

роядер, некроз и т.п.) под воздействием загрязнений и ионизирующей радиации, разрушение белков в клетке при высокой температуре и т.д. Как правило, именно хаотические реакции биосистем являются надежными биоиндикаторами воздействия на них внешних факторов. Для них часто выявляются четкие зависимости «доза – негативный эффект», на чем в значительной степени основаны методы биодозиметрии. напротив, адаптивные ответы биосистем на внешние воздействия повышают их устойчивость, что затрудняет оценку негативного воздействия на них внешних факторов. В таких случаях получить четкие связи «доза – эффект» удастся далеко не всегда. Их примерами являются синтез стрессорных белков, повышение устойчивости организма к факторам среды и т.п. Очевидно, необходимо дифференцировать биотесты воздействия факторов среды на биосистемы на две группы. Первую группу образуют хаотичные ответы биосистем на загрязнение среды, а вторую – их адаптивные реакции, повышающие устойчивость системы. Биотесты каждой группы обладают высокой информативностью, поэтому в комплексе характеризуют разностороннее воздействие внешней среды на биосистемы разных уровней.

В 1989–2009 гг. нами исследованы закономерности процессов радиоадаптации в популяциях большого прудовика *Lymnaea stagnalis* водоемов зоны ЧАЭС со средним (затока Припяти) и очень высоким (оз. Персток) уровнями радиоактивного загрязнения. У моллюсков из Перстка отмечен значительно более высокий уровень цитогенетических нарушений и доли мертвых клеток гемолимфы. Тем не менее, скорость размножения и радиоустойчивость в популяции Перстка была выше, чем из Припяти. Очевидно, популяция оз. Персток в результате длительного воздействия высоких доз ионизирующей радиации приобрела повышенный уровень радиорезистентности.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ОЗЕРНЫХ, РЕЧНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОДАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

С.Б. Суслова, Т.М. Кудерина, Г.С. Шилькрот

MICROELEMENTS IN THE LAKE, RIVER AND UNDERGROUND WATERS OF THE UPPER VOLGA

S.B. Suslova, T.M. Kuderina, G.S. Shilkrot

Институт географии Российской академии наук, г. Москва, Россия, svsu@mail.ru

В настоящее время большая часть природных вод суши определена согласно геохимической классификации (Перельман, 1983) до уровня ионного состава. Наряду с этим микроэлементный состав этих вод изучен недостаточно, хотя является важнейшим индикатором природных и антропогенных процессов, протекающих в ландшафтах в современный период.

В 2008–2011 гг. нами были продолжены гидрогеохимические работы на оз. Селигер и его водосборе (Структура..., 2004; Кудерина, Шилькрот, 2007); начаты исследования вод Верхневолжских озер (оз. Стерж, Вселуг) и истока Волги.

Цель исследований – изучение и сравнение дифференциации микроэлементного состава и гидрохимических сезонных характеристик озер, поверхностных и грунтовых вод их бассейнов.

Озерные воды Верхневолжья относятся к ультрапресным вследствие их низкой все-сезонной минерализации (95–115 мг/л) по сравнению с грунтовым и речным стоком. Грунтовые воды природных источников самые минерализованные (до 280 мг/л в бассейне Селигера и 200 мг/л в Верхневолжье). Воды малых рек отличаются ярко выраженными сезонными колебаниями минерализации (65–218 мг/л); в мае 2011 г. в связи с большим паводком наблюдалось заметное уменьшение минерализации всех поверхностных вод

(речных до 26–82 мг/л, оз. Селигер – 70–96 мг/л). По щелочно-кислотным условиям грунтовые воды являются нейтральными (pH = 6,6–7,2); в озерных и речных водах величина pH сезонно меняется от кислой и слабокислой (весна, осень – период дождей) до слабощелочной зимой, летом (pH = 6,3–8,1). Ионный состав всех поверхностных и грунтовых вод исследуемого района – гидрокарбонатно-кальциевый.

Результаты анализа распределения концентраций микроэлементов, определенных методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, представлены в таблице.

Распределение микроэлементов в природных водах Верхневолжья

мкг/л	Озерные (n = 11)	Речные (n = 14)	Грунтовые (n = 5)	Кларк речной воды*
>100	Fe**	Fe	Fe>Sr	Al
100–10	Br>Sr>Ba>Ti>Al	Sr>Br>Mn>Ti>Ba>Al	Ti>Br>Ba>Cr	Sr>Fe>Ba>Br=Zn=B>Mn
10–1	B> Se >Cr>I>V>As> Rb>Cu> Sc >Zn>Ni	B>Cr> Se >I>Ni>Cu> Zn> Sc >Rb	Mn>B> Se >Ni>I> Sc >Al>Li>Zn>Rb	Cu>Ti>Zr>Li=Ni>As=I= Rb> Mo=Cr=V=Sb=Pb
1–0,1	W >Mn>Li>Mo>Cs> Te>Co>Sn> Hg >Sb	V>Li>As>U>Mo>Pb> W >Co>Sn>Sb>Zr	Mo>Cu>V>As>U> W >Co>Zr>Te>Sb	Y>U>Co>Se>Ag>Cd
0,1–0,05	U>Pb>Zr	Hg>Te	Hg	Hg>W

Примечание. *Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. М.: Недра, 1990. 335 с.
**Жирным шрифтом выделены элементы, содержание которых превышает кларки; в скобках n – число проб.

Анализ сезонной дифференциации микроэлементов в природных водах показал, что элементный состав грунтовых вод стабилен в течение года, в то время как в озерных и речных в зимний период наблюдается увеличение концентраций Sr, Al, Ti, B, Ba, Mn, Zn, W, а в летний – Fe, Se, V, Pb. Наибольшие различия в концентрациях микроэлементов в поверхностных водах отмечены для Fe и Mn, являющихся типоморфными элементами исследуемых ландшафтов.

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В СЕВЕРНОМ ПРИХУБСУГУЛЬЕ

Е.Н. Тарасова, Е.А. Мамонтова, А.В. Горегляд, Л.Л. Ткаченко, А.А. Мамонтов

PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN THE AIR OF THE NORTHERN PART OF LAKE HUVBSUGUL

E.N. Tarasova, E.A. Mamontova, A.V. Goreglyad, L.L. Tkachenko, A.A. Mamontov

ГУ РАН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия,
elenam@igc.irk.ru

Трансграничный транспорт и накопление в удаленных от их источников областях стойких органических загрязнителей (СОЗ), в том числе хлорорганических пестицидов (ХОП, в т.ч. ДДТ, ГХЦГ, хлорданов), гексахлорбензола (ГХБ) и полихлорированных бифенилов (ПХБ) является одной из самых актуальных проблем современности, особенно в связи с изменениями климата (АМАР, 1998; Barber et al., 2005; Wania et al., 1998, 2003, 2009). Проведенными ранее исследованиями (Горегляд и др., 2007; Mamontova et al., 2009) показано, что основным источником поступления СОЗ в оз. Хубсугул является атмосферный транспорт. Цель настоящего сообщения – представить данные об изменениях содержания СОЗ в атмосферном воздухе в северном Прихубсугулье в 2008–2011 гг. Для проведения исследований использован метод пассивного пробоотбора атмосферного воздуха. Данный метод позволяет исследовать большие объемы воздуха и дает средние концентрации определяемого соединения за исследуемый период времени. В качестве сорбирующей среды использованы диски из полиуретановой пены, которые были предварительно очищены СМС, затем ацетоном и дихлорметаном (экстракция в аппаратах Сокслетта) и со-