

УДК 502.51 (285)

**Г. Н. Шихалеева, О. Д. Чурсина, И. И. Шихалеев, А. Н. Кирюшкина,  
И. С. Кузьмина**Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека  
МОН Украины и НАН Украины, ул. Преображенская, 3, г. Одесса, 65082, Украина,  
e-mail: i.l.monitoring@rambler.ru**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОЙ  
ЧАСТИ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА**

Выполнена оценка современного уровня техногенного загрязнения донных отложений южной части Куяльницкого лимана тяжелыми металлами (Al, Mn, Cu, Zn, V, Pb, Cd, Cr, Fe), отражена динамика изменений в период с 2000 г. по 2013 г. Уровни загрязнения донных отложений техногенными элементами зависят от гранулометрического состава и расположения источников загрязнения. Геохимический фон донных отложений характеризуется повышенным содержанием халькофильных элементов, главным образом, Cd, Pb, Zn. Изученные металлы по среднему их содержанию в донных отложениях Кл образуют убывающий ряд:  $Fe > Al \geq Zn \geq V > Cu \geq Pb > Mn \geq Cr > Cd$ . По показателю суммарного загрязнения донные отложения характеризуются как умеренно опасные. Проанализированы особенности распределения тяжелых металлов в системе «вода-донные отложения».

**Ключевые слова:** Куяльницкий лиман, донные отложения, тяжелые металлы, миграция, геохимический фон.

Для Куяльницкого лимана (Кл) и, в особенности его южной акватории и территории расположения курорта «Куяльник», характерен высокий уровень металлургического загрязнения [1-3]. К основным техногенным источникам поступления тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду этого района относятся предприятия энергетического и нефтеперерабатывающего комплексов г. Одесса, авто-и ЖД магистрали и предприятия по их обслуживанию (АЗС, ремонтные мастерские) [4,5]. Ощутимую роль в формировании уровня загрязнения водной экосистемы Кл тяжелыми металлами играет также поверхностный сток из системы Корсунцовских и Лузановских прудов. На протяжении всего периода исследований в стоках из прудов регистрировалось более чем в 90 % случаев превышение санитарно-гигиенических нормативов для кадмия, свинца и ванадия и более чем в 50 % случаев – для алюминия [6].

Опасность загрязнения водоема тяжелыми металлами определяется как их токсичностью для гидробионтов, так и тем, что они не подвергаются процессам разложения в водных экосистемах и фактически только перераспределяются между отдельными компонентами: растворяются в воде, сорбируются и аккумулируются гидробионтами и донными отложениями (ДО) [7,8]. Однако их накопление в ДО можно рассматривать только как факт временного выведения из кругооборота водоема, так как при изменении условий миграции водной среды (рН, Т, Eh, солености и др.) ДО могут служить источником вторичного загрязнения экосистемы. Вследствие чего, при оценке экологического состояния водоема большое значение имеет изучение миграции тяжелых металлов в системе «вода-донные отложения»,

так как полученные сведения позволят при необходимости выбрать рациональную схему рекреации водоема.

Следует отметить, что сведения о распределении тяжелых металлов в компонентах экосистемы Кл немногочисленны [3,9].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке содержания и динамики многолетнего (2000-2013 гг.) распределения приоритетных для района исследований ТМ (Pb, Cd, Cu, Cr, V, Zn, Mn, Al, Fe) в донных отложениях и воде южной части Кл – районе расположения курорта Куяльник и добычи лечебных сульфидных илов (пелоидов).

### Материалы и методы исследования

В работе использованы материалы оригинальных гидрохимических и геохимических наблюдений за период 2000–2013 гг. по сети станций постоянного мониторинга в южной части акватории Кл, расположенных вдоль прибрежной полосы лимана на расстоянии до 100-150 м (рис.1).

Отбор проб ДО и вод осуществлялся с февраля по ноябрь с периодичностью, в основном, один раз в месяц, но не реже одного раза в сезон. Пробы ДО отбирались с поверхностного горизонта (0-20см) синхронно с отбором проб воды в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.01. Масса влажной пробы составляла примерно 300 г.

Определение валовых форм Cu, Mn, Zn, Cr, Cd, Pb, V, Al проводилось методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией на спектрофотометре «Сатурн-3» с графитовой приставкой «Графит-2» [10].

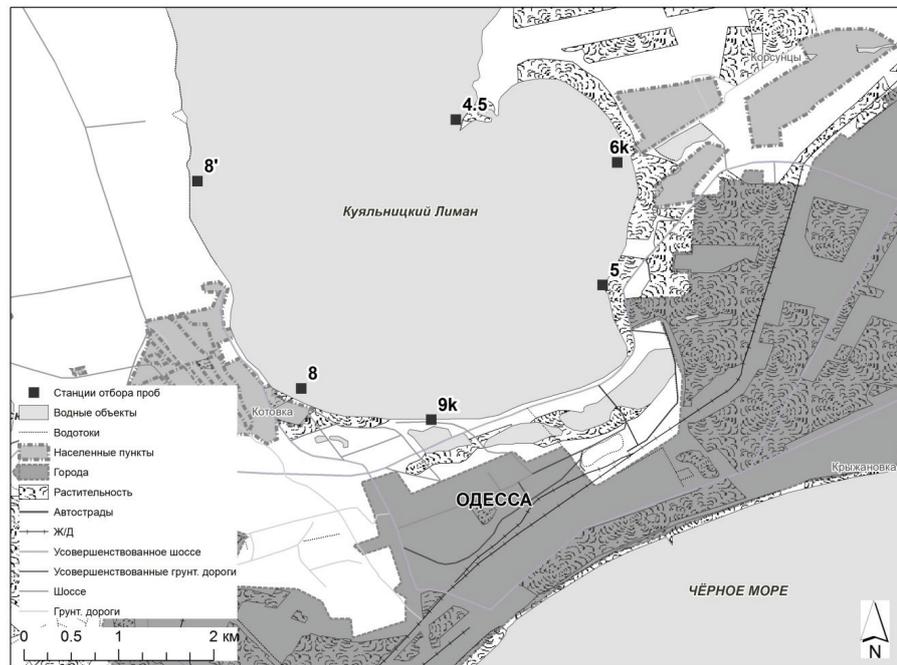


Рис. 1. Карта-схема района исследований (цифрами обозначены станции отбора проб)

Аналитическая программа включала в себя также измерения рН, окислительно-восстановительного потенциала, влажности, содержания главных ионов, биогенных веществ и органических токсикантов.

Анализ проб проводился в аттестованной в области метрологического контроля природных компонентов лаборатории «Мониторинг» ФХИЗОСИЧ (свидетельство об аттестации № РО-066/2014 от 14.04.14).

В качестве основных характеристик для оценки уровня загрязнения донных осадков использовались средние за многолетний период показатели содержания ТМ в пробах (мг/кг), сравнение полученных значений с кларком литосферы, а также кларками концентрации ( $КК_{cp}$  и  $КК_{м}$ ), которые рассчитывались как отношения среднего и максимального за исследуемый период содержания соответствующего металла к кларку литосферы [11], так как до настоящего времени нормативы содержания металлов в ДО не разработаны.

Изменчивость показателей уровня загрязнения металлов оценивалась по коэффициенту вариации  $CV$ .

Оценка экологического состояния ДО проводилась на основе суммарного коэффициента загрязнения  $Z_c$ , рассчитываемого по следующей формуле:

$$Z_c = \sum ([Me_{cp(m)}] / C_{\phi} - 1),$$

где  $[Me_{cp(m)}]$  – средняя или максимальная концентрация металла, мг/кг;  $C_{\phi}$  – фоновая концентрация, в качестве которой принят кларк литосферы.

Для выявления связей между содержанием элементов в ДО использовался корреляционный анализ, в котором при  $r < 0,30$  – связь оценивалась как слабая,  $r = 0,31-0,70$  – средняя,  $r > 0,70$  – сильная (по шкале Чеддока).

Математическая обработка результатов осуществлялась с применением стандартных пакетов программ для статистических вычислений (Excel) и включала вычисление статистических параметров содержания металлов в донных отложениях (среднее арифметическое, среднеквадратичное отклонения, коэффициент вариации, критерий Пирсона).

Расчет содержания металлов проводили в пересчете на сухое вещество.

### **Результаты и их обсуждение**

Результаты проведенных нами комплексных исследований Кл показали, что с 2007 г. наблюдается стойкая тенденция к усыханию лимана, осолонению воды и концентрированию токсикантов [4, 12]. Характерные для Кл колебания уровня воды и солености приводят к тому, что прибрежная акватория Кл попеременно находится то в аквальных, то в аэральных условиях, что влечет за собой изменение физико-механических свойств и гранулометрического состава ДО, в особенности в приурезной полосе. Поверхностные слои донных отложений южной прибрежной части Кл представлены в основном илистыми и песчано-илистыми отложениями с включениями обломочного материала (рис. 1, ст.5 – левобережье, район дамбы, 9к – правобережье, в районе впадения водотока из системы прудов Пересыпи), илистым песком (ст.8, правобережье, район пирса санатория имени Пирогова), глинистым илом (ст. 8', район оползня) серого и черного цвета с запахом сероводорода. В механическом составе поверхностного (0-20 см) слоя ДО практически на всех станциях в приурезной части фиксируются значительные включения песчаных фракций. В целом же, распределение донных осадков по площади дна

выглядит следующим образом: от центральной оси лимана к его периферийным участкам наблюдается последовательная смена от более тонких осадков – илов к осадкам алевритовой и песчаной размерности.

Среднегодовые показатели основных физических свойств исследуемых образцов ДО изменялись в следующих пределах: плотность –  $1,17 \div 1,37$  г/кг, влажность  $15 \div 33$  %, активная реакция среды  $7,32 \div 7,53$ , окислительно-восстановительный потенциал –  $-28 \div -122$  мВ.

Динамика содержания тяжелых металлов в поверхностном (0-20 см) слое ДО южной части Кл в период 2000-2013 гг. представлена в табл. 1.

Средненные за многолетний период данные и результаты расчетов кларков концентрации и суммарного коэффициента загрязненности тяжелыми металлами наведены в табл. 2.

Как видно из представленных в табл. 1 данных, размах межгодовой и внутригодовой изменчивости концентраций металлов в ДО может быть весьма значительным. Временная динамика и широкая вариабельность их концентраций связаны как с гидрологическим режимом, условиями среды, типом донных отложений, так и расположением источников загрязнения, характером и режимом их работы [4,12]. При рассмотрении данных, представленных в табл. 2, обращает на себя внимание следующая закономерность: наименьший размах колебаний концентраций наблюдался для Mn, Al и Fe, которые согласно [13] входят в состав поглощающего коллоидного комплекса пелоидов, что позволяет отнести их к элементам естественного происхождения, остальные металлы – к элементам техногенного происхождения.

Данные корреляционного анализа свидетельствуют о наличии средней связи концентраций Fe с концентрациями Pb ( $r = -0,58$ ); Al - с концентрациями Cu ( $r = 0,59$ ), Pb ( $r = -0,61$ ), V ( $r = 0,67$ ) и Mn - с концентрациями Zn ( $r = -0,65$ ), Cr ( $r = 0,40$ ). Наиболее высокие коэффициенты корреляций отмечены для Fe и V ( $r = 0,77$ ), Al и Fe ( $r = 0,89$ ), Cd и Cr ( $r = 0,79$ ).

Достаточно высокие значения коэффициентов корреляций с Zn, Cu, V свидетельствуют о роли редокс-циклов Mn, Fe и Al в геохимическом круговороте этих элементов.

Причем, как видно из приведенных на рис. 2 данных, система «вода-ДО» очень подвижна. Изменение окислительно-восстановительных, кислотно-основных условий, минерализации, температуры воды и др. факторов приводят к нарушению равновесных условий на границе контакта твердой и жидкой фаз. В случае снижения pH и Eh, повышения минерализации возможно увеличение миграционной подвижности металлов и перехода их в водную среду. Следует отметить, что в последние годы в результате активно протекающих в летне-осенние периоды процессов естественного осаждения солей в Кл [12], в ДО фиксируется уменьшение содержаний практически всех исследованных металлов (табл. 1, рис. 2).

Последнее, очевидно связано с их перераспределением в водной экосистеме Кл по цепи компонентов: вода – самосадочная соль – донные отложения (рис. 3).

В качестве критерия распределения металлов в компонентах экосистемы Кл использованы коэффициенты их аккумуляции (КА), которые в данном случае представляют собой отношение концентрации металлов в синхронно отобранных пробах ДО и выпавшей в осадок соли к их концентрации в воде.

Как видно из рис. 3, соль обладает высокой сорбционной емкостью и выполняет роль геохимического барьера.

Таблица 1  
Межгодовая динамика концентраций исследуемых металлов в поверхностном слое ДЮ южной части КЛ в 2000-2013 гг.

Годы	Концентрация металлов, мг/кг										
	Cu	Pb	Cd	Cr	Fe	Zn	V	Al	Mn		
2000	10,2 – 21,1 13,7	26,3 – 30,8 26,0	0,18 – 0,50 0,36	0,4 – 2,6 1,7	541 – 779 656	10,4 – 20,3 14,9	-	-	-		
2001	12,7 – 40,0 27,7	17,3 – 73,2 30,2	0,27 – 0,47 0,34	0,3 – 1,7 1,1	1134 – 7599 2626	10,1 – 30,1 14,9	-	-	-		
2002	11,8 – 79,5 36,5	16,7 – 27,0 23,5	0,24 – 0,66 0,43	0,8 – 1,0 0,9	1215	11,7	12,1 – 71,8 36,3	-	-		
2003	12,7 – 14,7 13,9	17,5 – 25,6 21,8	0,11 – 0,21 0,16	0,5 – 0,9 0,7	2005 – 2683 2278	-	9,0 – 18,4 13,6	-	-		
2004	1,3 – 35,7 11,3	9,5 – 19,1 13,6	0,10 – 3,07 1,75	5,0 – 15,8 9,6	975 – 2683 2177	16,9 – 39,1 28,0	2,3 – 65,8 36,6	45,9 – 50,1 48,0	-		
2005	4,2 – 29,1 15,4	2,6 – 22,1 11,9	0,37 – 1,63 0,96	1,9 – 13,6 5,5	589 – 2512 1146	16,5 – 60,1 33,4	3,1 – 65,8 32,2	27,4 – 59,5 41,9	19,2		
2006	3,4 – 27,1 9,3	3,0 – 16,9 11,4	0,65 – 3,64 1,41	3,8 – 8,0 6,0	569 – 1567 1095	2,6 – 285,9 144,2	12,0 – 114,6 52,2	28,2 – 39,7 34,2	2,6 – 6,7 5,0		
2007	8,2 – 22,2 16,6	6,6 – 26,2 18,4	0,66 – 2,40 1,31	1,6 – 7,2 4,2	989 – 1317 1203	-	2,6 – 169,0 32,3	26,1 – 50,9 33,0	3,1 – 7,3 4,4		
2008	8,3 – 27,4 18,6	2,2 – 9,4 6,5	0,21 – 1,56 0,84	1,6 – 4,1 3,1	1315 – 9045 5357	-	48,0 – 169,0 125,9	51,2 – 101,0 86,7	0,4 – 6,1 4,6		
2009	11,4 – 23,0 16,8	2,9 – 3,8 3,3	0,33 – 1,70 0,97	1,2 – 4,5 3,2	22706 – 5997 4651	-	113,0	76,1 – 85,2 82,8	4,0 – 8,6 5,1		
2010	7,6 – 26,1 15,8	2,3 – 9,7 4,7	0,29 – 2,05 0,84	1,5 – 3,5 2,3	4598	-	75,3	49,8 – 91,4 71,6	4,6 – 6,4 5,8		
2011	20,1 – 29,7 26,4	2,9 – 6,6 4,5	1,10 – 2,92 1,77	3,1 – 3,7 3,4	829 – 4663 2435	48,4 – 64,9 59,3	12,9 – 20,9 18,0	64,3 – 88,6 78,4	7,7 – 9,0 8,5		
2012	3,0 – 18,5 6,8	1,3 – 5,9 2,9	0,17 – 0,38 0,27	0,5 – 1,8 1,3	903 – 4211 2533	47,6 – 98,5 66,7	1,5 – 14,3 7,4	45,7 – 60,8 52,2	3,3 – 5,5 4,4		
2013	1,21 – 15,6 9,5	1,0 – 4,4 2,3	0,14 – 2,29 0,78	2,1 – 5,6 3,6	1261 – 4986 2684	12,9 – 164,8 69,8	3,1 – 9,6 5,7	47,4 – 59,8 52,9	6,7 – 10,1 8,1		
Среднее по выборке	7,33	8,28	0,44	1,78	1272,6	33,12	32,60	16,57	1,62		

Примечание: верхняя строка – пределы содержания, нижняя – среднее значение.

Показатели геохимического фона и оценка уровня загрязненности поверхностного слоя ДЮ (по средним за 2000-2013 гг. данным)

Таблица 2

*N	Металл	[кларк], мг/ кг	** Средняя за 2000-2013 гг. концентрация металла, мг/кг	Кол-во проб	CV	КК <sub>ср.</sub>	КК <sub>макс</sub>
13	Алюминий (Al)	80500	53,0 (26,1-101,0)	87	0,17	0,0007	0,0012
23	Ванадий (V)	83	38,5 (1,5-169,0)	82	0,85	0,46	2,04
24	Хром (Cr)	83	3,6 (0,3-15,8)	109	0,49	0,04	0,19
25	Марганец (Mn)	1000	5,6 (0,4-19,2)	75	0,29	0,006	0,019
26	Железо (Fe)	46500	2169,9 (541-9045)	104	0,42	0,047	0,195
29	Медь (Cu)	47	14,9 (1,2-79,5)	115	0,49	0,32	1,69
30	Цинк (Zn)	70	50,7 (2,6-285,9)	50	0,65	0,72	4,08
48	Кадмий (Cd)	0,13	0,89 (0,10-3,64)	113	0,49	6,85	28,00
82	Свинец (Pb)	16	12,1 (1,0-73,2)	113	0,60	0,76	4,58
*** Z <sub>ф</sub> / Z <sub>инф</sub>						<b>3,85 / 35,58</b>	

\*N – порядковый номер элемента в таблице Менделеева; \*\* в скобках указаны пределы концентрации; \*\*\* Коэффициент суммарного загрязнения рассчитан по среднемуголетнему и максимальному за исследуемый период содержанию 6-и наиболее токсичных металлов (Cd, Pb, V, Cr, Zn, Cu).

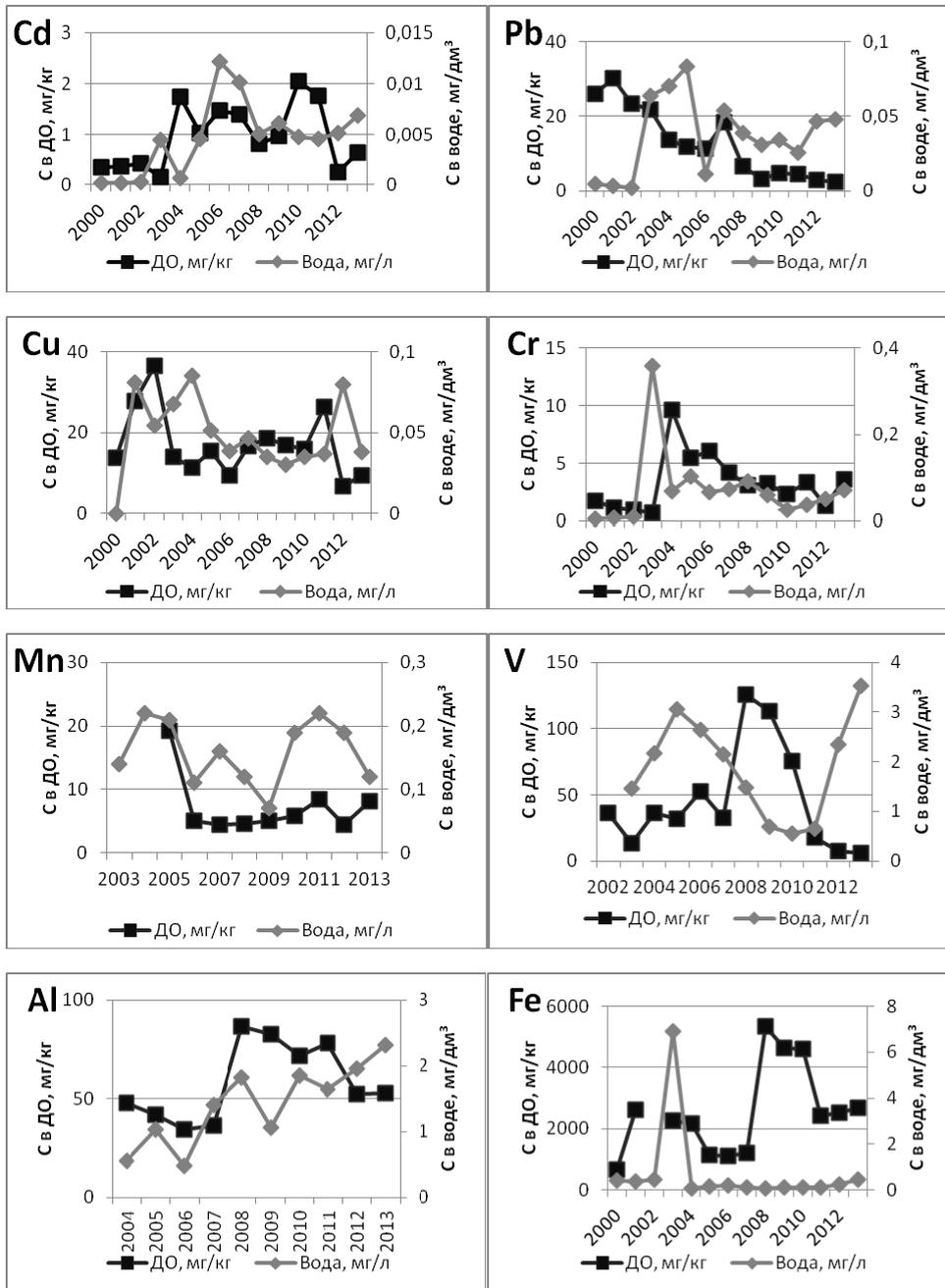


Рис. 2. Ход среднегодовых содержаний исследуемого ряда металлов в воде и донных отложениях южной части Куяльницкого лимана в период 2000-2013 гг.

По содержанию в поверхностном слое До южной части Кл металлы образуют следующий убывающий ряд (по осредненным за 2000-2013 гг. данным):  $Fe > Al \geq Zn \geq V > Cu \geq Pb > Mn \geq Cr > Cd$ .

Сопоставление содержания исследуемого ряда металлов с кларками литосферы (табл. 2) показало, что средние за исследуемый период концентрации кадмия в ДО южной части Кл превышают кларк литосферы по Виноградову почти в 7 раз, максимальные концентрации – в 28 раз; средние концентрации цинка и свинца находятся на уровне кларка, а максимальные превышают кларк в 4 и 4,6 раза, соответственно. Кларки концентрации характеризуют местные геохимические особенности донных отложений.

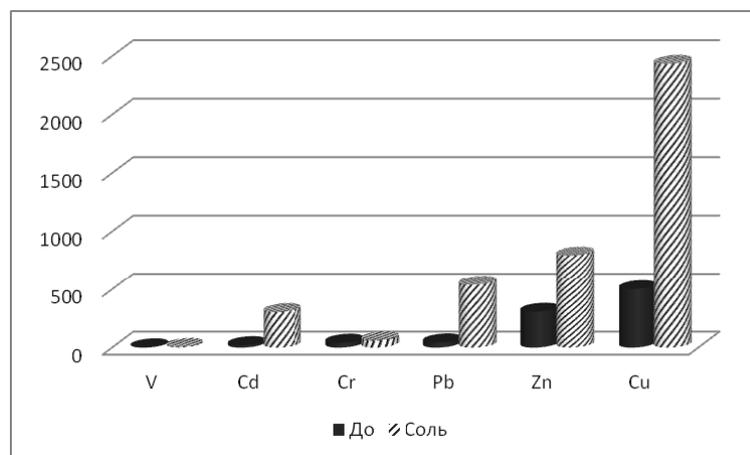


Рис. 3. Коэффициенты аккумуляции металлов в компонентах экосистемы Кл: донные отложения, солевые отложения (ст.набл.5, 10.07.2014г.).

По коэффициенту суммарного загрязнения наиболее токсичными металлами (Cd, Pb, V, Cr, Zn, Cu), ДО южной части лимана характеризуются как умеренно опасные. Причем, в наибольшей степени донные отложения южной части загрязнены кадмием и свинцом, что закономерно и свидетельствует о весомом вкладе в уровень загрязнения этого района выбросов автотранспорта и расположенных вблизи объектов энергетического комплекса.

Анализ распределения содержания исследуемого ряда металлов в донных отложениях южной части Кл (табл. 2) показывает, что накопление металлов в донных отложениях лимана подчиняется общим геохимическим законам распространения химических элементов во Вселенной [14]: в их составе преобладают элементы с четными порядковыми номерами расположения в таблице элементов Менделеева.

Содержание тяжелых металлов специфично для каждого из металлов. Пространственное распределение также неравномерное (рис.4).

Пики повышенного содержания свинца, кадмия и хрома отмечаются в районе сбросов сточных вод с прудов Пересыпи (ст.9к) и Корсунцовских прудов (ст.6к) и в районе оползня (ст. 8'), где в механическом составе ДО преобладают глинистые частицы.

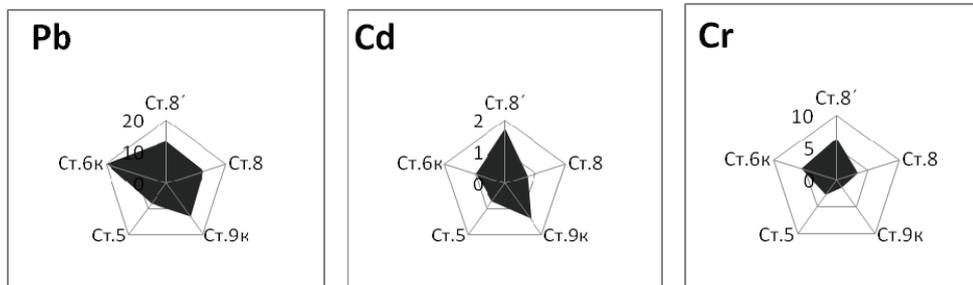


Рис. 4. Пространственное распределение содержания свинца, кадмия и хрома (в мг/кг) в ДО южной части Кл (по данным осреднения за 2000-2013 гг.).

Таким образом, результаты представленных многолетних исследований показали, что во всех пробах присутствуют тяжелые металлы. Геохимический фон донных отложений южной части Кл характеризуется повышенным содержанием Cd, Pb, V, Zn, которые являются мобильными в условиях высокоминерализованных рассолов. Причем, наиболее критическая ситуация отмечается по содержанию кадмия: ежегодно уровни содержания его в донных отложениях превышают фоновые (кларки литосферы).

Высокий уровень загрязнения донных отложений кадмием и свинцом обусловлен, главным образом, воздействием расположенных вблизи южной оконечности лимана предприятий нефтеперерабатывающего комплекса, ТЭЦ и автомагистрали.

Представленный материал может являться основой для эколого-экономических оценок опасности, которую представляет загрязнение тяжелыми металлами экосистемы Куяльницкого лимана, а также может быть использован при разработке природоохранных мероприятий и систем мониторинга экологического состояния курортной зоны лимана.

## Литература

1. Шихалева Г.Н., Бабинец С.К., Чурсина О.Д., Васильева Т.В. К вопросу о миграции и аккумуляции тяжелых металлов в системе «почва – растения» // Сб. науч. трудов «Экологические проблемы промышленных городов», часть 2. / Под ред. проф. Т.И. Губиной. – г. Саратов, 2009 г. – С. 274-277.
2. Эннан А.А., Шихалева Г.Н., Бабинец С.К., Чурсина О.Д. Тенденции накопления тяжелых металлов в компонентах окружающей среды территории курортного комплекса «Куяльник-Лузановка» // 36. докл. та наук. статей «Екологія міст та рекреаційних зон. – Одеса: «ІНВАЦ», 2009. – С. 210-215.
3. Шихалева Г.Н., Эннан А.А., Бабинец С.К., Чурсина О.Д. Миграция и аккумуляция свинца в водной экосистеме Куяльницкого лимана // Вестник ОНУ. Химия. – 2009. – Т.14. – Вып.11. – С. 81 -91.
4. Эннан А.А., Шихалева Г.Н., Адобовский В.В., Шихалеев И.И., Кирюшкина А.Н. Причины и последствия деградации экосистемы Куяльницкого лимана // Вестник ОНУ. Химия. – 2014. – Т.17. – Вып. 3(43). – С. 62-71.
5. Шихалева Г.Н., Эннан А.А., Бабинец С.К., Чурсина О.Д. Влияние автотранспорта на состояние природной среды курортного комплекса «Куяльник-Лузановка» // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Том 5. – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2009. – С.58-59.
6. Шихалева Г.Н., Эннан А.А., Чурсина О.Д., Шихалеев И.И. Динамика гидрохимических показателей состояния поверхностных вод бассейна Куяльницкого лимана / Вестник ОНУ. Химия. – 2011. – Т. 16. – Вып.14. – С. 55-62.
7. Мур Дж.В., Раммурти. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. –140 с.
8. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в природных водах. Л.: Гидрометеоздат, 1987. –270 с.

9. Эннан А. А., Шихалеєва Г. Н., Шихалєєв І. І., Чурсина О. Д., Кірюшкіна А. Н. Эколого-геохимическая оценка экосистемы Куяльницкого лимана // Вестник ОНУ. Химия. – 2012. – Т.17. – Вып. 3 (43). – С. 62-71
10. Симонова В.И. Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах. – Новосибирск: Наука, 1986. – 543 с.
11. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С.6.
12. Шихалеєва Г.Н., Эннан А.А., Чурсина О.Д., Шихалєєв І.І., Кірюшкіна А.Н., Кузьміна І.С. Многолетняя динамика водно-солевого режима Куяльницкого лимана // Вестник ОНУ. Химия. – 2013. – Т.18, вып.3(47). – С.67-78.
13. Шукарев, С. А. Коллоидно-химическая теория соленых озер / С. А. Шукарев, Т. А. Толмачева. // Журнал Русского физико-химического общества. –1930. –Т. 63. –В. 4. – С. 98–124.
14. Никаноров А.М. Правило Оддо-Гаркина и распространенность химических элементов в пресноводных экосистемах // ДАН. Том 426. – 2009, № 1. – С. 110–114.

Стаття надійшла до редакції 23.11.14

**Г. М. Шихалєєва, О. Д. Чурсина, І. І. Шихалєєв, Г. М. Кірюшкіна,  
І. С. Кузьміна**

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини МОН та НАН України, вул. Преображенська, 3, м. Одеса, 65082, Україна,  
e-mail: i.l.monitoring@rambler.ru

## **ПРОСТОРОВО- ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ДОННИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ**

### **Резюме**

Наведено результати багаторічних (2000-2013 рр.) досліджень рівня забруднення поверхневого шару донних відкладень південної частини Куяльницького лиману важкими металами (Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, V, Mn, Fe, Al). Показано, що просторовий розподіл металів залежить як від розташування локальних джерел антропогенного забруднення, так і механічного складу і типів донних відкладень. Виконано оцінку рівня техногенного забруднення методом порівняння середньобагаторічних та середньорічних концентрацій з природними кларками літосфери.

**Ключові слова:** Куяльницький лиман, донні відкладення, важкі метали, міграція, геохімічний фон

**G. N. Shykhalyeyeva, O. D. Chursina, I. I. Shykhalyeyev, A. N. Kiryushkina,  
I. S. Kuzmina**

Physical-Chemical Institute of the Environment and Human Protection, Preobrazhenskaya St., 65082, Odessa, Ukraine, e-mail: i.l.monitoring@rambler.ru

## **SPATIAL VARIABILITY OF HEAVY METALS IN THE SEDIMENTATIONS OF THE SAUS PART OF THE KUYALNIK ESTUARY**

### **Summary**

The Sediments of the are among the possible means of summarizing information on the status of aquatic ecosystems and transfers of pollutants in the aquatic environment.

The purpose of this study was to evaluate the content and dynamics of many years (2000-2013) the distribution of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Cr, V, Zn, Mn, Al, Fe) in the sediments and waters of the southern part of Kuyalnik estuari-the area around the resort Kuyalnik and extracting the medicinal sulphide silts (peloid). The paper presents an approach from the perspective of geochemical assessment of the ecological state of the estuary Kuyalnik.

The elements in the samples the sediments and waters was determined by atomic absorption spectrometry with a spectrophotometer atomization "Saturn 3" using graphite furnace "Graphite-2".

The level of contamination of the sediments is assessed based on the results of the comparison of the actual content with their natural content (klarkami of the lithosphere). The assessment of ecological state was based on the total score of the metal contamination.

It is shown that the spatial distribution of metals depends on the location of local sources of anthropogenic pollution, as well as the mechanical composition and types of deposits. The geochemical background is characterized by high content in Sediments of Cd, Pb, V, Zn which are mobile in terms of highly mineralized brines.

The Study of metals according to the average over many years content in sediments estuary Kuyalnik form a decreasing series: Fe > Al ≥ Zn ≥ V > Cu ≥ Pb > Mn ≥ CR > Cd. In terms of the total heavy metal contamination the bottom sediments are characterized as moderately hazardous.

**Keywords:** sediments, heavy metals, Kuyalnik estuary, geochemical background.