

## ЕКОЛОГИЯ

УДК 502.5.+614.7:556.531

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ  
БАСЕЙНУ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ****С.В. Белан, доцент, к.т.н., О.В. Рыбалова, доцент, к.т.н., О.В. Козловська,  
студентка, Національний університет цивільного захисту України, м. Харків**

*Анотація.* Проаналізовано якісний стан р. Сіверський Донець у межах Харківської області та визначено рівень небезпеки рекреаційного водокористування на основі оцінки ризику для здоров'я населення.

*Ключові слова:* екологічна небезпека, рекреаційне водокористування, ризик для здоров'я населення, р. Сіверський Донець.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
БАСЕЙНА Р. СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ****С.В. Белан, доцент, к.т.н., О.В. Рыбалова, доцент, к.т.н., О.В. Козловская, студентка,  
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков**

*Аннотация.* Проанализировано качественное состояние р. Северский Донец в границах Харьковской области и определен уровень опасности рекреационного водопользования на основе оценки риска для здоровья населения.

*Ключевые слова:* экологическая опасность, рекреационное водопользование, риск для здоровья населения, р. Северский Донец.

**DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL DANGER OF WATER USE OF  
SEVERSKY DONETS BASIN IN KHARKIV REGION****S. Belan, Associate Professor, Candidate of Technical Science, O. Rybalova, Associate  
Professor, Candidate of Technical Science, O. Kozlovsky, student,  
National University of Defence Protection, Kharkiv**

*Abstract.* The qualitative state of Seversky Donets river in Kharkiv region is analyzed and the risk level of recreational water use based on risk assessment to provide public health is determined.

*Key words:* environmental danger, recreational water use, public health risk, Seversky Donets river.

**Вступ**

Безпека навколишнього середовища є обов'язковою умовою стійкого суспільного розвитку. Цим фактором обумовлена об'єктивна необхідність розробки інструментарію для виміру екологічної безпеки життєвого середовища і його використання при розробці стратегії розвитку суспільства з урахуванням рівноправної взаємодії екологічного, еконо-

мічного і соціального комплексів у рамках системи «навколишнє середовище–суспільство».

Недостатній облік екологічного фактора, виділення засобів на природоохоронну діяльність за залишковим принципом, відомчий підхід та інші недоліки і прорахунки в попередні роки зумовили небезпечно загострення екологічних проблем.

Територія басейну річки Сіверський Донець є найбільш урбанізованим та індустріально розвиненим регіоном України з інтенсивним сільським господарством. Незважаючи на зменшення промислового забруднення природного середовища внаслідок скорочення обсягів виробництва в Харківській області, екологічна ситуація залишається тут досить складною через повільні темпи впровадження природоохоронних заходів.

Тому дуже актуальною задачею є оцінка якісного стану водотоків басейну р. Сіверський Донець у межах Харківської області, з метою визначення екологічної небезпеки рекреаційного водокористування та пріоритетності впровадження необхідного комплексу природоохоронних заходів.

### Аналіз публікацій

З метою визначення рівня екологічної небезпеки в усіх країнах світу застосовують методи оцінки ризику для здоров'я населення [1–3]. В Україні ця проблема стала надзвичайно гострою з прийняттям в 1995 р. Верховною Радою Закону України «Про екологічну експертизу», який зобов'язує при проведенні екологічної експертизи урахувати оцінку екологічного ризику. Але в нашій країні існує лише одна офіційно затверджена методика обчислення величини ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря [4]. У 2009 році в Україні розроблено зміни та доповнення до пункту 2.45 ДБН А.2.2-1-2003 щодо оцінки ризику впливу планованої діяльності на навколишнє середовище [5], де представлено методику обчислювання величини ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря, а для інших компонентів довкілля рекомендовано використовувати російську методику [6].

В Росії використовують два основні підходи до оцінювання ризику для здоров'я населення: відповідно до наукового підходу Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA US) та метод оцінки потенційного ризику здоров'ю населення, розроблений під керівництвом професора Новікова С.М. [3]. Необхідно зауважити, що ці методи мають принципову відмінність: якщо американська методика дозволяє дійсно визначити небезпеку підвищення захворюваності населення онкологічними (канцерогенний ризик)

або іншими хворобами, то методика оцінки потенційного ризику показує рівень забруднення компонентів навколишнього природного середовища і розглядає негативні наслідки не в появі додаткових випадків захворювань, а як імовірність рефлекторних реакцій (відчуття роздратування, неприємного запаху тощо) чи ефектів психологічного дискомфорту, що також розцінюється як факт порушення здоров'я. Цей підхід застосовують за рівня забруднення об'єкта середовища існування до 10–15 ГДК [3].

В роботі [7] дано оцінку якості рекреаційних водних ресурсів на основі обчислення показника прийнятності потенційного ризику здоров'ю населення при рекреаційному водокористуванні та проранжовано адміністративні райони Харківської області за цією величиною. Визначення рівня небезпеки рекреаційного водокористування річки Сіверський Донець на основі американського наукового підходу до оцінювання ризику для здоров'я населення в цій статті наведено вперше.

### Мета і постановка задачі

Метою цієї публікації є ідентифікація найбільш забруднених ділянок річки Сіверський Донець в Харківській області на основі оцінки ризику для здоров'я населення для прийняття управлінських рішень щодо пріоритетності впровадження необхідного комплексу природоохоронних заходів.

### Якісний стан р. Сіверський Донець у Харківській області

Сьогодні одним із найбільш ефективних сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом навколишнього природного середовища та здоров'ям населення в певному регіоні чи місті є методи оцінки ризику для здоров'я населення. Методологія оцінки ризику спрямована на вибір оптимальних у даній конкретній ситуації шляхів усунення або зменшення ризику і складається з трьох взаємопов'язаних елементів: оцінка ризику; управління ризиком; інформування про ризик. Саме їх сукупність дозволяє не лише виявити існуючі проблеми, розробити шляхи їх вирішення, а і створити умови для практичної реалізації цих рішень.

Метод оцінки ризику ґрунтується на наборі типових випадків контакту людей з носіями

забруднення, типових фізико-хімічних механізмах – шляхах контактів людині з забруднювачами і наборі популяційних груп з однаковими умовами експозиції до забруднювачів. Сукупність усіляких шляхів, для різних груп, називається матрицею експозиції. Для кожного елемента матриці експозиції розраховується доза забруднювача [6]

$$LADI = \frac{(C/W) \times V \times F \times D}{T}, \quad (1)$$

де  $LADI$  – середня довгочасна щоденна доза, мг/(кг добу);  $C$  – концентрація забруднювача у контактному середовищі, мг/м<sup>3</sup>;  $W$  – вага тіла індивідуума, кг;  $V$  – споживання індивідом даного контактного середовища, м<sup>3</sup>/добу;  $F$  – частота події контакту з носієм, днів/рік;  $D$  – період, на який екстраполюються поточні умови експозиції, років;  $T$  – період осереднення дози, днів.

Для оцінки канцерогенного ризику для кожної забруднюючої речовини розраховуються показники ризику [6]

$$CR = SF \times LADI, \quad (2)$$

де  $CR$  – ймовірність занедужати раком, безвимірна (звичайно виражається в одиницях 1:1000000);  $SF$  – ймовірність одержання ракового захворювання у випадку прийому одиничної дози  $LADI$ , 1/мг/кг·доба.

При оцінці канцерогенного ризику доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану в публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000 рр.) (табл. 1).

Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводиться на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки за формулою [6]

$$HQ = AC/Rf, \quad (3)$$

де  $HQ$  – коефіцієнт небезпеки;  $AC$  – середня концентрація, мг/м<sup>3</sup>;  $Rf$  – референтна (безпечна) доза, мг/кг.

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо для умов короткотривалого (гострого), підгострого і тривалого впливу хімічної речовини. При цьому період осереднення експозиції та відповідних безпечних рівнів впливу має бути аналогічним.

Таблиця 1 Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий (De Manifestis) – неприйнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$> 10^{-3}$
Середній – припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел та можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3} - 10^{-4}$
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення)	$10^{-4} - 10^{-6}$
Мінімальний (De Minimis) – бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$< 10^{-6}$

Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у табл. 2.

Таблиця 2 Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як нехтовно малий	$< 1$
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	$> 1$

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин дають на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою [6]

$$HI = \sum HQ_i, \quad (4)$$

де  $HQ_i$  – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Розрахунок індексів небезпеки, як правило, проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу

досліджуваних речовин. Як свідчать результати наукових досліджень, найбільш імовірним типом комбінованого впливу компонентів суміші на одні й ті самі органи або системи організму є сумація (адитивність). Це правило не є універсальним, оскільки не враховує можливої різниці у механізмах специфічної дії компонентів суміші, а також локальних шкідливих реакцій у місці первинного контакту речовини з організмом (наприклад, на слизових оболонках дихальних шляхів або шлунка). Разом з тим, на думку міжнародних та закордонних експертів, такий підхід хоча і може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак має більшу перевагу в порівнянні з роздільною, незалежною оцінкою кожного із компонентів.

За наведеними вище формулами ризик може бути обчислений за окремими забруднюючими речовинами, різними територіями, групами населення тощо. Імовірнісна величина ризику дозволяє інтегрувати ризики за різними критеріями: територіальним, експозиційними групами, шляхами контакту, джерелами забруднення й окремими забруднюючими речовинами, компонентами навколишнього середовища.

Саме на основі цього методичного підходу було дано оцінку канцерогенного ризику та індексу небезпеки при рекреаційному використанні водних ресурсів р. Сіверський Донець у Харківській області.

Оцінка канцерогенного ризику показала, що він є прийнятним (табл. 3).

Таблиця 3 Канцерогенний ризик при рекреаційному водокористуванні р. Сіверський Донець

Місце розташування створу	Канцерогенний ризик для здоров'я населення
с. Есхар, 3 км гирло	1,525E-05
с. Червоний Оскіл	1,329E-05
с. Хорошево, міст	1,219E-05
м. Харків, гирло	1,217E-05
с. Есхар	1,187E-05
м. Харків, гирло, міст	1,184E-05
10 км вище м. Харків	1,082E-05
м. Ізюм, нижче міста	1,059E-05
м. Харків, вище міста	1,052E-05
с. Червона Гусарівка	1,027E-05
с. Огурцово, кордон із Росією	1,017E-05
с. Гатище, гирло, 1 км	9,921E-06

Закінчення табл. 3

Місце розташування створу	Канцерогенний ризик для здоров'я населення
с. Мала Данилівка, водозабір	9,869E-06
с. Єремівка, міст	9,862E-06
6 км нижче м. Зміїв	9,662E-06
с. Землянки, міст	8,961E-06
м. Ізюм, вище міста	8,883E-06
с. Криничне	8,803E-06
м. Зміїв, нижче міста	7,940E-06
р. Оскіл, н/б'єф	6,996E-06
с. Печеніги, гребля	6,545E-06
м. Ізюм, вище міста	4,742E-06

А оцінювання неканцерогенного ризику (індексу небезпеки) показало підвищену небезпеку водокористування р. Сіверський Донець, особливо в місті Ізюм (НІ = 59,5), с. Хорошево (НІ = 52,3) та Есхар (НІ = 49,7) (табл. 4, рис. 1).

Таблиця 4 Індекс небезпеки при рекреаційному водокористуванні р. Сіверський Донець

Місце розташування створу	НІ загальний
м. Ізюм, вище міста	59,548
с. Хорошево, міст	52,309
с. Есхар, 3 км гирло	49,661
м. Харків, гирло	42,479
с. Есхар	34,536
6 км нижче м. Зміїв	25,167
м. Харків, гирло, міст	23,618
с. Червона Гусарівка	23,501
с. Мала Данилівка	21,426
с. Криничне	21,398
м. Зміїв, нижче міста	20,172
10 км вище м. Харків	20,027
м. Ізюм, нижче міста	19,842
м. Харків, вище міста	19,775
м. Ізюм, вище міста	18,778
с. Єремівка, міст	18,218
с. Огурцово	15,221
с. Гатище, гирло, 1 км	14,704
с. Червоний Оскіл	14,346
с. Землянки, міст	13,332
р. Оскіл, н/б'єф	13,198
с. Печеніги	9,872

Розрахунок індексу небезпеки показав, що при рекреаційному використанні р. Сіверський Донець ймовірність виникнення хвороб печінки, нирок, крові та серцево-судинної системи є найвищою.

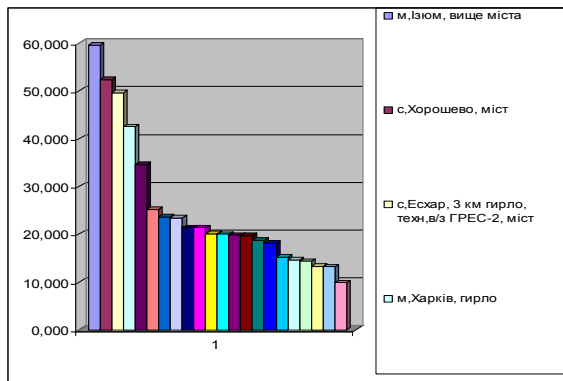


Рис. 1. Ранжування постів спостереження за якісним станом р. Сіверський Донець у Харківській області

Таким чином, ранжування постів спостереження за якісним станом річки Сіверський Донець у Харківській області за величиною індексу небезпеки показало термінову необхідність упровадження природоохоронних заходів у районі розташування м. Ізюм, с. Хорошево, с. Есхар та в м. Харків.

### Висновки

Визначення ризику від забруднення поверхневих вод дозволяє прогнозувати імовірність і медико-соціальну значущість можливих порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу, а також встановлювати першочерговість і пріоритетність заходів з керування факторами ризику на індивідуальному та популяційному рівнях.

Визначення факторів ризику, доведення їх ролі у порушенні здоров'я людини, а також кількісна характеристика залежностей шкідливих ефектів від рівнів впливу конкретних факторів дозволяють оцінити реальну загрозу здоров'ю населення, що проживає на певних територіях, і дають об'єктивні підстави для впровадження профілактичних заходів.

### Література

1. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epa.gov/iris>
2. California Environmental Protection Agency (EPA). Toxicity Criteria Database [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>.
3. Киселев А.Ф. Оценка риска здоровью / А.Ф. Киселев, К.Б. Фридман. – С.Пб.: Питер, 1997. – 100 с.
4. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. – К., 2007. – 40 с.
5. Зміни та доповнення до п. 2.45 ДБН А.2.2-1-2003\* «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд». – К., 2010.
6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
7. Рибалова О.В. Оцінка небезпеки рекреаційного використання водотоків Харківської області як важливого показника якості життя / О.В. Рибалова, С.В. Белан, Є.О. Варивода // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3/11 (51). – С. 30–33.

Рецензент: В.О. Юрченко, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 27 березня 2013 р.