

УДК 61.614.7: 644.6 (477)

## КАЧЕСТВО ВОДЫ КАРАЧУНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В КРИВОРОЖСКОЙ ЗОНЕ УРБАНИЗАЦИИ

*Григоренко Л.В., Шевченко А.А., Дзяк Н.В.<sup>1</sup>, Коток Р.Ю.<sup>2</sup>, Маршалов К.Е., Клочко Р.И.<sup>3</sup>*

*“Днепропетровская медицинская академия МЗУ”<sup>1</sup>*

*ФПО “Днепропетровская медицинская академия МЗУ”<sup>2</sup>*

*“Криворожская клиническая стоматологическая поликлиника № 2 Днепропетровского обласного совета”<sup>3</sup>, ask\_lubov@mail.ru*

Качество воды из Карачуновского водохранилища – источника поверхностного водоснабжения населения Криворожской зоны урбанизации, относится к “4 классу” (по уровням среднемноголетних показателей азота аммонийного, нитритов) в отдельные годы наблюдения; к “3 классу” – по содержанию тяжёлых металлов (Mo, Mg, Cd); ко “2 классу” – (по содержанию Ni, Zn, Fe, Cu); к “1 классу” – (по содержанию Pb, F, Cr, фенолов, СПАВ). Отмечается увеличение в динамике содержания азота аммонийного, на фоне снижения нитратного азота, что убедительно свидетельствует об ухудшении способности Карачуновского водохранилища к самоочищению воды за 2008–2012 года.

**Ключевые слова:** *класс водоисточника, показатели качества воды, Криворожская зона урбанизации, горнодобывающие предприятия, Карачуновское водохранилище, среднемноголетние показатели, солевой состав, предельно допустимая концентрация.*

### Введение

Криворожский железорудный бассейн – наиболее крупный в Украине по запасам железных руд, главный горнодобывающий центр Днепропетровской области. В городе Кривом Роге сконцентрировано 21 млрд. т запасов железных руд, промышленные запасы железной руды составляют 18 млрд. т [1]. Промышленный и хозяйственный комплекс Криворожского региона сформировался на базе использования минерально – сырьевых ресурсов, что повлияло на развитие производства, и привело к высокой территориальной концентрации предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности [2, 3]. Ежегодно действующими горнорудными предприятиями в бассейне откачивается около 40,0 млн. м<sup>3</sup> подземных вод (шахтные, карьерные), среди которых 17-18 млн. м<sup>3</sup> высокоминерализованных шахтных вод [4]. Максимальные возможности по использованию подземных вод в обо-

ротных циклах горнорудных предприятий граничат на уровне 28-29 млн. в год, остальные 11-12 млн. м<sup>3</sup> ежегодно временно аккумулируются и удерживаются в ставке – накопителе шахтных вод [5]. Значительная концентрация потенциально опасных объектов на территории Криворожского региона (шахты, карьеры, отвалы, хвостохранилища, терриконы), при условии прекращения откачки подземных вод или переполнения накопителей неизбежно станут источником развития крупномасштабных техногенных катастроф [6]. Инфраструктура города Кривого Рога связана с функционированием мощных предприятий горнодобывающей отрасли и металлургической промышленности, по показателям урбанизации и негативного влияния на окружающую среду достигли критического уровня [7].

**Цель исследования:** гигиеническая оценка химического и солевого состава воды, по среднемноголетним показателям, из Карачуновского водохра-

нилища – основного источника питьевого водоснабжения населения Криворожской зоны урбанизации.

### Материалы и методы

Для проведения исследования показателей качества воды из местного водохранилища – Карачуновского водохранилища — в качестве опытной зоны была выбрана западная (Криворожская) зона урбанизации (охватывает 9 % площади Днепропетровской области, численность населения – 740 тысяч человек, из них — 94 % городского населения). В исследовании применяли комплекс санитарно-гигиенических, эпидемиологических, физико – химических, статистических методов. Определяли среднесуточные показатели качества воды из поверхностного водохранилища – Карачуновского водохранилища, согласно требованиям Санитарных правил и норм 4630-88 [8]. Класс воды водохранилища по каждому из исследуемых показателей определяли согласно ГОСТ 4008:2007 [9]. В качестве индикаторных показателей загрязнения воды водохранилища были выбраны следующие: общая жёсткость, сухой остаток, сульфаты, хлориды, содержание химических веществ: Mo, As, Ni, Zn, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, F, цианиды, азот аммиака, нитриты и нитраты, СПАВ, нефтепродук-

ты. Исследование проводили по данным среднесуточных показателей за (1965 – 1979), (1980 – 1990), (1991 – 2001), (2002 – 2012) годы. Статистическая обработка результатов проведена на персональном компьютере с использованием стандартных статистических пакетов STATISTICA 6.0.

### Результаты и обсуждение

Установлена динамика роста общей жёсткости в воде из Карачуновского водохранилища, по уровням среднесуточных показателей: от  $(6,76 \pm 0,40)$  мг-экв/дм<sup>3</sup> — за 1965-1979 годы до  $(10,28 \pm 0,44)$  мг-экв/дм<sup>3</sup> — за 2002 – 2012 годы. При этом, на протяжении 1965-1979 годов по показателю общей жёсткости вода из водохранилища относилась к 3 классу поверхностных источников водоснабжения, согласно ГОСТ 4008:2007, то есть “удовлетворительное, приемлемое качество воды”. По уровням среднесуточных показателей общая жёсткость превышала 7,0 мг-экв/дм<sup>3</sup>, т.е. вода из Карачуновского водохранилища относится к 4 классу поверхностных вод, качество которой можно охарактеризовать как “посредственная, ограниченно пригодная, нежелательное качество воды”. Сухой остаток за (1965 — 1979), (1980-1990) годы не превышал ПДК (1000 мг/м<sup>3</sup>), вода из этого водохра-

нилища относится к 3 классу. Показана динамика к увеличению сухого остатка, с превышением ПДК: в 1991-2001 годах — в 1,04 раза; в 2002-2012 годах — в 1,23 раза (рис. 1).

Показана тенденция к увеличению среднесуточного показателя по содержанию сульфатов в воде из Карачуновского водохранилища. При

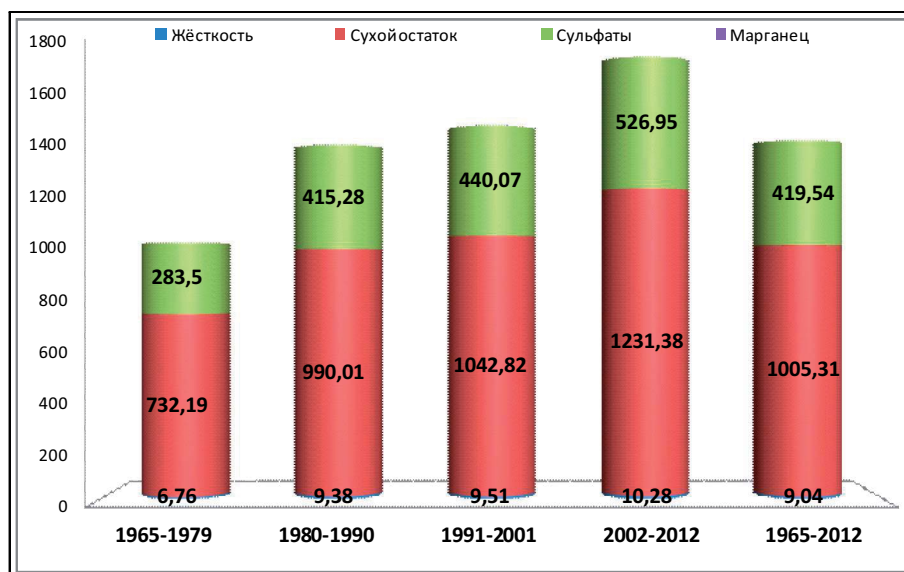


Рис. 1. Значения среднегодовых показателей солевого состава питьевой воды из Карачуновского водохранилища за 1965-2012 года

этом, концентрация сульфатов стремительно увеличивалась от  $(283,50 \pm 8,50)$  мг/дм<sup>3</sup> за 1965-1979 годы, и превышала ПДК в 1,13 раз до  $(526,95 \pm 6,27)$  мг/дм<sup>3</sup> в 2001-2012 годах, с превышением ПДК в 2,11 раза. По содержанию сульфатов вода из этого водохранилища относилась к 4 классу опасности за весь период наблюдения (1965-2012 года). По содержанию хлоридов наблюдается динамика уменьшения в 1,34 раза: от  $(139,58 \pm 2,49)$  до  $(104,33 \pm 1,80)$  мг/дм<sup>3</sup>. За 2008-2012 годы хлориды не превышали ПДК ( $250$  мг/дм<sup>3</sup>) в воде водоёма, а качество воды соответствовало 3 классу ( $101 - 250$  мг/дм<sup>3</sup>). Наиболее высокое содержание марганца наблюдалось на протяжении (1980 — 1990), (1991-2001) годов и колебалось в пределах  $(2,2 - 2,1)$  ПДК. В целом, качество воды из этого водоёма относится к 3 классу и находится на уровне  $(0,162 \pm 0,018)$  мг/дм<sup>3</sup> за весь период наблюдения (1965-2012 года). По уровню среднесуточного показателя молибдена  $(0,036 \pm 0,006)$  мг/дм<sup>3</sup> вода из Карачуновского водохранилища характеризовалась как “удовлетворительного, приемлемого качества” (3 класс). Мышьяк в воде водохранилища не превышает ПДК ( $0,05$  мг/дм<sup>3</sup>) за 2008 — 2012 годы, по качеству вода относилась ко 2 классу. Содержание цианидов в воде оставалось постоянным и колебалось в пределах  $(0,02 - 0,05)$  мг/дм<sup>3</sup>, при этом значение среднесуточного показателя находилось на уровне  $(0,035 \pm 0,015)$  мг/дм<sup>3</sup>, вода относилась к 3 классу качества ( $11 - 50$  мкг/дм<sup>3</sup>), и не превышала ПДК ( $0,1$  мг/дм<sup>3</sup>) за весь период наблюдения.

По среднесуточному показателю содержания никеля  $(0,043 \pm 0,007)$  мг/дм<sup>3</sup> вода относится ко 2 классу качества ( $20 - 50$  мкг/дм<sup>3</sup>). Свинец не превышал ПДК ( $0,03$  мг/дм<sup>3</sup>) в воде, при этом значение этого химического элемента постоянно находилось на уровне  $< 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>, поэтому вода из поверхностного водисточника была наилучшего качества (1 класс). По

уровню среднесуточного показателя цинка вода из водохранилища характеризовалась “хорошим, приемлемым качеством” (2 класса), в пределах средней концентрации цинка  $(0,025 \pm 0,02)$  мг/дм<sup>3</sup>.

Азот аммонийный не превышал значения ПДК ( $2$  мгN/дм<sup>3</sup>), однако наблюдалась тенденция увеличения содержания этого соединения за 2008-2012 годы, с высоким содержанием в 2010 году  $(0,393 \pm 0,025)$  мгN/дм<sup>3</sup>. При этом, качество воды в 2010 — 2011 году соответствовало 3 классу, тогда как в предыдущие годы — 2 классу. По уровню среднесуточного показателя, в пределах  $0,262 \pm 0,013$  мгN/дм<sup>3</sup>, азот аммонийный отвечал 2 классу качества водисточника ( $0,10 - 0,30$  мгN/дм<sup>3</sup>). Азот нитритный не превышал значения ПДК ( $3,3$  мгN/дм<sup>3</sup>) за весь период наблюдения, а вода относилась преимущественно к 3 классу качества. Следует отметить, что по содержанию нитратного азота наблюдается негативная тенденция к снижению в течение 2008-2012 годов, но концентрации этих соединений не превышали значения ПДК ( $45$  мгN/дм<sup>3</sup>). Воду из Карачуновского водохранилища за весь период наблюдения можно отнести к 4 классу качества ( $> 1,00$  мгN/дм<sup>3</sup>), с высоким содержанием азота нитратного в 2008 году —  $1,58 \pm 0,17$  мгN/дм<sup>3</sup>.

Установлена тенденция увеличения среднего содержания железа в воде водохранилища в течение 2008-2012 годов, с превышением ПДК ( $0,3$  мг/дм<sup>3</sup>) в 1,14 раз в 2010 году  $(0,342 \pm 0,003)$  мг/дм<sup>3</sup>. Кадмий в воде находился ниже ПДК ( $< 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>) во все годы наблюдения, при этом источник водоснабжения соответствовал 3 классу ( $0,6 - 5,0$  мкг/дм<sup>3</sup>). Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) с 2008 до 2009 года находились на уровне ( $< 0,001$  мг/дм<sup>3</sup>), вода принадлежала к 1 классу ( $< 10$  мкг/дм<sup>3</sup>). Нефтепродукты ни разу не превышали значения ПДК

(0,3 мг/дм<sup>3</sup>). За 5-летний период наблюдения происходит динамика снижения содержания этих соединений в 1,2 раза в воде водохранилища: от (0,113 ± 0,009) до (0,094 ± 0,007) мг/дм<sup>3</sup>, с наивысшим значением в 2012 году. Таким образом, вода из Карачуновского водохранилища относится к 3 классу качества (51-200 мкг/дм<sup>3</sup>) по содержанию нефтепродуктов.

### Выводы

Показана тенденция к увеличению в динамике содержания азота аммонийного, на фоне снижения нитратного азота, что убедительно свидетельствует об ухудшении способности Карачуновского водохранилища к самоочищению воды на протяжении 2008–2012 годов. В воде Карачуновского водохранилища отмечается неблагоприятная тенденция к увеличению солевого состава, по содержанию общей жёсткости, сухого остатка, сульфатов и хлоридов, на протяжении длительного периода наблюдения: с 1965 по 2012 годы, что обусловлено систематическим сбросом высокоминерализованных шахтных вод с горнодобывающих предприятий города Кривого Рога в реку Ингулец и Саксагань, и последующим загрязнением Карачуновского водохранилища – основного водоисточника централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения 94 % городского населения.

### Литература

1. Из опыта госсаннадзора по качеству фасованной питьевой воды / Ларченко В.И., Овчинникова В.А., Зайцев В.В. [и др.] // Довкілля та здоров'я. – 2008. – № 1 (44). – С. 43-44.
2. Национальная программа экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды. – (Постановление Верховной Рады Украины от 27 февраля 1997).
3. Вода как источник инфекционных заболеваний / Николенко П. П., Белойваненко В. И., Кулешов Н. И. // Мед. Вести. – 1997. – № 3. – С. 14-16.
4. Влияние микробиологических и парази-

тологических показателей хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды открытых водоёмов / Округин Ю. А., Капранов С. В., Косенко Л. И. [и др.] / Довкілля та здоров'я. – 2003. – № 4 (27). – С. 51-56.

5. Алексеенко Н.Н. Экологическая оценка состояния качества воды Кременчуцкого водохранилища / Н.Н. Алексеенко / Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 2 (29). – С. 30-35.
6. Рыженко С. А. Отдельные аспекты состояния окружающей среды техногенного региона и подходы в организации работы госсанэпидслужбы Днепропетровской области / С.А. Рыженко // Довкілля та здоров'я. – 2004. – № 2 (29). – С. 48-53.
7. Hryhorenko L.V. Potable water quality in the Karachunyvskiyi reservoir / L.V. Hryhorenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014, February 28. – № 1. – С. 40 – 45.
8. СанПиН № 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.
9. ГОСТ 4808:2007 Источники централизованного питьевого водоснабжения. Гигиенические и экологические требования к качеству воды и правила отбора. – К., 2012. – 27 с.

### References

1. Larchenko VI., Ovchinnikova VA., Zaitsev VV. [et all]. Experience of state sanitary inspection towards quality of packaged drinking water. Environment and health. 2008, 1 (44), pp. 43-44 (in Ukrainian).
2. National programme of environmental rehabilitation Dnipro river basin and improvement of drinking water quality. Verkhovna Rada of Ukraine. 1997 February 27 (in Ukrainian).
3. Nikolenko PP, Beloivanenko VI. Kuleshov NI. Water as a source of infectious diseases. News of Medicine. 1997, 3, pp. 14-16 (in Russian).
4. Okruhin YA., Kapranov SV., Kosenko LI. [et all]. Effect of microbiological and parasitological indicators of domestic wastewater on the quality of open water reservoirs. Environment and health. 2003, 4 (27), pp. 51-56 (in Ukrainian).
5. Alekseenko NN. Environmental assessment of water quality in Kremenchutskiyi reservoir. Environment and health. 2004,

- 2 (29), pp. 30-35 (in Ukrainian).
6. Ryzhenko SA. Selected aspects of the environmental anthropogenic region and approaches in organization work of Sanitary and Epidemiological Station in Dnepropetrovsk region. Environment and health. 2004, 2 (29), pp. 48-53 (in Ukrainian).
  7. Hryhorenko LV. Potable water quality in the Karachunivskyi reservoir. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014 February 28, 1, pp. 40 – 45.
  8. SanPiN № 4630-88 Sanitary rules and standards of the surface water protection from contamination (in Russian).
  9. ISO 4808:2007 Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and ecological requirements for water quality and selection rules. 2012, 27 (in Ukrainian).

#### Резюме

#### ЯКІСТЬ ВОДИ КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В КРИВОРІЗЬКІЙ ЗОНІ УРБАНІЗАЦІЇ

*Григоренко Л.В., Шевченко О.А., Дзяк М.В., Коток Р.Ю., Маршалов К.Є., Ключко Р.І.*

Якість води з Карачунівського водосховища – джерела поверхневого водопостачання населення Криворізької зони урбанізації, відноситься до “4 класу” (за рівнями середньобагаторічних показників азоту амонійного, нітритів) у окремі роки спостереження; до “3 класу” – за вмістом важких металів (Mo, Mg, Cd); до “2 класу” – (за вмістом Ni, Zn, Fe, Cu); до “1 класу” – (за вмістом Pb, F, Cr, фенолів, СПАР). В динаміці відбувається зростання вмісту азоту амонійного, на тлі зменшення вмісту нітратів, що переконливо свідчить про погіршення здатності Карачунівського водосховища до самоочищення протягом 2008 – 2012 років.

**Ключові слова:** клас вододжерела, показники якості води, Криворізька зона урбанізації, гірничовидобувні підприємства, Карачунівське водосховище, середньобагаторічні показники, сольовий склад, гранично допустима концентрація.

#### Summary

#### KARACHUNOVSKYI RESERVOIR WATER QUALITY IN THE KRIVORIZSKYI URBANIZATION ZONE

*Hryhorenko L.V., Shevchenko O.A., Dziak N.V., Kotok R.Yu., Marshalov K.E., Klochko R.I.*

Water quality in Karachunovskiy reservoir as a source of surface water supply population in Krivoy Rog zone of urbanization refers to “class 4” (by levels of annual indicators ammonium nitrogen, nitrite) in some years of observation; to “3<sup>rd</sup> class” by the content of heavy metals (Mo, Mg, Cd); to “class 2” — (Ni, Zn, Fe, Cu); “class 1” — (content of Pb, F, Cr, phenols, detergents). Increasing in the dynamics content of ammonium nitrogen, with decline of nitrate nitrogen should be provided as the result of deterioration ability of Karachunovskiy reservoir to the self-cleaning since 2008-2012 years.

**Keywords:** class of water source, water quality, Krivoy Rog zone of urbanization, mining, Karachunovskiy reservoir, average annual indicators, salt composition, maximum allowable concentration.

*Впервые поступила в редакцию 17.04.2015 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*