

пространственная однородность как в районе города, так и ниже его по течению является интересным фактом, который требует дальнейшего изучения, особенно во взаимосвязи "донные осадки — вода — биота".

ЛИТЕРАТУРА

1. Альохіна Т.Н. Вплив стану повітряного середовища Кривбасу на формування хімічного складу поверхневих вод // Техногенез у поверхневих та підземних водах: Збірник наук. праць. — Вип. 4. — Кривий Ріг, 2005. — С. 17-23.

2. Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Самоткал Е.В. та ін. Гідроекосистема Криворізького басейну — стан і напрямки поліпшення. — К.: Фенікс, 2005. — 213 с.

3. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. — К.: Вища школа, 1995. — 307 с.

4. Гуменюк Г.Б. Вміст і розподіл міді, кобальту та кадмію у біотичних і абіотичних компонентах Тернопільського ставу // Наукові записки ТДПУ. Сер. "Біологія". — 2000. — Т. 3. — № 10. — С. 44-45.

5. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. — М.: Мир, 1985. — 440 с.

6. Леонова Г.А. Биогеохимическая оценка техногенной трансформации водных экосистем // Тез. докл. III Международного совещания. — Ростов-на-Дону, 2001. — С. 169-171.

7. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. — М.: Мир, 1986. — 438 с.

8. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных водах. — Л.: Гидрометеоздат, 1986.

9. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. — Кривий Ріг: Оксан-принт, 2003. — 252 с.

10. Боев М.В., Красиков И.С., Перепелкин С.В. и др. Содержание микроэлементов в донных отложениях открытых водоемов западной части Оренбургской области // Гиг. и сан. — 2003. — № 5. — С. 19-22.

11. Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территории различного функционального пользования: Методические рекомендации. — М.: ИМГРЭ, 1996. — 96 с.

12. Environmental governance sourcebook. Edited by A. Steiner, H. Martonakova, Z. Guziova. — Bratislava, 2003. — 335 p.

THE HYGIENIC ASPECTS OF THE JUNCTION HEAVY METALS CONTENT IN SOIL AND WATER: THE CONDITION OF PROBLEM AND PERSPECTIVE OF FOLLOWING INVESTIGATIONS

Talakin U.N., Sergeeva L.A., Davidova S.F., Pidorenko A.I.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И ВОДЕ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (обзор)



**ТАЛАКИН Ю.Н.,
СЕРГЕЕВА Л.А.,
ДАВИДОВА С.Ф.,
ПИДОРЕНКО А.И.**

Донецкий государственный
медицинский университет
им. М. Горького,
Донецкая областная
санитарно-
эпидемиологическая станция

УДК 502.51(285)+502.521]:
546.3-022.17

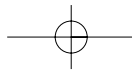
*ГИГІЄНИЧНІ АСПЕКТИ
СКЛАДУ СПОЛУК
ВАЗКИХ МЕТАЛІВ
У ҐРУНТІ І ВОДІ:
СТАН ПРОБЛЕМИ,
ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ
(огляд)*

**Талакін Ю.Н.,
Сергєєва Л.А.,
Давидова С.Ф.,
Підорєнко А.І.**

*У статті обговорюються
дослідження, які свідчать
про погіршення якості
ґрунту і води у водоймах,
зумовлене антропогенним
забрудненням важкими
металами. Вказано
деякі перспективні шляхи
вирішення цієї проблеми.*

Тяжелые металлы, как и другие химические загрязнители, попадают в среду обитания человека в результате не только природных процессов (извержения вулканов, выклинивание на поверхность Земли геохимических аномалий и т.п.), но, главным образом, вследствие интенсивного развития промышленности, нерационального использования природных ресурсов и урбанизации жизни общества. Поступление в окружающую среду металлов, обусловленное техногенной деятельностью, в сотни и тысячи раз выше их фоновых концентраций, что в глобальном масштабе сопоставимо или превышает их промышленную добычу. Антропогенные процессы, определяя в ряде мест и даже отдельных регионах формирование качественно новых антропогенных биохимических провинций, неизбежно сопровождаются комплексной полиэлементной химизацией (металлизацией) по следующей цепи: источники загрязнений (выбросы, отходы, стоки) — депонирование (почва, донные отложения) и главные жизнеобеспечивающие среды (воздух, вода, продукты питания) — организм человека. В известной степени представленная схема условна и не дает полного представления о циркуляции металлов в биосфере. Вместе с тем не подлежит сомнению ее принципиальная направленность: накопление тяжелых (токсичных) металлов в окружающей среде в итоге приводит к увеличивающейся нагрузке (поступлению металлов) на организм человека.

Общепризнано, что промышленные предприятия и транспорт сегодня интенсивно загрязняют окружающую среду. Производство продук-



ции черной и цветной металлургии, добыча твердого и жидкого топлива, работа горно-обогатительных комплексов со-проводается выбросами весьма токсичных металлов и их соединений: хрома, меди, кобальта, никеля, цинка, свинца, марганца, ртути и др. [18].

Важная роль в циркуляции химических веществ в окружающей среде принадлежит почве. Являясь ключевой средой наземных экосистем и универсальным адсорбентом, почва отражает уровень многолетнего антропогенного воздействия на окружающую среду в целом и при насыщении ее химическими элементами может стать источником вторичного загрязнения воды водоемов, атмосферного воздуха, кормов животных, продуктов питания. В отличие от других сред в почве отсутствует возможность ее быстрого очищения, поэтому химические загрязнители могут сохраняться в ней долгие годы и, включаясь в экологические цепи, обуславливать длительное комплексное и комбинированное воздействие токсиантов на организм человека, что повышает риск возникновения хронических интоксикаций. Почва, как никакой другой компонент окружающей среды, требует длительного экологического обследования и постоянного наблюдения (мониторинга). Эколого-геохимическое картирование почв, проведенное в пределах Донецко-Макеевского района (более 1000 км²), являющегося одним из крупнейших горно-промышленных регионов не только Украины, но и Европы в целом, показало, что изменения химического состава почвы под воздействием многообразных техногенных про-

цессов произошли практически по всей обследованной территории, что характерно также для всего региона в целом. Почти на 50% площади химические загрязнения почв достигают средней, высокой и чрезвычайно высокой степени. Наибольшей активностью среди металлов в техногенных физико-химических изменениях почв обладают ртуть, свинец, никель, кадмий, хром, цинк, мышьяк, германий, молибден и др. [3, 12]. По разным данным, в Украине накопилось более 25 миллиардов тонн отходов и вторичных минеральных ресурсов, занимающих около 160 га [21]. По степени опасности из всех регионов Донецко-Приднепровский регион стал наиболее загрязненной территорией Украины [9, 10].

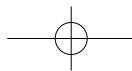
Приоритетными химическими загрязнителями металлургических заводов являются свинец, цинк, хром, медь, кадмий, никель и железо [27], кроме этого — пары алюминия, марганца, а также сурьма. Молибден применяется в металлургии для производства сплавов чугуна и нержавеющей стали. Кобальт встречается в производстве твердого металла, алмазов. При сжигании угля в горной промышленности, а также в сточных водах из металлов наибольшая концентрация приходится на свинец (314-485 мг/м³ × 10⁻⁶), затем на марганец, хром, никель, кадмий, кобальт, цинк, железо, медь (1,6-9,9) [32]. Широко используются в промышленности и на транспорте ртуть, кадмий, свинец и таллий [10]. Источники ртути — это продукты горения ископаемого топлива, отходов, а также хлорщелочная промышленность и цветная металлургия, использование нефтепродуктов. Загрязнители внешней среды населенных пунктов, обусловленные транспортными средствами, содержат смесь жидких и твердых компонентов, сульфаты, нитраты, металлы, органические аэрозоли, свинец в пределах 0,06-1,36 мкг/м³, кальций, железо, цинк, медь, кадмий. Содержание свинца в городской пыли в центральной Индии было равно 0,06-0,43 кг/км² в год [40], в пробах атмосферного

воздуха Италии, ФРГ и Словакии — 11-243 нг/м³ [36]. Общее количество автотранспортных средств в Украине в десятки раз меньше, чем в развитых странах Европы, Азии и США, но уровень загрязнения внешней среды выбросами двигателей намного выше вследствие низких эксплуатационных показателей автомобилей [20].

Сельскохозяйственные регионы отличаются высокими концентрациями в окружающей среде пестицидов, минеральных удобрений, в том числе солей тяжелых металлов: свинца, кадмия и марганца [35]. Кожевенные предприятия являются интенсивными источниками хрома. Соединения хрома применяются для дубления, защиты от коррозии, хромирования, предохранения дерева, в производстве спичек, пигментов, металлической отделке, в стеклоочищающих растворах, в продукции пигментов. Бумажная промышленность, производство стекла — источники мышьяка, алюминия, бария, свинца и цинка.

В дерново-подзолистых почвах наибольшее содержание свинца, кадмия, меди, цинка расположено в виде кольца на расстоянии 500-1000 м от промышленного предприятия, а зона умеренного их содержания — 1000-5000 м. Иногда выбрасываемые в воздух промышленными предприятиями соединения металлов в виде пыли оседают на почву и растения на расстоянии 10-40 км от источников загрязнения. При этом аккумуляция всех определяемых ингредиентов происходит не только в поверхностном (0-5 см), но и в корнеобитаемом слое почвы, хотя и в меньшей степени.

Тяжелые металлы поступают в почву в форме оксидов и солей как растворимых, так и практически нерастворимых в воде (нитритов, сульфидов, сульфатов, арсенитов и др.). Оксиды тяжелых металлов закрепляются в основном в твердой фазе почвы, особенно при нейтральном и щелочном pH. Их нельзя равномерно распределить в почве, в результате чего их токсичное действие не проявляется в полной мере. Наиболее мобильны в почве



легкорастворимые соли тяжелых металлов, при этом всегда имеется сопутствующий анион, который способен оказывать воздействие на свойства почвы. В связи с вышеизложенным предлагается группировать почвы в ассоциации трех типов: песчаные и супесчаные; суглинистые и глинистые с $pH < 5,5$; суглинистые и глинистые с $pH > 5,5$. При этом растворимость свинца, цинка, меди увеличивается с уменьшением pH . При pH ниже 5,5 возрастает подвижность, биодоступность и токсичность этих элементов в почвах. А по подвижности ионов тяжелых металлов в почвах образован ряд: супесчаная — среднесуглинистая — тяжелосуглинистая. Приповерхностный слой органогенного горизонта играет роль своеобразного биохимического барьера. Так, в южной части Западной Сибири почвы обеднены ртутью, по сравнению с другими изученными регионами России. Распределяется она преимущественно в мелкодисперсных фракциях и сорбируется гумусовыми веществами, а алюминиево-железо-гумусовые песчаные подзолы содержат никель и медь [13].

В ряде городов Украины являются почвенные "пятна" с повышенными, по сравнению с естественным фоном, в 2-5 раз концентрациями тяжелых металлов. В почвенно-растительном покрове г. Перми составлена картосхема содержания 37 элементов и выявлено, что приоритетное место занимают хром и никель: наибольшее их содержание было во всех компонентах среды — снеге, почве, фитомассе [4]. Почвенный покров Карелии, особенно на территориях вокруг месторождений хромитов и других промышленных предприятий, отличается загрязнением хромом [15]. В Орловской области (г. Мценск), где превалирует производство цветных и черных металлов, были определены следующие показатели загрязнения почвы (мг/кг): цинк — 10,55-16,0 (фоновое значение — 1,96-2,35), медь — 0,3-0,21 (0,47-0,52), никель — 1,1-0,81 (1,62-0,73), кобальт — 0,075-0,05 (0,05-0,06), хром — 0,48-0,5 (0,47-0,32), свинец — 18,4-7,14 (16,14-3,07), хлориды —

THE HYGIENIC ASPECTS OF THE JUNCTION HEAVY METALS CONTENT IN SOIL AND WATER: THE CONDITION OF PROBLEM AND PERSPECTIVE OF FOLLOWING INVESTIGATIONS.

Talakin U.N., Sergeeva L.A., Davidova S.F., Pidorenko A.I.

In the article discuss the investigations that show change for the worse quality of soil and water that pollution with heavy metals.

41,3-354,8 (434,4-279,7). Суммарный показатель загрязнения был равен 61,68-56,76, согласно ориентировочной шкале опасности загрязнения почв, относится к опасной, что подтверждается заболеваемостью населения [5]. В сельскохозяйственной почве Канкура (Индия) обнаружены большие количества тяжелых металлов: хрома, свинца, кобальта, цинка и никеля (до 147,6 мг/кг). Содержание свинца в почве сельскохозяйственных полей было сопоставимо с содержанием на обочинах дорог: 78 мг/кг [40]. В связи с высоким промышленным загрязнением отмечена и более высокая аккумуляция тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями (в 1,5-2 раза выше предельно допустимых уровней).

Применение минеральных удобрений может усугублять негативное воздействие тяжелых металлов, способствуя возникновению ряда нежелательных физических и биологических процессов: изменяя подвижность тяжелых металлов в почве, удобрения влияют на доступность их растениям. Основными загрязнителями мхов стали кадмий (0,30-0,35 мг/кг) и кобальт (более 5 мг/кг), а лесных подстилок — железо (3500-9000 мг/кг), цинк (100-150 мг/кг), медь (100-150 мг/кг) и кадмий (более 1 мг/кг). Однако лишь концентрации свинца и кадмия превышали ПДК [19]. Накопление тяжелых металлов в разных компонентах биоценозов носит избирательный характер. Для свинца и меди отмечено увеличение их содержания в трофической цепи "фитофаг — хищник — сапрофаг". Ряд видов организмов, характерных для антропогенного ландшафта, вырабатыва-

ет микропопуляционные механизмы устойчивости к повышенному содержанию металлов. А в условиях, благоприятных для роста и развития растений, происходит более интенсивная деструкция химических токсикантов под ними.

Железо, марганец, медь, цинк и никель в поверхностных водах могут быть в растворенном виде, в виде коллоидов и взвешенных частиц. Считается, что некоторые городские стоки могут содержать органические кислоты и в процессе выщелачивания при активном смешивании с водами, содержащими тяжелые металлы, могут формировать токсические соединения. В водах, дренирующих лесистые горы и болотистые водоразделы в штате Миннесота (США), показано, что транспорт суммарной ртути колеблется в пределах 0,7-2,82 мкг·м⁻² в год. Циркуляция ртути в речных водах Чикаго превышает предельно допустимые значения в 12 раз [26]. В японских озерах максимальное накопление ртути происходило в период с 1959 по 1963 гг. и было связано с применением ртутьсодержащих пестицидов. Присутствие металлов в заливах может быть обусловлено их поступлением со стоками рек, протекающих через рудосодержащие территории, поэтому концентрация меди в заливе Папуа (Австралия) колебалась в пределах 32-986, кадмия — менее 0,8-29,2, никеля — 142-460 нг/л, а в проливе Торреса — в пределах 76-413 нг/л; менее 0,8-3,0 и 94-266 нг/л [22]. В верховье Северной Двины (Архангельская область) содержание кадмия составило 2 ПДК [1]. Среди твердых субстратов донных отложений поверхностных водоемов активно накапливаются тяжелые металлы (железо,

марганец, медь, цинк, свинец, хром и кадмий) [2]. С ростом горнодобывающей промышленности связывают повышенное содержание свинца, кадмия, цинка и олова в донных отложениях р. Гаронны (юго-западная Франция) [29]. Индустриальным загрязнением объясняют повышенное содержание в отложениях дельты Миссисипи вблизи Нового Орлеана цинка, кадмия, хрома, никеля и меди, в воде р. Нигер — свинца, кальция, кадмия и цинка [34]. В 1993-1995 годах в поверхностных донных отложениях Финского залива были обнаружены хром, медь, кадмий, цинк, свинец, кобальт и ртуть. Считается, что содержание серебра, кадмия, свинца, цинка и меди в донных отложениях Южного Балтийского моря и Финского залива (хрома, меди, кадмия, цинка и ртути) также имеет антропогенное происхождение [39]. В поверхностных слоях р. Реконкиста (Аргентина) содержание мышьяка, кадмия и хрома составляло 10-90 мкг/л (выше ПДК в 4 раза), менее 10 мкг/л (40 ПДК), более 250 мкг/л (150 ПДК), менее 5 мкг/л и более 120 мкг/л (65 и 23 ПДК) соответственно [41]. В поверхностных слоях осадков на северо-западе Ирландского моря концентрации антропогенного происхождения кадмия, меди, никеля, свинца и цинка составили 163; 96,5; 36,5; 126 и 542 мкг/г соответственно, а концентрации алюминия, железа и марганца — 40,5; 39,8 и 1,49 мг/г соответственно [25]. В заливе Чупа (Белое море, Россия) весной отмечается повышение процентного содержания недентритного кадмия и свинца, а содержание железа, марганца, меди и цинка менялось мало (во фракциях менее и более 63 мкм). В более мелкой фрак-

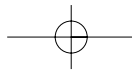
ции средние концентрации железа (54-75 мг/г) и марганца (940-1910 мкг/г) были относительно высоки. Концентрации меди, свинца и цинка в мелкодисперсной фракции составляли 18-26; 17-20 и 95 мкг/г. Кадмий и цинк и 6% свинца находились в недентритной фазе. Повышенные концентрации кадмия отмечены в дентритном веществе мелкодисперсной фракции весной и летом: концентрация свинца в донных отложениях залива штата Массачусетс и р. Чайлдс достигала 0,04 мг/г [33]. Показана возможность образования комплексов кадмия и хлора в донных отложениях, причем перенос кадмия из водной среды в донные отложения снижался по мере повышения солености воды. В воде и во фракции Южнопомеранской бухты депонировалось 90,4% свинца, 90,6% кадмия, 79,7% меди, 94,9% цинка, 83,4% кобальта, 68,3% никеля и 93,6% железа, приносимых впадающими реками Одер и Пине (при этом 35-80% тяжелых металлов выявлялось во фракции взвешенных частиц) [37]. В донных отложениях Южного залива Тиволи реки Гудзон (Нью Йорк) содержание свинца, меди и цинка на расстоянии 50 см от поверхности дна составляло в среднем 12, 10 и 404 на 1 млн. соответственно [23]. Для Украины также характерны общее неудовлетворительное состояние водоисточников, обусловленное их загрязнением сточными водами и использованием застарелых технологий водоподготовки [17].

На Кольском полуострове в сброшенных водах содержатся никель, медь, кобальт, сульфаты, хлориды, фенолы, фосфор (район смешения стоков медно-никелевого, горно-обогатительного и апатито-нефелинового производств), что меняет метаболизм в печени и гонадах сига [11]. Высокая аффинность связывания ионов Cu^{+2} и Zn^{+2} мицелием грибов *Aspergillus niger* 405 подтверждена исследованиями в Хорватии; накопление потенциально токсичных элементов (цинка, марганца и меди) обнаружено в подсолнечнике (в листьях) и траве *Zoysia matrella*, выращенных на загрязненных осадках сточных вод [28].

В органах моллюсков отмечены относительно низкие концентрации тяжелых металлов, за исключением кадмия. На примере штата Висконсин показана опасность контаминации ртутью рыбы, так как в речных водах она превышает ПДК в 12 раз [26].

Глобальный характер проблемы воздействия на человека и природу техногенных химических веществ определяет основную тенденцию XX и начала XXI столетия — интеграцию деятельности отдельных стран в общую систему устойчивого развития, охраны окружающей среды и здоровья человека. В преддверии XXI века была сформирована концепция химической безопасности на новое столетие, которая обрела свое предметное звучание в документах Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году.

Для оценки опасности ксенобиотиков для организма человека предлагается комплексный подход, учитывающий, с одной стороны, уровень загрязнения всех сред, с другой, — допустимую суточную дозу заданного фактора. Математическая модель с учетом закономерности "доза — время — эффект" позволяет прогнозировать поведение антропогенных загрязнителей в заданный период времени [14]. Вводятся перечни химических и биологических веществ в регистре потенциально опасных химических (более 170) и биологических веществ. Проводится многофакторный корреляционный анализ данных о смертности и заболеваемости населения, с учетом природно-климатических условий, уровней загрязнения атмосферного воздуха и качества питьевой воды. Устанавливается связь между уровнями заболеваемости острыми и хроническими заболеваниями и учетными факторами окружающей среды. Анализ состояния здоровья всей популяции, а также групп риска позволяет выявлять "индикаторную" патологию, обусловленную воздействием вредных факторов. Однако при решении проблемы, связанной с неблагоприятным воздействием тяжелых метал-



лов на организм человека, еще не создана единая система научных исследований и методических подходов.

При определении риска здоровью, который обуславливается качеством окружающей среды, целесообразно исходить из теоретических соображений, получивших признание научной общественности, а именно: признание как аксиомы зависимости биологического эффекта от интенсивности воздействия на организм человека вредного фактора; признание адаптации как одной из фаз интоксикации; отнесение к регламенту предельно допустимого загрязнения окружающей среды как понятию вероятностному, означающему определенный компромисс, связанный с приемлемым риском, и имеющему профилактическую направленность и гуманистическое значение. В медико-биологических исследованиях следует выделять как минимум два типа риска — реальный и потенциальный. Реальный риск — это количественное выражение ущерба общественному здоровью, связанного с загрязнением окружающей среды, в величинах дополнительных случаев заболеваний, смерти и др. Он обычно определяется при оценке существующих ситуаций или при ретроспективных исследованиях. Потенциальный риск — риск возникновения неблагоприятного для человека эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях.

Идентификация потенциального риска, связанного с действием антропогенных химических веществ, требует исследования перечня таких веществ, поступающих в окружающую среду, оценки их поведения в различных средах, в том числе способности к кумуляции и биотрансформации, вероятности поступления в организм из различных сред, определения ближайших и отдаленных последствий для здоровья.

Техногенное поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит в виде газов и аэрозолей (возгонка металлов и пылевидных частиц) и в составе сточных вод.

Пути миграции тяжелых металлов в изучаемой местности можно описать схемой: "источник эмиссии — атмосфера — почва — растения — животное — человек". Они имеют длительный период концентрации в живых организмах.

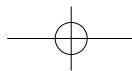
Составными частями концепции экологического мониторинга природной среды являются физико-химический и биологический мониторинг [8]. Физико-химический мониторинг базируется исключительно на концепции ПДК, а нормативные ПДК определяют на изолированных популяциях нескольких видов животных или растений. Ряд недостатков физико-химического мониторинга позволяет смягчить биологический мониторинг, например некорректность экстраполяции лабораторных экспериментов на природные объекты, наличие ПДК только для изолированных факторов, а не для реально воздействующих на биоту их сложных комплексов, экстраполяция ПДК на все географические зоны без учета специфики региона.

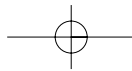
В физико-химический мониторинг в настоящее время входит эколого-гигиеническое картографирование — разработка соответствующих атласов и карт, а также их последующее использование в целях обоснования комплекса мероприятий по оздоровлению окружающей среды. Картографирование позволяет провести функциональное зонирование территории с привязкой источников загрязнения, уровня и структуры заболеваемости населения, так как отмечается связь между содержанием микроэлементов в почве и эпидемиологией. Такое картографирование позволяет выявить ареалы химического загрязнения. Статистическая значимость взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов в почве и заболеваемостью детского и взрослого населения крупных промышленных городов (как в целом, так и по отдельным классам болезней) устанавливается на основании дисперсионного анализа. А для мониторинга донных отложений используют математические модели и уравнения регрессии, с

помощью которых устанавливают взаимосвязь между содержанием тяжелых металлов в воздухе и воде при техногенном загрязнении.

Для биологического мониторинга часто используются биомаркеры для тестирования прибрежных морских вод. Для этих целей используются плачущая горлица, *Zenaida macroura*, еноты-полоскуны, *Procyon lotor*, рыбы луфаря *Promatomus saltatrix*, изменчивость популяции циклопид [24]. Связь эффектов потенциально токсичных веществ, присутствующих в воде, а водные организмы со временем характеризуются чередованием периодов стимуляции и угнетения показателей жизнедеятельности как на уровне отдельных особей, так и их популяций. Для оптимизации сбора и обработки данных в странах Евросоюза используют грызунов, плотоядных и жвачных животных, птиц, рыбу и земноводных [38]. При применении для биологического мониторинга природных популяций растений следует анализировать пределы варьирования признаков, коэффициенты вариации, индексы устойчивости, позволяющие косвенно оценить интенсивность техногенной нагрузки [7]. Предлагается систематический анализ при оценке ситуаций, обусловленных загрязнением растений и атмосферными осадками в водной фазе [30], а также учет включения в пищевой рацион животных растений, произрастающих в районе с высокой техногенной нагрузкой.

В обобщенном виде важнейшей задачей в области диагностики связи "среда — здоровье" является получение корректных данных при изучении зависимости "источник загряз-





нения — путь продвижения вещества по различным средам — комбинированная и комплексная экспозиция — доза — конкретная популяция — конкретный эффект". Создаются компьютерные экогеохимические модели для оценки биогеохимического статуса водоемов, при использовании которых вырисовывается концептуальная схема взаимосвязи антропогенной деятельности на водосборе с биохимическими процессами, происходящими в водной среде. После выявления причинно-следственных связей в системе "среда обитания — здоровье населения" обосновывают приоритетные профилактические меры гигиенического характера в пределах антропогеохимических зон и провинций. Ужесточаются требования к предприятиям-загрязнителям [31]. В вопросах комплексного решения проблем санитарной охраны поверхностных водоемов от загрязнения сточными водами и отходами основных отраслей промышленности приоритетное место занимает разработка малоотходных и безотходных технологических процессов, позволяющих использовать ценные вещества, применение систем обратного водоснабжения с замкнутым циклом [6, 16].

Таким образом, для улучшения физико-химического и биологического мониторинга содержания тяжелых металлов в почве и воде поверхностных водоемов прежде всего следует

□ унифицировать методологию исследований тяжелых металлов;

□ учитывать ведущие загрязнители (из тяжелых металлов) для отдельных регионов страны;

□ изучать количественные

зависимости между уровнями загрязнения почвы и воды водоемов и содержанием тяжелых металлов в биообъектах;

□ создавать материальные модели миграции тяжелых металлов из почвы в сопредельные среды, в растительные и животные организмы;

□ определять наиболее критические точки в системе "почва — поверхностные воды — растения — животные" и наиболее опасные (наиболее кумулируемые) для организмов тяжелые металлы для планирования охранных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобун И.И., Бузинов Р.В., Гудков А.Б., Носовский Т.И. Состояние централизованного водоснабжения Архангельской области и г. Архангельска // Экология человека. — 2003. — № 5. — С. 54-55.

2. Боев В.М., Красиков С.И., Воронкова И.П., Чеснокова Л.А. Загрязнение свинцом некоторых объектов окружающей среды // Гигиена и санитария. — 2004. — № 1. — С. 25-28.

3. Вашкулат М.П., Костенко А.И., Черевко О.М., Загородний В.В. Санітарно-гігієнічний стан ґрунту на території міста з розвинутою хімічною промисловістю // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 45. — С. 140-146.

4. Ворончихина Е.А., Запоров А.Ю. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове г. Перми // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала / Межвузовский сборник научных трудов. Перм. гос. ун-т. — Пермь, 2000. — С. 134-143.

5. Гирич Г.С. Гигиеническая эффективность реализации программы "Оздоровление экологических и санитарно-гигиенических условий проживания жителей г. Мценска" // ЗНИСО. — 2001. — № 1. — С. 23-28.

6. Дренькало М.М. О состоянии и мерах по предупреждению загрязнения поверхностных водоемов в Украине // Довкілля та здоров'я. — 2000. — № 1. — С. 53-54.

7. Евсеева Т.И. Оценка последствий техногенного загрязнения среды обитания на состояние биогеоценозов // Вестн. Коми науч. центра УрО РАН. — 2001. — № 18. — С. 21-31.

8. Зорін С.В., Картавец О.М., Козярін І.П. Модель забруднення атмосферного повітря системи моніторингу м. Києва // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 45. — С. 38-40.

9. Кіреєва І.С., Черниченко І.О., Могильний С.М. До питання еколого-гігієнічного ранжування міст України за критеріями забруднення атмосферного повітря // Гігієна населених місць. — К., 2006. — Вип. 46. — С. 13-18.

10. Національна доповідь України про гармонізацію життєдіяльності суспільства у навколишньому природному середовищі / Спеціальне видання до V Всеєвропейської конференції міністрів навколишнього середовища "Довкілля для Європи". — К., 2003. — 127 с.

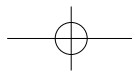
11. Нефедова З.А., Тойволен Л.В., Руоколайнен Т.Р., Маркова Л.В., Шарова Ю.Н., Лукин А.А. Влияние антропогенных нагрузок на липидный статус сигов // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: Международная конференция и выездная сессия Отделения общей биологии Российской академии наук. Петрозаводск, 6-10 сент., 1999 г. / Тезисы докладов. — Петрозаводск, 1999. — С. 145, 282-283.

12. Панов Б.С., Шевченко О.А., Дудик А.М. и др. Современные экологические проблемы Донецкой области // Геофизический журнал. Национальная академия наук Украины. — 2003. — Т. 25. — № 3. — С. 46-60.

13. Переверзнев В.Н., Свейтруп Т.Е., Стрелкова М.С. Аккумуляция никеля и меди в лесных подзолах в результате выбросов предприятий цветной металлургии // Почвоведение. — 2002. — № 3. — С. 364-367.

14. Проданчук Н.Г., Спыну Е.И. Принципы и пути оценки опасности комплексного и комбинированного действия пестицидов на организм человека // Современные проблемы токсикологии. — 2001. — № 2. — С. 3-7.

15. Синькевич Е.И. Некоторые особенности геохимической обстановки в Фенноскандии и опасности загрязнения хромом почвенного покрова



Карелии // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: Международная конференция и выездная сессия Отделения общей биологии Российской академии наук. Петрозаводск, 6-10 сент., 1999 г. / Тезисы докладов. — Петрозаводск, 1999. — С. 222, 307.

16. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б. Використання шахтних вод для непитних потреб у Донецькому регіоні // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 45. — С. 100-105.

17. Станкевич В.В., Корчак Г.І., Тарабарова С.Б., Тереньова І.О. Водні ресурси України і стан питного водопостачання, вододжерел, рекреаційних зон та їх вплив на здоров'я населення // Гігієна населених місць. — К., 2006. — Вип. 46. — С. 66-71.

18. Трахтенберг І.М., Вашкулат М.П., Костенко А.І. Принципи токсиколого-гігієнічної оцінки і класифікації // Довкілля та здоров'я. — 2002. — № 4 (23). — С. 29-31.

19. Федорец Н.Г., Дьяконов В.В., Шильцова Г.В., Литинский П.Ю. Тяжелые металлы и сера на территории Республики Карелия // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: Международная конференция и выездная сессия Отделения общей биологии Российской академии наук. Петрозаводск, 6-10 сент., 1999 г. / Тезисы докладов. — Петрозаводск, 1999. — С. 225, 304.

20. Худоба В.М., Пригода Ю.Т., Обухан К.І. Гігієнічна оцінка негативного впливу шкідливих викидів автотранспорту на повітряне середовище // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 45. — С. 43-47.

21. Шевченко А.А. Отходы как актуальная гигиеническая проблема промышленных областей Украины // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 45. — С. 146-154.

22. Apte S.C., Day G.M. Dissolved metal concentrations in the Torres Strait and Gulf of Papua // Mar. Pollut. Bull. — 1998. — V. 36, № 4. — P. 298-304.

23. Benoit G., Wang E.X., Nieder W.C. Sources and history of

heavy metal contamination and sediment deposition in Tivoli South Bay, Hudson River, New York // Estuaries. — 1999. — V. 22, № 2. — P. 167-178.

24. Burger J., Gochfeld M. On developing bioindicators for human and ecological health // Environ. Monit. and Assess. — 2001. — V. 66, № 1. — P. 23-46.

25. Charlesworth M., Service M., Mitchell S.H., Oliver W.T. Metals in surficial sediments of the north-west Irish Sea // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. — 1999. — V. 62, № 1. — P. 40-47.

26. Dunn Paul J. Mercury toxicity // NOHA News. — 2001. — V. 26, № 2. — P. 3-5.

27. Egedahl R., Carpenter M., Lundell D. Mortality experience among employees at a hydro-metallurgical nickel refinery and fertiliser complex in Fort Saskatchewan, Alberta (1954-1995) // Occup. and Environ. Med. — 2001. — V. 58, № 11. — P. 711-715.

28. Filipovic-Kovacevic Z., Sipos L., Briski F. Biosorption of Chromium, Copper, Nickel and Zinc ions onto fungal pellets of *Aspergillus niger* 405 from aqueous solutions // Food Technol. and Biotechnol. — 2000. — V. 38, № 3. — P. 211-216.

29. Groussen F.E., Jouanneau J.M., Castaing P., Lavaux G., Latouche C. A 70 year record of contamination from industrial activity along the Garonne River and its tributaries (SW France) // Estuarine. Coast. and Shelf Sci. — 1999. — V. 48, № 3. — P. 401-414.

30. Hertwich E.G., McKone T.E., Pease W.S. A systematic uncertainty analysis of an evaluative fate and exposure model // Risk Anal. — 2000. — V. 20, № 4. — P. 439-454.

31. Levins Karen, Fishlock Robert Controlling toxic substances under the new Canadian environmental protection act. What's new and what's not // Can. Chem. News. — 2001. — V. 53, № 7. — P. 19-23.

32. Li Yiping, Zhang Z., Cao Hui Xian yike daxue xuebao // J. Xian Med. Univ. — 2000. — V. 21, № 2. — P. 166-168.

33. Milward G.E., Rowley C., Sands T.K., Howland R.J.M., Pantiulin A. Metals in the sediments and mussels of the Chupa Estuary (White Sea) Russia // Estuarine. Coast. and Shelf Sci. — 1999. — V. 48, № 1. — P. 13-25.

34. Orisakwe O.E., Asomugha R., Obi E., Afonne O.J., Dioka C.E., Akumka D., Ilondu N.A. Ecotoxicological study of Niger-delta area of the River Niger // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. — 2001. — V. 66, № 4. — P. 548-552.

35. Peres Frederico, Rozemberg B., Alves S.R., Moreira J.C., Oliveira-Silva J.J. Comunicacao relacionada ao uso de agrototoxicos em regio agricola do Estado do Rio de Janeiro // Rev. saude publ. — 2001. — V. 35, № 6. — P. 564-570.

36. Petersen G. Airborne heavy metals over Europe // GKSS (Rept). — 1999, № 48. — P. 123-132.

37. Pohl C., Hennings U., Petersohn I., Siegel H. Trace metal budget, transport, modification and sink in transition area between the Oder and Peene Rivers and the southern Pomeranian Bight // Mar. Pollut. Bull. — 1998. — V. 36, № 8. — P. 598-616.

38. Sauer Ursula G., Kolar Roman Developments in the collection of statistical information on the number of animals and used in experiments and other scientific purposes in the European Union // ATLA. — 2000. — V. 28, № 1. — P. 133-145.

39. Szeer Piotr Toxic metals in bottom sediments and ferromanganese concretions of the Southern Baltic Sea // Oceanol. Stud. — 2000. — V. 29, № 1. — P. 31-55.

40. Thakur Manistha, Kanti Deb Manas Lead levels in the airborne dust particulates of an urban city of Central India // Environ. Monit. and Assess. — 2000. — V. 62, № 3. — P. 305-316.

41. Topalian M.L., Castane P.M., Rovedatti M.G., Selibian A. Principal component analysis of dissolved heavy metals in water of the reconquista river (Buenos Aires, Argentina) // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. — 1999. — V. 63, № 4. — P. 484-490.