

АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Попова І.В., Зінченко Н.Ю., Сімурова Н.В., Майборода О.І.
Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, 01601, м. Київ
ivpopova@bigmir.net, nuzinchenko@bigmir.net,
n.v.simurova@gmail.com, mayboroda_l@rambler.ru

Якість води відбиває соціально-економічні проблеми суспільства. Можна констатувати, що поверхневі води «хворі» у значенні їх здатності до процесів самоочищення так само, як і суспільство, яке сьогодні не в змозі знайти спільні колективні рішення по досягненню збалансованості між економічним зростанням, соціальним розвитком і охороною навколишнього середовища – основними компонентами процесу сталого розвитку цивілізації. Глобальний характер людської діяльності з розвитку промисловості, аграрного комплексу, транспорту, комунального господарства, формуванню мегаполісів, зростанню міст і селищ призвів до широкомасштабного забруднення поверхневих вод неочищеними стоками промислового, сільсько-господарського виробництв і комунального господарства. Склад стічних вод постійно ускладнюється через синтез нових хімічних речовин, які володіють токсичними, канцерогенними та мутагенними властивостями, і тому важко видаляються, що практично виключило можливість природного самоочищення водою. Забруднення вихідної води досягли такого рівня, що водоочисні споруди, побудовані у відповідності з діючими в світі нормами, вже давно не в змозі перешкоджати попаданню в питну воду речовин, які перетворилися на реальну загрозу для здоров'я людини. Все це призводить до необхідності пошуку нових альтернативних технологій водообробки, використання яких дозволило б отримувати безпечну для здоров'я питну воду, навіть з досить сильно забруднених деякими видами хімічних речовин. Для вирішення цих завдань необхідно ретельно виробити стандарти оцінювання якості і методів дослідження поверхневих вод, проводити комплексний моніторинг усіх об'єктів навколишнього середовища. Таким чином, виявлення пріоритетних видів забруднення надасть можливість запобігти великих матеріальних збитків при ліквідації надзвичайних ситуацій, що виникають при надлишковому фізико-хімічному забрудненні поверхневих вод. Тому актуальним постає питання дослідження поверхневих вод, з яких здійснюється водовідбір для споживання у великих містах, щодо якісного та кількісного вмісту органічних і неорганічних речовин, іонів, які зумовлюють фізико-хімічні показники води. *Ключові слова:* екосистема водного басейну, забруднення поверхневих вод, жорсткість води.

Analysis of the hydrochemical parameters of drinking water in the Kiyv region. Popova I., Zinchenko N., Simurova N., Maiboroda O. Water quality reflects on the socio-economic problems of society. It can be stated that surface waters are “sick” in the sense of their capacity for self-purification processes as well as a society which is unable to find common collective solutions to achieve a balance between economic growth, social development and environmental protection – the main components of the process of sustainable development of civilization. The global character of human activity in the development of industry, agrarian complex, transport, municipal services, the formation of metropolitan areas, the growth of cities and towns has led to large-scale pollution of surface water by untreated runoff of industrial, agricultural production and municipal services. The composition of wastewater is constantly complicated due to the synthesis of new chemicals that have toxic, carcinogenic and mutagenic properties, and therefore are difficult to remove, which virtually eliminated the possibility of natural self-purification of reservoirs. Source water pollution has reached such a level that water treatment plants, built in accordance with current international standards, have long been unable to prevent the entry into the drinking water of substances that have become a real threat to human health. All this leads to the necessity of finding new alternative water treatment technologies, the use of which would allow to obtain safe drinking water, even with sufficiently contaminated with certain types of chemicals. Facing these challenges, it is necessary to carefully develop standards for assessing the quality and methods of surface water studies, and comprehensive monitoring of all environmental objects. Thus, the identification of priority types of pollution will allow to prevent large material losses during the elimination of emergencies arising from excess physical and chemical pollution of surface waters. Therefore, the question of surface water, from which water abstraction is carried out for consumption in large cities, concerning the qualitative and quantitative content of organic and inorganic substances, ions, which cause the physico-chemical parameters of water, is urgent. *Key words:* water basin ecosystem, surface water pollution, water hardness.

Постановка проблеми. Басейн річки Дніпро у Київській області можна розглядати як класичний приклад нестійкого регіонального розвитку, що є результатом спроб перетворити Дніпровський регіон з традиційно аграрного в промисловий всього протягом декількох десятиліть. Ситуація ускладнюється ще й надзвичайно гострими соціальними і економічними труднощами, з якими стикаються країни басейну. Басейн Дніпра є багатогалузевим комплексом, який має високу природну і соціально-економічну цінність. Крім того, що

на території басейну зосереджені соціально-значущі природні ресурси (наприклад, водні, земельні та лісові ресурси), він також являє собою цінну ресурсну базу для широкого кола зацікавлених сторін, включаючи комерційні, промислові та урядові організації (наприклад, промислові підприємства, землекористувачі, водокористувачі, урядові структури, органи контролю і регулювання тощо). У водному басейні Дніпра зосереджені великі урбанізовані утворення, а також велика кількість малих і середніх міських населених пунктів.

До *точкових джерел* забруднення розглянутого басейну Верхнього Дніпра в межах України можна віднести скиди комунального підприємства Київводоканал. Необхідно відзначити, що на Бортницькій очисній споруді цього підприємства надходять стічні води м. Київ та Вишгород. До того ж свої стічні води в міській системі каналізації скидають так звані вторинні водокористувачі, серед яких промислові підприємства вищеназваних міст. Додатковий відбір проб і їх незалежний аналіз в рамках польових досліджень по речовинах, що є пріоритетними, міг би дати справжню картину надходження забруднюючих речовин зі стоками нижче міста Київ [1; 2].

До *дифузних джерел* забруднення можна віднести:

– зливові стоки міст Київ, Вишгород, а також інших населених пунктів, розташованих поблизу водних об'єктів, що відносяться до розглянутого басейну, оскільки злилова система водовідведення в них давно не виконує свої функції, ці стоки не потрапляють на станції очистки, стікаючи в довколишні водні об'єкти та забруднюючи їх. У зимовий період в зливових стоках підвищується рівень мінералізації внаслідок змиву хімікатів, що використовуються для ліквідації ожеледиці на дорогах;

– стоки з промайданчиків у великій кількості існуючих у м. Київ і

його околицях і, як правило, забруднюючих прилеглі водні об'єкти (20 малих річок м. Київ) паливно-мастильними матеріалами, нафтопродуктами, важкими металами;

– стоки із сільгоспугідь, що виносять розчинені мінеральні добрива та отрутохімікати;

– стоки тваринницьких ферм і птахофабрик;

– стоки котеджних містечок, готельних туристичних комплексів, ресторанів, зростаючих із неймовірною швидкістю уздовж Київського водосховища і його відвідних каналів і р. Десна, необладнані належними системами очистки стічних побутових вод;

Актуальність дослідження. У сучасних умовах водокористування в розглянутому басейні основним джерелом забруднення водних об'єктів є як точкові, так і неконтрольовані (дифузні) джерела забруднюючих речовин на водозбірній площі. Основні процеси, що формують хімічний склад природних вод, протікають на водозбірних територіях. Але якщо скиди стічних вод промислових, комунальних і сільськогосподарських підприємств піддаються регульованому впливу, то талі і зливові стоки з міських територій, промислових майданчиків, тваринницьких комплексів можуть контролюватися тільки у разі їх каналізування та очистки, що буває вельми рідко. Використання хімічних сполук в промисловості, в сільському господарстві, шляхове будівництво, видобуток корисних копалин, рекреація – все це важко контролювані джерела забруднення прилеглих територій, екосистем, водотоків і водойм.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями полягає у розробленні загальних рекомендацій для підприємств переробної харчової промисловості Київської області щодо оптимізації запобіжних методів і заходів для зниження забрудненості водного басейну і оздоровлення екосистеми регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дефіцит прісної питної води в даний час розглядається як одна з глобальних проблем сучасності. У міру зростання населення нашої планети значно збільшилися і масштаби водоспоживання, що згодом сприяло погіршенню умов життя і уповільненню темпів економічного розвитку країн, що зазнають дефіцит води. Як вважають фахівці, запаси прісної питної води далеко не безмежні і вони вже підходять до кінця. За їх же прогнозам, приблизно в 2030 році 47,0% населення планети буде існувати під загрозою водного дефіциту. При цьому до 2050 року значно збільшиться населення країн, в яких вже сьогодні води не вистачає [3; 4]. Недолік чистої води змушує людей використовувати для пиття воду, яка часто небезпечна для здоров'я.

У численних дослідженнях, проведених міжнародними організаціями, в тому числі і Світовим банком, то кажуть, що громадяни нашої країни як і раніше стикаються з проблемами доступу до чистої води і надійності водопостачання. Таким чином, проблема забезпечення людей питною водою набуває гострої актуальності і виникає завдання ефективного і якісного вирішення цієї проблеми.

Новизна. Створення інформативної бази визначеної екосистеми регіону для аналізування процесів контролю забруднення поверхневих вод і надання рекомендацій щодо її застосування на реальних промислових або дослідних об'єктах.

Викладення основного матеріалу. Обсяг водовідбору в 2014 р. в Київській області без Києва склав 1064 млн м³, у Києві – 663 300 000 м³. Обсяг водовідведення відповідно дорівнює 823 500 000 м³, у Києві – 614 500 000 м³.

Істотний вплив на водність Дніпра ці чинники не роблять. Теж можна сказати про незворотній водозабір. За даними Держводагентства, незворотній водозабір до створу Київської ГЕС у 2014 р. склав 294 500 000 м³, від створу Київської ГЕС до створу Канівської – 161 700 000 м³ (сумарний – 456,2). Зазначеним величинам обсягу в першому випадку відповідає витрата 9,3 м³/с, у другому – 14,5 м³/с. У порівнянні з фактичними середніми витратами води в створах зазначених ГЕС (+1070 і 1390 м³/с) зазначені величини мають порядок 1%. Значно більший вплив на Дніпро грає водозабір в нижній течії, насамперед з Каховського водосховища [5]. Водовідведення хоч і не впливає на водність Дніпра в розглянутому регіоні, проте впливає на якість води. Це пояснюється тим, що концентрація забруднюючих речовин у стічних водах істотно (іноді на порядок) вище, ніж в річці.

Таблиця 1

Надходження забруднюючих речовин у Київське водосховище з території України у складі стічних вод

Речовина	2000	2007	2008	2009	2010	2018
Сухий залишок, тис. т	47,02	32,56	30,98	28,39	26,39	26,82
БСК полный, тис. т	1,6	1,51	1,643	1,284	1,132	1,396
Нафтопродукти, т	22,3	11,81	11,83	7,792	6,958	6,12
Азот аммонійний, тис. т	0,835	0,498	0,476	0,399	0,415	0,34
Феноли, т	0,648	0,047	0,041	0,045	0,035	0,03

Наведені в *Таблиці 1* дані свідчать про те, що сухий залишок в Київському водосховищі в останні роки (2008–2018) має порядок 26–30 тис. т. Така відмінність зумовлена насамперед тим, що саме в Київське водосховище надходять стічні води м. Києва. Основним джерелом забруднюючих речовин, що надходять у Канівське водосховище є стічні води м. Києва. У свою чергу, основним джерелом забруднюючих речовин м. Києва є Бортницька станція аерації (БСА). Обсяг її скидання в останні роки становить: 2000 р. – 468700000 м³; 2006 – 393,892; 2007 – 340,294; 2008 – 341,792; 2009 р. – 321,826; 2010 р. – 311,638; 2011 р. – 294,30; 2012 – 291632000 м³. Крім БСА, невелика кількість стічних вод надходить від інших київських підприємств (Дарницької ТЕЦ, ТЕС-2), проте їх обсяг неопорівнянний з обсягом від БСА. Серед підприємств Київської області, що мають скиди, можна виділити водоканал м. Бровари (скидання стічних вод у р. Красилівка), Київський картонно-паперовий комбінат тощо. За період з 2000 року скидання стічних вод м. Києва зменшився більш, ніж у півтора рази. Роль БСА полягає не стільки в тому, що обсяг стічних вод тут великий, а в тому, що якість цієї води істотно гірше, ніж у Дніпрі. Так, вміст біогенних речовин тут на порядок вище, ніж у Дніпрі. Одночасно вдвічі менше вміст розчиненого кисню.

Державна гідрометеорологічна служба України здійснює моніторинг річкових, озерних і морських вод за хімічними, біологічним, радіологічними показниками, а також за вмістом токсичних речовин. Гідрохімічні пункти діляться на 4 категорії, які визначаються з урахуванням таких факторів як розмір водотоку і обсяг водойми, народногосподарське значення водного об'єкта, наявність організованого скидання стічних вод і високого рівня забруднення води. Пункти 1, 2 і 3 категорій розташовуються на річках і водосховищах з високим, середнім і низьким рівнем забруднення. Пункти 4 категорії розташовуються на найменш забруднених ділянках річок.

Для оцінки якості води та стану водних екосистем використовуються:

- гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів;
- екологічні показники, що широко застосовуються в країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії, що дозволяють зіставити оцінку

стану поверхневих вод інших країн: БСК₅ і концентрація амонійного азоту, концентрації фосфатів і нітратів у річках, загальний вміст фосфору й азоту в озерах.

Затверджені показники екологічної безпеки в області охорони вод:

- біохімічне споживання кисню (БСК₅) і концентрація амоній-іона (в перерахунку на азот) у річковій воді;
 - біогенні речовини в прісній воді: фосфат-іони (у перерахунку на фосфор) і нітрат-іони (у перерахунку на азот) в річках, фосфат-іони (у перерахунку на фосфор) і азот загальний (по К'ельдалю) в озерах.
- Інформація, отримана в системі моніторингу поверхневих вод, представляється у вигляді:
- абсолютних значень вмісту гідрохімічних інгредієнтів (середні, максимальні, мінімальні значення);
 - списку таксономічного складу і кількісних параметрів спільнот гідробіонтів;
 - приведених до нормативним значенням (частки ГДК);
 - комплексних оцінок (наприклад, індекс забруднення поверхневих вод – ІЗВ, гідробіологічні індекси).

Для інтерпретації великого обсягу гідрохімічних даних використовується індекс забрудненості вод (ІЗВ). Розрахунок ІЗВ проводиться за формулою з використанням середньорічних концентрацій шести показників: розчиненого кисню, легкоокислюваних органічних речовин (по БСК₅), азоту амонійного, азоту нітритного, фосфору фосфатів і нафтопродуктів:

Класифікація якості вод за величиною ІЗВ наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

Класифікація якості води за гідрохімічними показниками

Клас якості	Величина ІЗВ	Характеристика якості
I	≤ 0,3	чиста
II	>0,3–1,0	відносно чиста
III	>1,3–2,5	помірно брудна
IV	>2,5–4,0	бруднувата
V	>4,0–6,0	брудна
VI	>6,0–10,0	дуже брудна
VII	>10,0	надзвичайно брудна

Таблиця 3

Показники досліджень якості води (місце відбору проб Вишгородський район, Київська область)

Дата дослідження	Показники											
	<i>pH</i>	<i>Температура, °C</i>	<i>БСК₅, мг O₂/дм³</i>	<i>Зв'язні речовини</i>	<i>Азот амонійний, мг/дм³</i>	<i>Нітрити, мг/дм³</i>	<i>Нітрати, мг/дм³</i>	<i>Залізо загальне, мг/дм³</i>	<i>Хлориди, мг/дм³</i>	<i>Сульфати, мг/дм³</i>	<i>Органічні речовини, мг/дм³</i>	<i>Загальна бета-активність, БК/дм³</i>
06.10.2008	7,5	18	6,2	6,96	0,7	відсутні	відсутні	0,36	30,6	57,27	відсутні	0,16
17.03.2009	6,55	7	15,7	16,2	0,15	1,33	1,33	0,64	14,7	52	відсутні	0,16
01.03.2010	6,8	8	20,8	15,9	0,47	відсутні	відсутні	1,22	34	70,81	відсутні	1,24
20.04.2011	7,5	10	19,8	15,2	0,12	0,02	0,37	1,52	29,9	64,85	відсутні	0,03
19.03.2012	7,74	6	17,9	14,3	0,46	відсутні	9	0,61	31,4	57,8	відсутні	0,15
16.10.2013	7,14	15	7,2	7,4	0,17	відсутні	3,6	0,72	32,6	58,3	відсутні	0,13
25.05.2014	7,1	19	6,6	5,9	0,2	відсутні	0,35	0,69	32,1	49,7	відсутні	0,19
14.07.2018	7,16	23	8,9	7,2	0,15	відсутні	0,15	0,59	25,2	48,9	відсутні	0,11

Порядок розробки та затвердження нормативів гранично допустимого скидання та перелік забруднюючих речовин, що нормуються, встановлюється Кабінетом Міністрів України.

З метою встановлення якості питної води було відібрано проби з річок Десна (місце відбору проб м. Київ) та Кізка (місце відбору проб Вишгородський район), що відносяться до водовідбірних басейнів Дніпра. Далі було проведено ряд експериментальних досліджень, які узагальнено у Таблиці 3. Отримані дані було порівняно з показниками, що були отримані СЕС

м. Вишгород та науковцями кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій [6].

Головні висновки. Для зменшення негативного впливу підвищення вмісту речовин-забруднювачів необхідно проводити комплексний моніторинг усіх об'єктів навколишнього середовища, розробляти нові альтернативні технології водообробки, використання яких дозволило б отримувати безпечну для здоров'я питну воду, навіть з досить сильно забруднених деякими видами хімічних речовин (озонування, використання окисників).

Література

1. Романенко В.Д., Жукинський В.Н., Окснюк О.П. Методологічне предпосылки для установлення и использования екологічних нормативов качества поверхностных вод // Гидробиол. журн. 1999. 35, № 3. С. 3–14.
2. Окснюк О.П., Жукинський В.Н. Методические приёмы использования эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1983. 19, № 5. С. 63–67.
3. Исакова О.Н. Санитано-гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованного водоснабжения города Самары / О.Н. Исакова, О.В. Сазонова, Ю.А. Егорова [и др.] // Здоровье населения, качество жизни и социально-гигиенический мониторинг. 2014. С. 869–973.
4. Лукерченко В.Н. Перспективы развития водоснабжения Москвы и Московской области / В.Н. Лукерченко, Г.Н. Николадзе // Вода и экология. 2015. № 3. С. 38–42.
5. Керівний нормативний документ. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв України. Методика. КНД. 211.1.4.010-94. К. : Мін. природа України, 1994. 14 с.
6. ДСТУ 4208:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила відбирання», К. : Держспоживстандарт, 2007. 7 с.