

РАЙОНИРОВАНИЕ ОЗЕРА ИМАНДРА ПО ФОНОВЫМ СОДЕРЖАНИЯМ
ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Даувальтер В.А.^{1,2} (vladimir@inep.ksc.ru), Кашулин Н.А.²
(nikolay@inep.ksc.ru)

¹ Кольское отделение. ² Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, Апатиты

LAKE IMANDRA ZONING BY NATURAL ELEMENTAL COMPOSITION OF
SEDIMENTS

Dauvalter V.A.^{1,2}, Kashulin N.A.²

¹ Kola branch. ² Institute of Problems of Industrial Ecology of the North Kola SC of RAS, Apatity

Озеро Имандра расположено на крайнем северо-западе Европейской территории России. Котловина озера находится в глубокой тектонической депрессии, которая простирается с севера на юг от Кольского залива Баренцева моря до Кандалакшского залива Белого моря. Эта депрессия делит Мурманскую область на две части: западную – материковую, и восточную – полуостровную. Озеро Имандра – самый крупный водоем в Мурманской области и один из крупнейших в Заполярье. Антропогенные факторы, которые в последние годы по значимости становятся сопоставимыми с природными, влияют на экологическое состояние озера в результате непосредственного сброса сточных вод и вследствие глобальных изменений окружающей среды и климата. Наличие уникальных месторождений полезных ископаемых и удобное расположение на пути основных транспортных магистралей вызвало развитие мощного индустриального комплекса на территории водосбора оз. Имандра, что привело к высокой антропогенной нагрузке на водоем.

При оценке экологического состояния водоемов и исследовании их загрязнения одним из важных вопросов является установление фоновых концентраций элементов в донных отложениях (ДО). Определение фонового доиндустриального уровня содержания элементов в оз. Имандра стало возможным только после организации ИППЭС КНЦ РАН в 1989 г. и проведения детальных исследований вертикального распределения концентраций элементов с отбором колонок ДО. Скорость осадконакопления в озерах Северной Фенноскандии, и Мурманской области в том числе, оценивалась равной примерно 1 мм в год, а диапазон находится в пределах от 0.3-1.25 мм/год в озерах, аэротехногенно загрязняемых (Norton et al., 1996; Rognerud et al., 1993), до 3 мм/год в озерах, подверженных влиянию сточных вод промышленных предприятий (Dauvalter, 2003). Длина колонок ДО при исследовании оз. Имандра была, как правило, в диапазоне 20-25 см. Следовательно, можно предположить, что в нижних слоях отобранных колонок ДО должны быть зафиксированы природные фоновые содержания элементов.

Таблица 1

Средние (X), минимальные (Min) и максимальные (Max) фоновые концентрации элементов (микроэлементы Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Pb, As, Hg, Cr, Sr – в мкг/г, макроэлементы Mn, Fe, Al, P, K, Na, Ca, Mg – в %) в ДО разных плесов оз. Имандра

| Элементы | Север Большой Имандры | | | Юг Большой Имандры | | | Йокостровская Имандра | | | Бабинская Имандра | | |
|----------|-----------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | X | Min | Max | X | Min | Max | X | Min | Max | X | Min | Max |
| Cu | 50 | 16 | 98 | 35 | 23 | 51 | 35 | 13 | 55 | 51 | 40 | 67 |
| Ni | 150 | 49 | 351 | 34 | 26 | 51 | 35 | 21 | 59 | 55 | 42 | 70 |
| Zn | 111 | 62 | 179 | 102 | 83 | 123 | 84 | 59 | 160 | 97 | 83 | 140 |
| Co | 19 | 11 | 33 | 18 | 13 | 23 | 10 | 6 | 15 | 24 | 17 | 28 |
| Cd | 0.21 | 0.07 | 0.37 | 0.15 | 0.05 | 0.25 | 0.15 | 0.05 | 0.31 | 0.14 | 0.10 | 0.19 |
| Pb | 4.7 | 2.2 | 9.2 | 8.3 | 2.9 | 11.5 | 4.7 | 1.4 | 8.2 | 4.3 | 3.6 | 5.4 |
| As | 2.4 | 1.3 | 3.2 | 6.8 | 4.2 | 9.0 | 4.1 | 1.7 | 7.9 | 4.8 | 1.6 | 13.3 |
| Hg | 0.063 | 0.014 | 0.110 | 0.020 | 0.005 | 0.040 | 0.050 | 0.022 | 0.088 | 0.034 | 0.010 | 0.058 |
| Mn | 0.163 | 0.029 | 0.383 | 0.153 | 0.035 | 0.285 | 0.189 | 0.014 | 0.719 | 0.130 | 0.010 | 0.264 |
| Fe | 2.29 | 1.10 | 2.88 | 1.76 | 0.18 | 2.56 | 4.07 | 1.35 | 14.53 | 4.31 | 3.22 | 6.39 |
| Sr | 42 | 17 | 76 | 168 | 112 | 224 | 48 | 35 | 95 | 35 | 31 | 43 |
| Cr | 68 | 47 | 96 | 53 | 16 | 75 | 65 | 50 | 88 | 94 | 86 | 107 |
| Al | 1.92 | 1.36 | 2.82 | 3.86 | 3.35 | 4.26 | 2.09 | 1.24 | 2.62 | 2.65 | 2.44 | 2.96 |
| P | 0.187 | 0.167 | 0.221 | 0.211 | 0.073 | 0.514 | 0.148 | 0.060 | 0.311 | 0.208 | 0.098 | 0.644 |
| K | 0.145 | 0.090 | 0.180 | 0.276 | 0.226 | 0.344 | 0.136 | 0.101 | 0.167 | 0.315 | 0.313 | 0.317 |
| Na | 0.133 | 0.054 | 0.190 | 0.144 | 0.076 | 0.197 | 0.047 | 0.027 | 0.060 | 0.053 | 0.049 | 0.059 |
| Ca | 0.460 | 0.130 | 0.826 | 0.822 | 0.494 | 1.395 | 0.439 | 0.130 | 0.695 | 0.522 | 0.484 | 0.587 |
| Mg | 0.346 | 0.311 | 0.375 | 0.503 | 0.425 | 0.538 | 0.311 | 0.212 | 0.379 | 0.628 | 0.620 | 0.633 |

Определялись содержания ТМ (Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb, As, Hg, Mn, Fe, Cr), щелочных и щелочноземельных металлов (Na, K, Ca, Mg, Sr), а также Al и P в фоновых слоях ДО. Методы отбора колонок ДО, пробоподготовки и химического анализа описаны ранее (Даувальтер, 2012). В результате использования методов математической статистики (корреляционного и факторного анализов) выявлены две группы элементов: первая группа – ТМ, вторая – щелочные (Na и K) и щелочноземельные (Ca, Mg и Sr) металлы, Al и P. Эти две группы элементов содержатся в повышенных содержаниях в породообразующих минералах горных пород, слагающих водосбор оз. Имандра: первая группа – в северной части водосбора (сульфидные медно-никелевые руды Монче тундр), вторая группа – в юго-восточной части водосбора (апатитнефелиновые залежи Хибинского щелочного массива). Результаты математической статистики подтвердил анализ территориального распределения фоновых содержаний по акватории оз. Имандра, проведенного по картам-схемам с использованием ГИС-технологий. Наибольшие средние содержания ТМ (кроме Co, Pb и As) отмечены в северной части Большой Имандры (табл. 1). В южной части Большой Имандры зафиксированы наибольшие средние содержания Al и P, а также Ca, Na и Sr. Наибольшие средние содержания Mn в фоновых слоях ДО зафиксированы в Йокостровской Имандре, а Fe в Бабинской Имандре, что связано, скорее всего, с образованием специфических условий для формирования оксидов и сульфидов этих металлов в ДО. В Бабинской Имандре отмечено наибольшее среднее

содержание К и Mg в фоновых слоях ДО, где обнаружены глинистые минералы с повышенным содержанием этих металлов.

Даувальтер В.А. Геоэкология донных отложений озер. Мурманск: Изд-во Мурманского гос. техн. ун-та, 2012. 242 с.

Dauvalter V. Impact of mining and refining on the distribution and accumulation of nickel and other heavy metals in sediments of subarctic lake Kuetsjärvi, Murmansk region, Russia // *Journal of Environmental Monitoring*. 2003. V. 5 (2). P. 210-215.

Norton S.A., Appleby P.G., Dauvalter V., Traaen T.S. Trace metal pollution in eastern Finnmark, Norway and Kola Peninsula, Northeastern Russia as evidences by studies of lake sediment // *NIVA-Report 41/1996*, Oslo, 1996. 18 p.

Rognerud S., Norton S.A., Dauvalter V. Heavy metal pollution in lake sediments in the border areas between Russia and Norway. Oslo: *NIVA-Report 522/93*, 1993. 18 p.