

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 556.3

О.В. Гаврилюк, И.И. Тищенко

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕЖИГОРСКО-ОБУХОВСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ХАРЬКОВА

*Представлены результаты изучения эколого-гидрогеологического состояния межигорско-обуховского водоносного комплекса на территории города Харькова. Воды комплекса являются альтернативным источником водоснабжения для населения. Анализ распределения химических элементов проводился с использованием статистических методов. Выявлены ассоциации химических элементов. Предлагается внедрить мониторинг за эколого-гидрогеологическим состоянием подземных вод и других элементов среды.*

**Ключевые слова:** межигорско-обуховский водоносный комплекс, тяжелые металлы, кластерный и корреляционный анализы, мониторинг.

*Представлені результати вивчення еколого-гідрогеологічного стану межігорсько-обухівського водоносного комплексу на території міста Харкова. Води комплексу є альтернативним джерелом водопостачання для населення. Аналіз розподілу хімічних елементів проводився з використанням статистичних методів. Виявлено асоціації хімічних елементів. Пропонується запровадити моніторингові слідування за еколого-гідрогеологічним станом підземних вод та інших елементів середовища.*

**Ключові слова:** межігорсько-обухівський водоносний комплекс, важкі метали, кластерний і кореляційний аналізи, моніторинг.

*Presented results of study ecology-geochemical to being of aquiferous complex in territory of city of Kharkiv. Water of this complex of by the alternative source of water-supply for a population. The analysis of distributing of chemical elements was conducted with the use of statistical methods. Found out the associations of chemical elements. It is suggested to inculcate monitoring surveillances after by a ecology-geochemical by the state of underwaters and other elements of environment.*

**Keywords:** underground water, heavy metals, migration.

Формирование в современных условиях эколого-гидрогеологической обстановки на территории индустриальных городов представляет сложный процесс наложения на природные факторы всевозрастающих техногенных нагрузок. Харьковская городская агломерация является одним из ярких примеров такой территории.

Город расположен в восточной части Днепровско - Донецкого артезианского бассейна. Подземные воды приурочены к различным литолого-стратиграфическим комплексам осадочных пород. Особое значение для водоснабжения Харькова приобретают водоносные горизонты и комплексы кайнозоя и мезозоя, содержащие пресные воды до глубины 1000 м. В условиях нормального залегания водовмещающих толщ и регионального распространения водоупорных пород степень защищенности от поверхностного загрязнения подземных вод с глубиной увеличивается. Эта закономерность наруша-

ется лишь на участках брахиантиклинальных структур, купольных поднятий, гидрогеологических «окон» в водоупорных слоях, а также на открытых областях питания водоносных горизонтов и комплексов. Большинство родниковых вод города, выступающие альтернативными источниками водоснабжения для населения, питаются водами межигорско-обуховского водоносного комплекса. Питание этого водоносного комплекса смешанное. В местах отсутствия верхнего водоупора через гидрогеологические «окна» к водам данного комплекса примешиваются воды вышележащих горизонтов: четвертичных отложений, плиоценовых, берекской и полтавской, межигорской и обуховской свит. В случае же отсутствия нижнего водоупора и наличие разности пьезометрических уровней возможен переток в данный комплекс вод каневско-бучакского горизонта и из трещиноватой зоны верхнемеловых отложений. Т.о. фор-

мирование химического состава подземных вод исследуемого района представляет сложный естественный процесс, на который все более интенсивно накладывается влияние техногенного фактора.

Подземные воды считаются загрязненными, если показатели состава и свойства воды настолько изменяются, что они становятся частично или полностью непригодными для использования. Эти изменения происходят в результате проникновения в водоносный горизонт тех или иных химических веществ или микроорганизмов. Как правило, загрязнение вызывается антропогенным фактором. По характеру загрязнения различают загрязнение химическими веществами и загрязнение микробное. Загрязнение химическими веществами является наиболее устойчивыми во времени и масштабным по площади. Оно выявляется повелением в составе подземных вод химических веществ, не свойственных данному водоносному горизонту или комплексу, сопровождается резким ухудшением их качественного состава. При этом нередко воды перестают удовлетворять предъявленным им требованиям и использование их становится вредным для человека. Особое внимание необходимо уделять тяжелым металлам, которые представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсичности.

К термину «тяжелые металлы» при изучении загрязнения окружающей среды и экологического мониторинга относятся более 40 металлов периодической системы Д. И. Менделеева. Однако не все эти элементы, по мнению специалистов, занимающихся данными вопросами, следует рассматривать как загрязняющие вещества. Поэтому мы будем применять термин тяжелые металлы так, как трактует его Н. Реймерс. По мнению этого ученого, тяжелые металлы – это элементы с плотностью более  $8 \text{ г/см}^3$ : Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg.

При рассмотрении условий формирования эколого-гидрогеологического состояния водоносных систем на территории города мы столкнулись с отсутствием единого методологического подхода в вопросе изучения загрязнения водоносных горизонтов тяжелыми металлами. Работы по выявле-

нию тяжелых металлов в подземной гидросфере проводились геологическими организациями эпизодически, без комплексного подхода.

Каждая организация решала конкретные задачи, имела свои точки опробования неравномерно расположенные по площади (рис.1). Часто химические анализы воды делались без учета содержания в них металлов.

Нами была предпринята попытка систематизировать большое количество химических анализов. Эти результаты были получены в период с 1991 по 2006 года. Степень загрязнения межигорско-обуховского водоносного горизонта можно оценить путем сопоставления показателей элементов-загрязнителей с соответствующими значениями ПДК (табл. 1).

Анализ табличных данных показал, что средние значения Pb (0,022), Cd (0,002), Li (0,14) превышают их ПДК установленные ГОСТом, а для Br (0,2) ПДК равна его среднему значению. Cu, Ni, Co, Fe, Zn, Sr, Mn по своим средним показателям не превышают ПДК. Особое беспокойство вызывают максимальные показатели Pb, Ni, Cd, Li, Mn, Br, Fe, Sr.

Представленный выше нормативный подход не дает возможность выявить процессы и установить факторы накопления тяжелых металлов и других элементов-загрязнителей в подземных водах городской агломерации. Также невозможно учесть влияние местных условий и, в конечном счете, прогнозировать изменение гидрогеохимической обстановки во времени. Следовательно, необходимо изучить распределение химических элементов, выделить факторы, влияющие на их миграцию и накопление в водных системах.

Исследования токсичных металлов на территории города выявили неравномерный характер распределения. Следующим этапом работы явился статистический анализ данных химических анализов подземных вод межигорско-обуховского водоносного комплекса. Для определения закономерностей распределения основных элементов-загрязнителей был применен кластерный анализ (программный пакет STATISTICA 6.0) (рис.2).

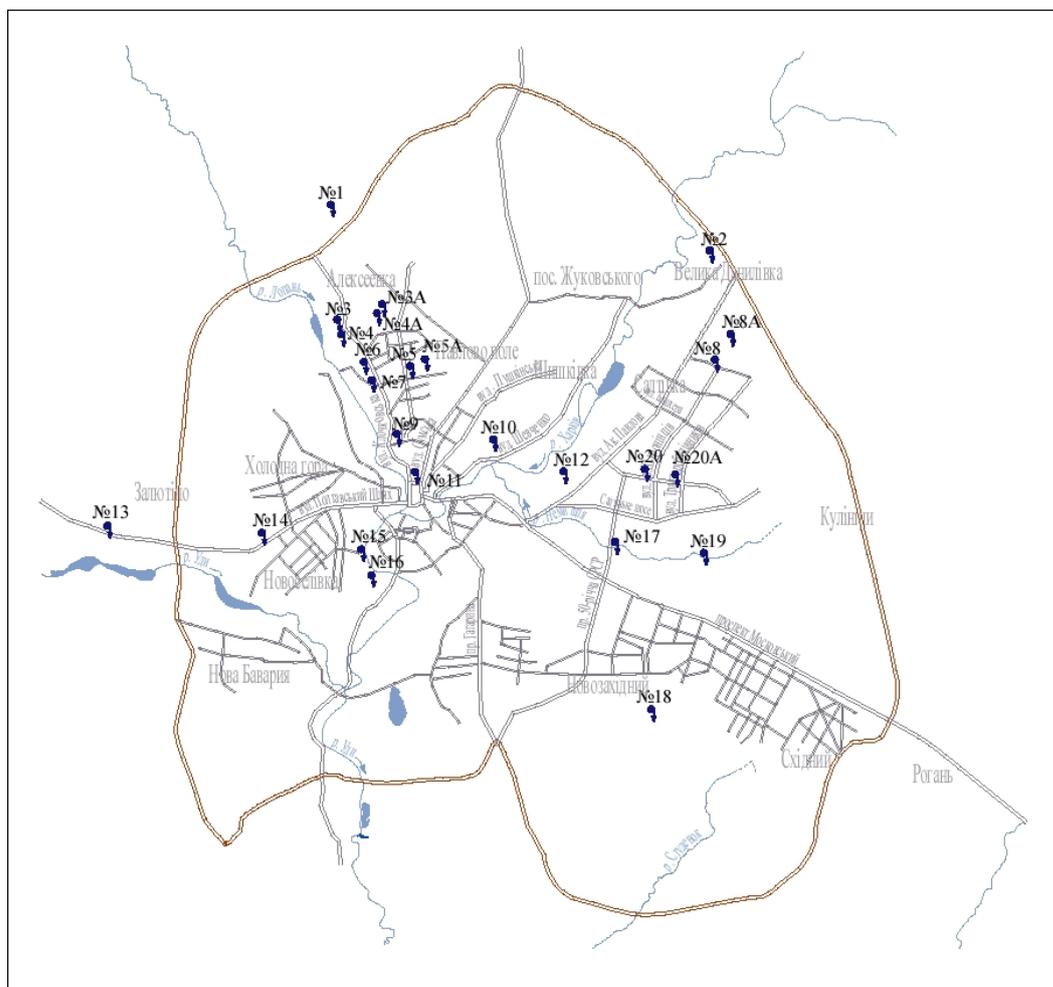


Рис. 1

Таблиця 1

Содержание токсичных элементов в межигорско-обуховском водоносном горизонте

Токсичные элементы	Значения, мг/дм <sup>3</sup>		
	ПДК	Максимальное	Среднее
Pb	0,01	0,41	0,022
Cu	1,0	0,14	0,013
Ni	0,1	0,9	0,026
Cd	0,001	0,018	0,002
Co	0,1	0,06	0,02
Li	0,03	2,6	0,14
Mn	0,1	0,9	0,09
Zn	1,0	0,43	0,024
Sr	7,0	21,9	1,2
Fe	0,3	0,39	0,05
Br	0,2	1,95	0,2

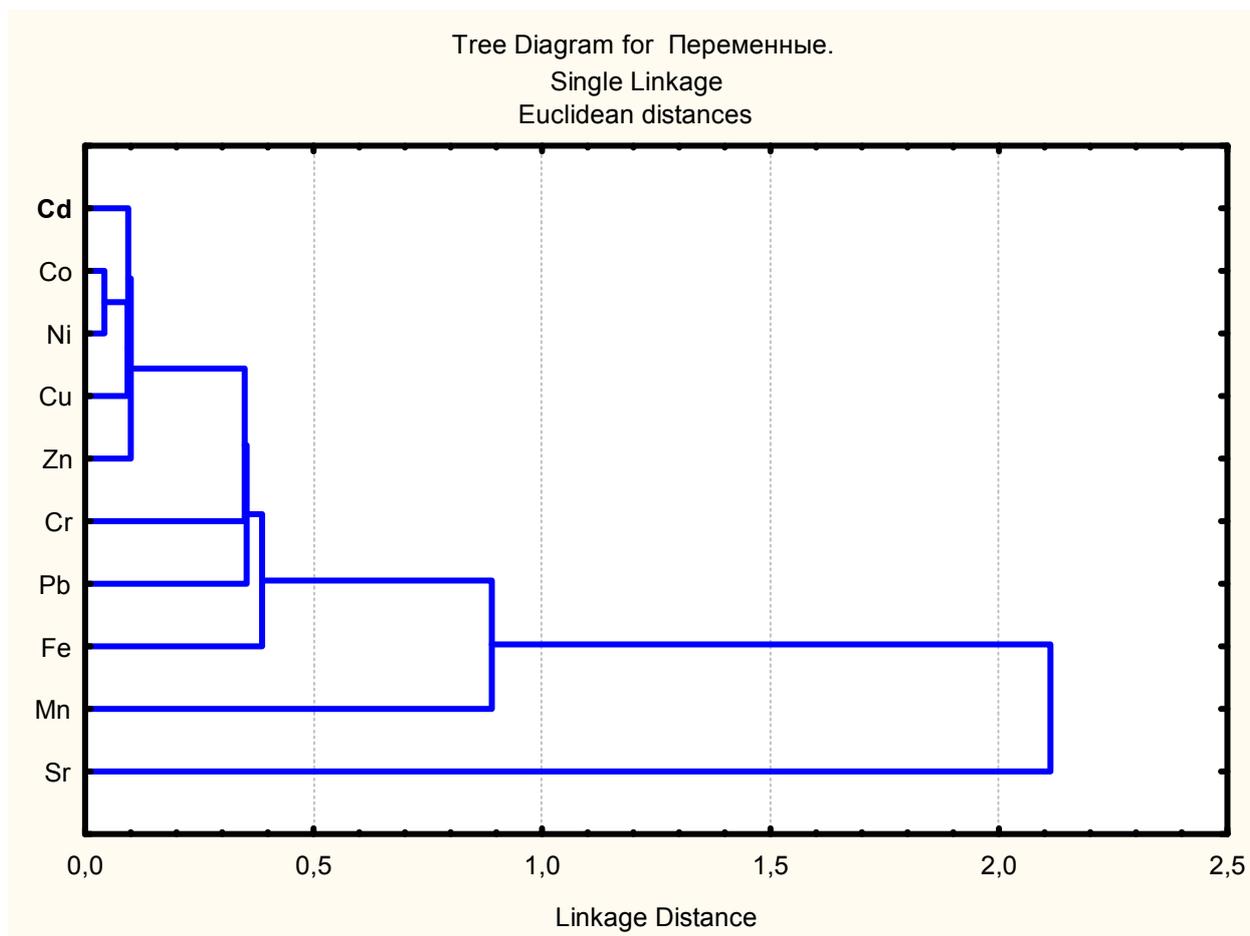


Рис. 2

Как видно из диаграммы кластерного анализа, среди всего набора химических элементов выделились две группы. Первая группа включает в себя кадмий, кобальт, никель, медь, цинк. В состав второй группы входят хром, свинец, железо, марганец и стронций. В пределах этих групп связи элементов неодинаковы. Так в первой группе

наблюдаем ассоциацию кобальта и никеля, а во второй группе такие подгруппы не выделяются.

Для изучения характера взаимосвязей между исследуемыми элементами используем метод корреляционного анализа (программный пакет STATISTICA 6.0) (табл.2).

Таблица 2

Корреляционная матрица токсичных элементов в межигорско-обуховском водоносном комплексе

	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Sr</b>	<b>Zn</b>
<b>Cd</b>	1,00	-0,14	0,12	0,77	0,10	0,28	0,43	0,33	-0,03	-0,28
<b>Co</b>	-0,14	1,00	-0,00	-0,25	-0,16	0,14	0,62	0,65	-0,18	-0,46
<b>Cr</b>	0,12	-0,00	1,00	0,24	-0,16	-0,17	0,08	-0,06	0,06	-0,27
<b>Cu</b>	0,77	-0,25	0,24	1,00	-0,14	0,09	0,24	0,03	0,02	-0,28
<b>Fe</b>	0,10	-0,16	-0,16	-0,14	1,00	-0,15	-0,03	-0,15	0,09	0,23
<b>Mn</b>	0,28	0,14	-0,17	0,09	-0,15	1,00	0,55	0,06	-0,31	-0,34
<b>Ni</b>	0,43	0,62	0,08	0,24	-0,03	0,55	1,00	0,71	-0,39	-0,59
<b>Pb</b>	0,33	0,65	-0,06	0,03	-0,15	0,06	0,71	1,00	-0,29	-0,22

<b>Sr</b>	-0,03	-0,18	0,06	0,02	0,09	-0,31	-0,39	-0,29	1,00	-0,06
<b>Zn</b>	-0,28	-0,46	-0,27	-0,28	0,23	-0,34	-0,59	-0,22	-0,06	1,00

Стойкие положительные связи наблюдаются между Ni – Pb – Co – Mn ( $r = 0,71 - 0,62 - 0,55$ ), Cd – Cu ( $r = 0,77$ ). В рассматриваемом варианте анализа выделяется Sr и Zn с отрицательными корреляционными значениями к Ni ( $r = -0,39$ ;  $r = -0,59$ ), Mn ( $r = -0,31$ ;  $r = -0,34$ ), Pb ( $r = -0,29$ ;  $r = -0,22$ ), Co ( $r = -0,18$ ;  $r = -0,46$ ).

Изучение эколого-гидрогеологической обстановки в водах межигорско-обуховского водоносного комплекса на территории харьковской городской агломерации с применением методов математической статистики

позволило выявить формирование отдельных групп токсичных металлов. Объяснение распределение химических элементов следует искать в местоположении точек опробования подземных вод, а формирование отдельных ассоциаций связывать с условиями формирования водоносного комплекса в режиме взаимодействий природных и техногенных факторов. Однако эти вопросы требуют более детального эколого-гидрогеологического мониторинга водной системы на территории города Харькова в целом.

#### Литература

1. Баранова Н.М. Оцінка забруднення важкими металами сучасних відкладів прибрежно-морських екосистем м. Одеси // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2002. - №2. – с. 23-27.
2. Чепижко А.В., Кадурич С.В. Некоторые особенности распределения химических элементов в донных отложениях северо-западного шельфа Черного моря Одеси // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2002. - №2. – с. 54-58.
3. Каранза С.Д., Волков В.А., Кадурич С.В. Эколого-геологическое состояние донных осадков в прибрежной зоне Дунай – Днестровского взморья // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2002. - №2. – с. 49-53.
4. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Недра, 1980. – 285 с.
5. Михальская Е.В. Изучение влияния тяжелых металлов в шахтных водах на состояние окружающей среды г. Донецка // [www.master.donntu.edu.ua](http://www.master.donntu.edu.ua). Общественный экологический проект – Свойство некоторых загрязняющих веществ //
6. [www.ecolfe.org.ua](http://www.ecolfe.org.ua). Справочник по геохимии // [www.biology.krc.karelia.ru](http://www.biology.krc.karelia.ru).