

г. Ханты-Мансийска // Science XXI century: Proceedings of materials the international scientific conference Czech Republic, Karlovy Vary – Russia, Moscow, 30-31 July 2015. – С. 818-826.

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ФОНА НА ПРИМЕРЕ МЕТОДА МХОВ-БИОИНДИКАТОРОВ

Н.С. Рогова, Н.Д. Сергеева

Научный руководитель доцент Н.К. Рыжакова

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Метод мхов-биоиндикаторов был представлен в скандинавских странах более 40-а лет назад и сейчас широко применяется, как метод оценки атмосферного загрязнения тяжелыми металлами [6]. Мхи не имеют корневой системы и получают питание из атмосферы. Преимущества метода заключаются в простоте отбора образцов и возможности получать оценки загрязнения атмосферного воздуха, усредненные за длительные периоды времени. Кроме того, результаты исследования мхов позволяют изучать пространственную и временную тенденцию в накоплении тяжелых металлов, а также трансграничный перенос. Для проведения таких исследований необходимо знать фоновые значения концентраций во мхах. Проблема фона имеет большое значение не только для метода мхов-биоиндикаторов, но при проведении геологоразведочных работ и природно-охранных мероприятий в различных отраслях промышленности. Несмотря на важность данной проблемы до сих пор не выработана единая методология определения фона. Основная трудность, возникающая при решении данной задачи, заключается в том, что геохимический фон характеризуется региональной изменчивостью и является функцией времени [4]. Например, в наших исследованиях было показано, что мхи, отобранные с условно «чистых» территорий с разными природно-климатическими условиями, накапливают разное количество химических элементов [1].

При определении фоновых концентраций в методе мхов-биоиндикаторов в европейских исследованиях используют, в основном, два способа. В некоторых работах без какого-либо обоснования предполагается наличие глобального фона, в качестве которого используются концентрации, полученные для норвежской территории [7]. Иногда в качестве фона используют среднее значение минимальных концентраций в нескольких точках [2]. Такой способ также не имеет обоснования, следовательно, является некорректным.

Наиболее перспективным представляется подход в оценке фоновых концентраций, основанный на использовании статистических методов. Концентрации элементов, имеющих природное происхождение, подчиняются нормальному или логнормальному распределению. В таком случае фоновую концентрацию можно определить как среднее значение  $\pm 2\sigma$  [5].

Апробация данного метода была проведена для концентраций *Cr*, *Sb*, *Hf* и *Sc*, полученных для мхов, отобранных в г. Томске. Мох отбирали на территории города Томска в 2011 году с коры тополей на высоте примерно 1,5-2 метра от земли. Отобранные образцы мха предварительно очищали от земли и различных примесей, затем производили промывку дистиллированной водой, далее высушивали до постоянного веса при температуре 80°-100°. После высушивания образцы подвергали процессу гомогенизации и прессовали по 2 параллельные пробы в таблетки массой 0,2-0,3 г и диаметром 1 см.

Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на реакторе ИРТ-Т ТПУ г. Томск. В вертикальном экспериментальном канале реактора пробы облучали в потоке тепловых нейтронов плотностью  $5,5 \cdot 10^{13}$  нейтрон/см<sup>2</sup> \*с в течение пяти часов. Для определения содержания химических элементов в пробах мха использовали относительный метод, когда исследуемый образец и образец сравнения (эталон) с известным содержанием определяемых элементов, облучают одновременно. В качестве образцов сравнения использованы стандарты МАГАТЭ – FFA (пыль летучая) и Табак-5. Измерение удельных активностей химических элементов в пробах проводили с помощью гамма-спектрометра на базе особо чистого германия и спектрометрической системы Genie 2000 (Cauberga, USA); время измерения составляло 300-900 сек.; погрешность измерений составила 10-15 %.

При математической обработке результатов в соответствии с рекомендациями Манна и Вальда [3], диапазон концентраций химических элементов разбивали на 18 интервалов и строили гистограммы (рис.). Из рисунка видно, что для всех четырех элементов в области невысоких концентраций имеется такой диапазон, для которого распределение подчиняется нормальному закону. Проверку гипотезы о нормальном распределении осуществляли с помощью критерия  $\chi^2$ . Для полученных нормальных распределений были рассчитаны средние значения и среднеквадратичные отклонения, которые для *Cr*, *Sb*, *Hf* и *Sc* соответственно равны  $12 \pm 8$ ,  $0,7 \pm 0,6$ ,  $0,9 \pm 0,7$ ,  $1,5 \pm 0,8$  мкг/г. Видно, что при оценке уровня загрязнения необходимо учитывать разброс средних значений. Высокие концентрации химических элементов, не подчиняющиеся нормальному распределению, очевидно, обусловлены техногенным воздействием. По значениям таких концентраций можно определить соответствующие точки пробоотбора и таким образом идентифицировать источники происхождения техногенного загрязнения. Наиболее загрязненным районом города Томска является конец проспекта Ленина (*Cr*, *Sc*, *Hf*), так как тут расположена ж/д станция Томск-грузовой, а на период пробоотбора действовал ещё и шпалопропиточный завод. В северной части города большие концентрации *Sc*, *Cr* обнаружены в районе улицы Смирнова, где находится бетонный завод и наблюдается скопление автотранспорта на ж/д переезде. В районе начала Иркутского тракта все четыре элемента имеют высокие концентрации, что можно объяснить строящейся там (на период отбора проб) дорожной развязкой, а также с большим потоком машин и с расположенным близко вокзалом Томск-2.

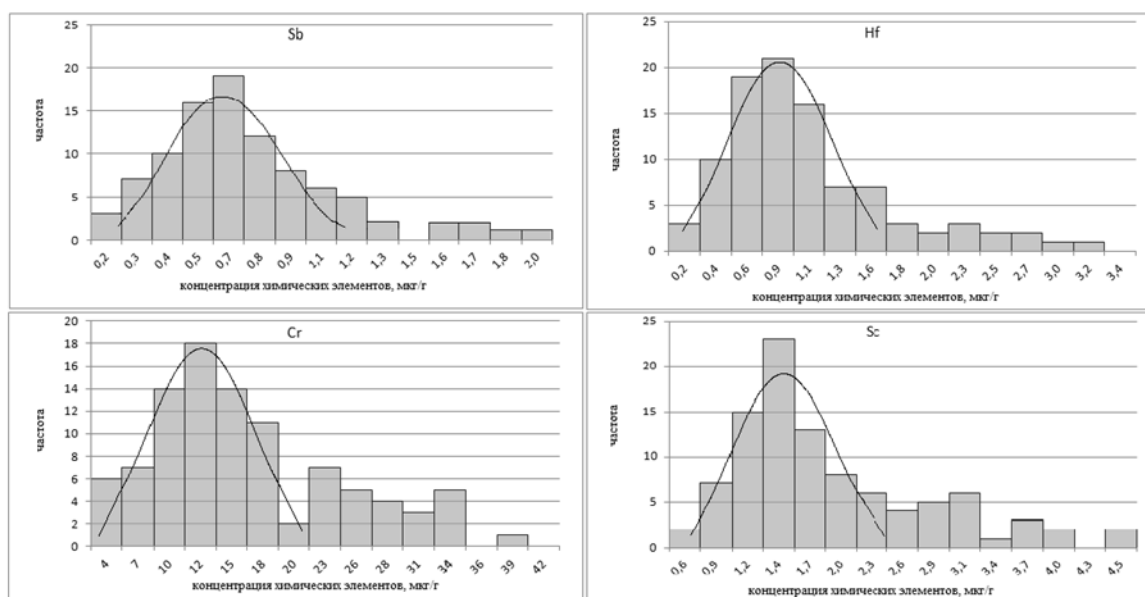


Рис. Распределения частот концентраций Cr, Sb, Hf, Sc и рассчитанные нормальные распределения.

В ранее проведенных исследованиях о степени загрязнения атмосферного воздуха г. Томска [8] для фоновых образцов использован мох, отобранный в 2011 г на северо-западе Томской области; фон определяли как среднее по 5 параллельным пробам. Фоновые концентрации для Sb, Hf равны 0,13 и 0,12 мкг/г, то есть оказались ниже полученного диапазона. Концентрации для Cr и Sc равны 5 и 0,76 мкг/г, что попадает в нижнюю границу диапазона. Следовательно, при использовании фоновых значений, полученных для отдаленных районов, можно некорректно интерпретировать полученные данные и сделать ошибочные выводы о загрязнении территории.

Таким образом, на примере метода мхов-биоиндикаторов показано, что если существует такой диапазон концентраций, для которого распределение частот подчиняется нормальному закону, то фоновые концентрации можно определить как  $\text{среднее} \pm 2\sigma$ . Очевидно, использованный в данной работе подход можно применять для определения геохимического фона любой другой растительности, а также почв и донных отложений. Следует отметить, что определение геохимического фона имеет важное значение при поиске полезных ископаемых.

#### Литература

1. Borisenko A.L., Ryzhakova N.K., Rogova N.S., Merkulov V.G., Kabanov D.V. Peculiarities of chemical elements accumulation by epiphytic moss *Pyralisia polyantha* (Hedw.) B.S.G. in varying natural environments of West Siberia // International Journal of Environmental Studies. – 2014. – Vol. 71. – Issue 5. – p. 685-690.
2. Ermakova E.V., Frontasyeva M. V., Steinnes E. Air pollution studies in Central Russia (Tula Region) using the moss biomonitoring technique, INAA and AAS // Journal of radioanalytical and Chemistry. – 2004. – Vol. 259. – p. 51 – 58.
3. Mann H.B., Wald A. On the choice of number of intervals in the application of the chi-square test // AMS. – 1942. Vol. 18. – p. 50 – 54.
4. Matschullat J., Ottenstein R., Reimann C. Geochemical background – can we calculate it? // Environmental geology. – July, 2000. – Vol. 39. – Issue 9. – p. 990 – 1000.
5. Reimann C, Filzmoser P. Normal and log-normal data distribution in geochemistry: death of a myth // Environmental geology. – July, 2000. – Vol. 39. – Issue 9. – p. 1001 – 1014.
6. Steinnes E., Rambaek J.P., Hanssen J.E. Large-scale multi-element survey of atmospheric deposition using naturally growing moss as a biomonitor // Chemosphere. – 1992. – Vol. 25. – p. 735 – 752.
7. Zechmeister H.G., Riss A., Hanus-Ilhar A. Biomonitoring of atmospheric heavy metal deposition by mosses in the vicinity of industrial sites // Journal of Atmospheric chemistry. – 2004. – Vol. 49. – p. 461 – 477.
8. Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Далецкая Ю.В., Рогова Н. С. Анализ загрязнения химическими элементами атмосферного воздуха города Томска // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т. 56. – №. 11/3. – с. 259 – 263.

### ВЛИЯНИЕ ИСТОЩЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

К. Р. Русланова

Научный руководитель доцент В.В. Быкова

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г.Томск, Россия

Наличие богатейших запасов природных лечебных ресурсов исследуемой территории позволяет ставить вопрос не только о путях их рационального использования, но и охроне от загрязнения и истощения.