K, Na, Ca, Fe. Несмотря на сравнительно высокое содержание этих элементов в изученных образцах (от 360 до 4800 г/т), выделение их из сырья является нерентабельным, поскольку ни один из них не имеет высокой коммерческой стоимости. Однако, в изученных образцах установлено наличие целого ряда металлов (Mn, Sr, Ga, Ti, Cr, Ge, Ni, Mo, V, Zr, Sc, Y, Yb, La, Ag, Au, Nb, Be, Pb, Sn, Cu, Zn, Co), содержание которых в исходном сырье колеблется от 0.03 до 2600 г/т [5].

Основными источниками пыли являются Нерюнгринские угольный разрез и обогатительная фабрика. Пылеобразование на разрезе происходит при технологических процессах - буровых, взрывных и выемочно-погрузочных работах. При взрывных работах содержание пыли на территории, непосредственно примыкавшей к промзоне, превышало ПДК в 3-5 раз по истечении часа после взрыва. Нерюнгринская обогатительная фабрика вносит вклад в загрязнение воздуха угольной пылью из аспирационных систем; золой уноса, несгоревшими частицами топлива, сернистым ангидридом, окислами азота и углерода из сушильно-топочного отделения.

Результаты литохимических исследований, проведенных с 1985 по 2010 г., позволили проследить трансформацию геохимического поля на протяжении 25 лет. Основные изменения в геохимии почв города связаны с повышением концентрации группы редкоземельных (La, Y) и халькофильных (Zn, Mo, Ag) элементов. Скорость накопления химических элементов в почвах города максимальна для марганца, фосфора, редких земель и цинка, поступление которых в основном связано с атмосферными выбросами угольного разреза.

Биогеохимическая съемка данной территории проведена нами с целью оценки состояния атмосферы и воздействия на нее выбросов различного состава на территории г. Нерюнгри. В качестве объектов эколого-геохимических исследований выбраны листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.). Выбор тополя обусловлен тем, что на территории города Нерюнгри он используется для озеленения, также листья тополя имеют особенности в строении, позволяющие им накапливать химические элементы [5]. Пробы листьев тополя отобраны в начале сентября, после остановки вегетационного роста. Масса биогеохимической пробы составляла 100-200 г сырого вещества. Отобранные пробы паковали в крафт пакеты, фиксировали в журнале с указанием порядкового номера, места отбора проб, даты отбора.

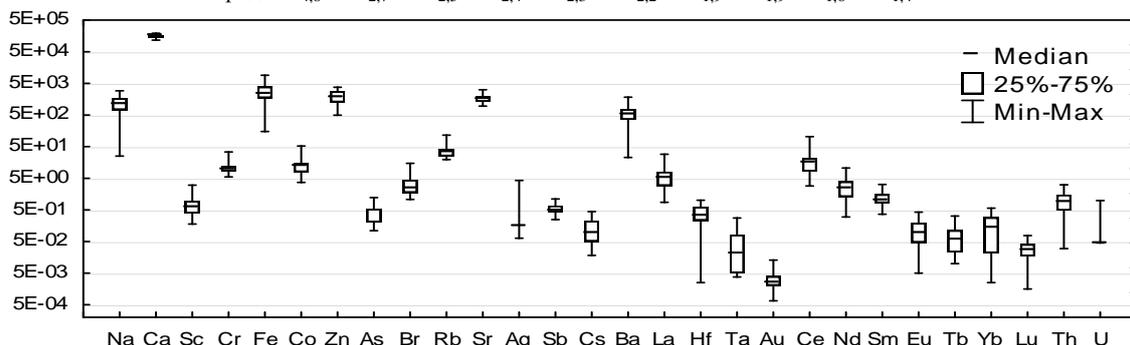
Озоление проб листьев древесных растений приводит к получению концентратов, в которых содержание элементов - индикаторов загрязнения возрастает в сравнении с высушенными пробами в несколько десятков раз. Материал измельчали, брали навеску 10 г, помещали в фарфоровый тигель, озоляли согласно требованиям ГОСТ [4]. Полученную золу растирали в ступке, брали навеску 100±1 мг и упаковывали в алюминиевую фольгу высокой чистоты [3], после чего готовые образцы направляли на инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) в ядерно-геохимическую лабораторию ТПУ (аналитик А.Ф. Судыко).

Анализ содержания химических элементов в листьях тополя на территории г. Нерюнгри показал, что их распределение неравномерно, присутствуют аномальные содержания некоторых элементов, таких как Eu, Nd, U, Ag. Об этом свидетельствует, в частности коэффициент вариации. Он позволяет классифицировать исследуемые пробы по степени их изменчивости, отражает меру неоднородности выборки. В статистике, как правило, совокупности, имеющие коэффициент вариации выше 50%, принято считать неоднородными. Однородные выборки (<50) наблюдаются у Ca, Sr,

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ**

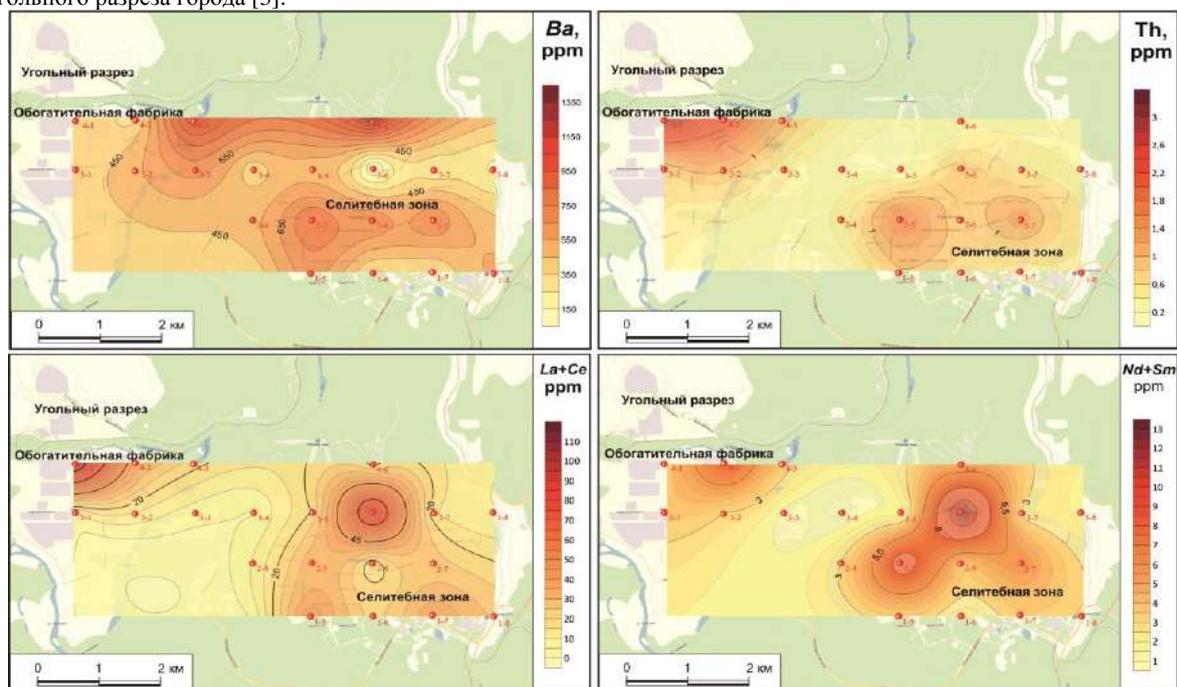
Sb, Zn, Cr; недифференцированные выборки (50-70) - у Rb, Yb, Sm, Ba, Na, As, Au; сильно неоднородные (70-100) выборки - у Ce, Fe, Th, Co, Sc, Cs, Lu, La, Tb, Br, Hf, Ta; крайне неоднородные (>100) - у Eu, Nd, U, Ag.

Геохимический ряд:  $Ce_{4,8} - Ba_{2,7} - Nd_{2,5} - La_{2,4} - Th_{2,3} - Sm_{2,2} - Tb_{1,9} - Hf_{1,9} - Sr_{1,6} - Co_{1,4}$ .



**Рис. 1. Статистические параметры валового содержания химических элементов (г/т) в листьях тополя бальзамического в г. Нерюнгри**

Элементный состав листьев тополя отражает геохимическую специализацию территории г. Нерюнгри и загрязнение окружающей (воздушной) среды, вызванное, в основном, деятельностью обогатительной фабрики и угольного разреза города [3].



**Рис. 2. Распределение редкоземельных элементов, тория и бария на территории г. Нерюнгри по данным опробования листьев тополя**

Картами, построенными в результате статистической обработки данных, выявлено, что большинство загрязняющих веществ распределяются именно по описанной схеме - вблизи промышленных зон. Исключением является Ba, ореолы распространения которого являются обусловлены природным фактором. Расположение основного населенного пункта - г. Нерюнгри в 6 км к юго-востоку от разреза указывает на наличие риска для здоровья местного населения.

**Литература**

1. Пособие по географии Якутии. - Якутск: Бичик, 1993. - 80 с.
2. Геология СССР, М.: Недра, 1972. - Т.42, - 505 с.
3. ГОСТ 26929-94, Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. - 31 с.
4. Гриб Н.Н., Павлов С.С., Рэдлх Э.Ф. Техногенные образования отходов углеобогащения - источник извлечения редких металлов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 5, 2016
5. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листьев тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбисистем // Экология и промышленность России, 2015. - Т.19. - № 6. - С. 58 - 63.