

**Марія КОСТЬ, Роман ПАНЬКІВ, Ірина САХНЮК,
Роман КОЗАК, Оріся МАЙКУТ, Ігор БЕРЕЗОВСЬКИЙ**

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОД
РІЧОК БАСЕЙНУ р. СЯН У МЕЖАХ УКРАЇНИ**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,
e-mail: igggk@mail.lviv.ua

Досліджено особливості розподілу Fe, Sr, Mn, Ba, Ti, Zn, Li, Cr, Cu, V, Mo, Pb, Ni, Co та Cd у річках Шкло, Завадівка, Гребелька, Гноєнець, Ретичин, Вишня (Львівська обл.). Проведено екологічну оцінку якості вод за ступенем їхньої чистоти (забрудненості). Води поганої якості – брудні – має р. Ретичин (Mn), посередньої якості – помірно забруднені – річки Шкло (Fe, Mn), Гноєнець (Mn), Вишня (Fe, Mn), Завадівка (Mn). Задовільну якість мають слабо забруднені води р. Гребелька (Mn, Fe). Основними джерелами забруднення вод мікроелементами є добрива, підземні води, відходи флотації сірчаних руд, комунально-побутові стоки.

Ключові слова: транскордонні річки, важкі метали, класи якості вод, категорії якості вод, екологічна оцінка.

Вступ. Геологічне середовище Передкарпатського прогину Львівської області зазнає відчутного навантаження переважно через дії підприємств гірничодобувного комплексу. У межах Зовнішньої зони прогину, на границі із Східноєвропейською платформою поширені родовища Передкарпатської сірконосної провінції, у Внутрішній і Зовнішній зонах – родовища нафти, газу та калійних солей.

Блокова будова зони зчленування платформи з прогином зумовлює різну глибину залягання сірконосних вапняків. Тому одні родовища (Язівське, Подорожненське, Роздільське) розроблялися кар'єрним способом, інші (Немирівське, північна частина Язівського) – методом підземної виплавки. За порівняно короткий час експлуатація сірчаних родовищ призвела до зміни геологічних умов, фізико-механічних властивостей і складу ґрунтів, активізації екзогенних процесів, погіршення якості природних вод.

Зміна екологічного стану вод річок та їхніх басейнів спричиняє деградацію природних й утворення нових природно-господарських екосистем, значно простіших і тому нестійких. У зв'язку з цим оздоровлення річок неможливе без поліпшення екологічного стану їхніх басейнів.

Мета роботи – встановити особливості розподілу Fe, Sr, Mn, Ba, Ti, Zn, Li, Cr, Cu, V, Mo, Pb, Ni, Co та Cd у транскордонних річках Львівщини та провести екологічну оцінку якості їхніх вод за вмістом мікроелементів.

Перші гідрогеохімічні дослідження поверхневих вод річок Яворівщини (2005–2006 роки) проведені спільно з Карпатським відділом Державно-

го геологічного інституту Польщі. З 2007 р. їх продовжували тільки співробітники відділу нафтогазової гідрогеології, геохімії і охорони гідросфери Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України в рамках бюджетної теми Б 3/07 “Вплив діяльності гірничо-видобувних підприємств на стан навколишнього середовища прикордонних територій України і Польщі”. Результати досліджень гідрохімічних особливостей малих транскордонних річок Яворівщини опубліковані в роботі (Гідрохімічна..., 2009).

Об’єкт дослідження – поверхневі води басейну р. Сян, що протікає по території Республіки Польща і впадає в р. Вісла (річки Шкло, Завадівка, Гребелька, Вишня).

Авторами посезонно (весною і восени) упродовж 2005–2008 рр. були випробувані водотоки (р. Шкло і її притоки Гноснець та Ретичин; р. Завадівка; р. Гребелька і її притоки) у десяти пунктах Яворівського району (с-ще Шкло, м. Яворів, с-ще Краковець, села Терновиця, Руда-Краковецька, Завадів, Грушів, Салаші, Вороблячин, присілок Калитяки), а 2008 р. ще й р. Вишня – у трьох пунктах Мостиського району (м. Судова Вишня, села Твіржа, Мазури) (рисунок).

Методика досліджень. Аналізи поверхневих вод проведені в атестованій лабораторії спектральних і хімічних методів аналізу Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України.

Води для визначення металів консервували, додаючи 5 мл концентрованої азотної кислоти на 1 л проби. Мікрокомпоненти концентрували упарюванням проби. Концентрацію Fe, Sr, Mn, Zn, Li, Cu, Pb, Ni, Co та Cd у пробах встановлено атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрах С-115, С-115 М1 (Унифицированные..., 1983). Чутливість визначення для різних елементів становить 0,01–0,10 мг/дм³, точність – 3–5 %. Вміст Ba, Ti, Cr, V, Mo визначено атомно-емісійним спектральним методом (спектрографи СТЭ-1 та ИСП-51).

Результати досліджень. Узагальнені дані щодо концентрації металів у річках, отримані протягом 2005–2008 років, наведені в табл. 1, а в табл. 2 – екологічні нормативи якості поверхневих вод, використані при оцінці якості річок Львівщини за ступенем їхньої чистоти (забрудненості).

Ферум. Концентрація цього елемента в річках коливається в межах від 0,067 до 4,3 мг/дм³. Гранично допустима концентрація (ГДК) для культурно-побутового користування – 0,3 мг/дм³ (Санитарные..., 1988). Його підвищений вміст (> 1 мг/дм³) значно погіршує якість води і ускладнює можливість її використання для питних і технічних потреб. Середній вміст Fe для річкових вод відповідає 0,41 мг/дм³.

У поверхневих водах р. Шкло спостерігається підвищений вміст Fe, середня кількість якого – 4,2 ГДК, а максимальний рівень встановлено у водах річки (с-ще Краковець) восени 2006 р. та весною незалежно від року (4,3–14,3 ГДК). За методикою оцінки якості поверхневих вод (див. табл. 2), води цього пункту за вмістом Fe можуть відповідати 7-й категорії (дуже брудні). У р. Завадівка восени 2006 р. відзначено перевищення ГДК у 3–3,5 рази, води відповідали 5-й (помірно забруднені) та 6-й (брудні) категоріям. У цей сезон спостерігається зменшення Fe у водах річки за течією до 2,1 ГДК; води 4-ї категорії (слабко забруднені). У річках Ретичин (5,7 ГДК),

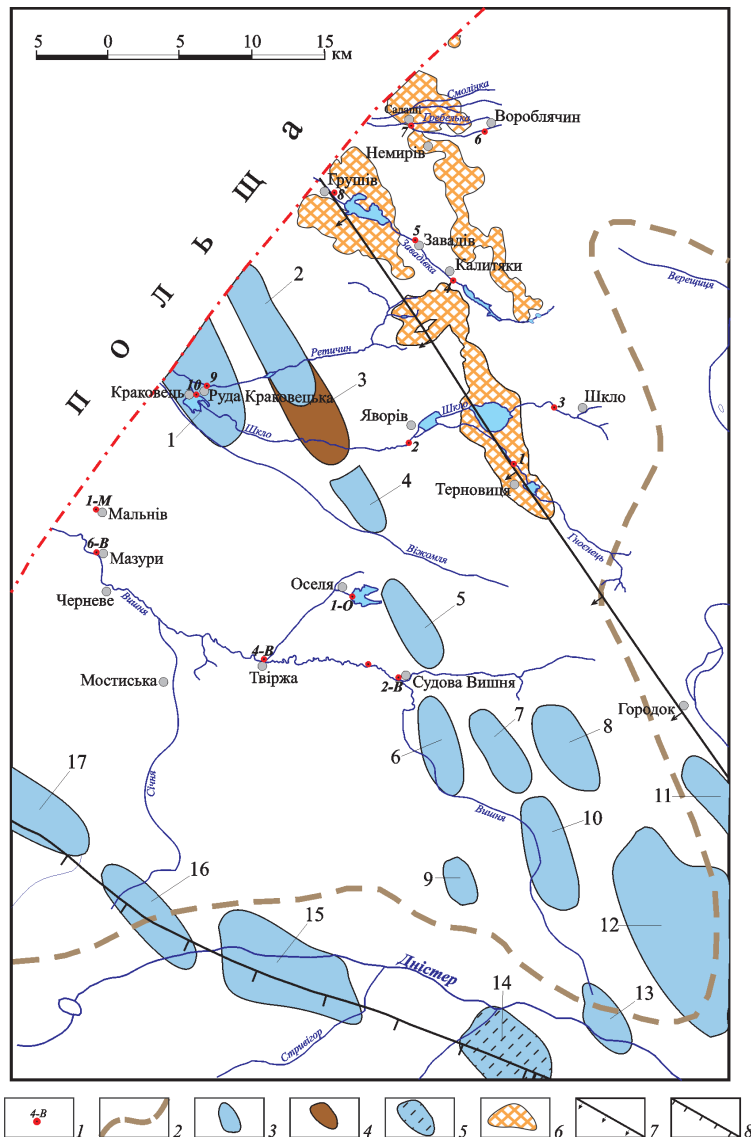


Схема розташування пунктів водовипробування:

1 – пункт відбору проб води; 2 – Центральноєвропейський вододіл; родовища: 3 – газові, 4 – нафтові, 5 – газоконденсатні, 6 – сірчані; 7 – північно-східна межа Зовнішньої зони Передкарпатського прогину; 8 – північно-східна межа Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Родовища: 1 – Ретичинське; 2 – Свидницьке; 3 – Коханівське; 4 – Вижомлянське; 5 – Вишнянське; 6 – Никловицьке; 7 – Орховицьке; 8 – Добрянське; 9 – Макунівське; 10 – Дубаневицьке; 11 – Городоцьке; 12 – Рудківське; 13 – Новосілківське; 14 – Залужанське; 15 – Пинянське; 16 – Садковицьке; 17 – Хідновицьке.

Гноєнець (3,3 ГДК) та Гребелька (3,3 ГДК) зафіксовано перевищення кількості мікроелемента. Максимальний вміст Fe (6,4–12,4 ГДК) встановлено у водах р. Вишня весною 2008 р., а восени – нижчий (2,6–2,9 ГДК). Слід зазначити, що у 2008 р. концентрація Fe у досліджуваних річках має тенденцію до зменшення порівняно з попереднім роком, хоча вони продовжують залишатися слабо та помірно забрудненими. Лише в р. Шкло (с-ще Краковець) води брудні, а у верхів'ї річки (с-ще Шкло) – чисті.

Т а б л и ц я 1. Концентрація елементів у поверхневих водах Львівщини, мг/дм³

| Басейн річки | Fe | Sr | Mn | Ba | Ti | Zn | Li | Cr | Cu | V | Mo |
|----------------------|--------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| | <i>Мінімальна</i> | | | | | | | | | | |
| Шкло | 0,07 | 0,56 | 0,010 | 0,030 | <0,002 | <0,003 | ≤0,001 | 0,0009 | <0,0020 | <0,002 | <0,003 |
| Гносець | 0,29 | 0,23 | 0,130 | 0,028 | <0,002 | 0,004 | 0,003 | <0,0023 | <0,0019 | <0,002 | <0,003 |
| Ретичин | 0,23 | 0,23 | 0,178 | 0,030 | <0,002 | <0,003 | 0,008 | >0,0030 | <0,0020 | <0,002 | <0,003 |
| Завадівка | 0,18 | 0,15 | 0,067 | 0,031 | <0,002 | 0,002 | <0,001 | <0,0007 | <0,0020 | <0,002 | <0,003 |
| Гребелька притоки | 0,14 | 0,43 | 0,079 | 0,038 | <0,002 | <0,003 | ≤0,001 | <0,003 | <0,0020 | <0,002 | <0,003 |
| р. Гребелька | 0,35 | 0,44 | 0,105 | 0,060 | <0,002 | <0,003 | 0,002 | <0,003 | <0,0020 | <0,002 | <0,003 |
| Вишня | 0,80 | 0,23 | 0,130 | 0,030 | 0,006 | 0,008 | 0,005 | <0,0015 | 0,0039 | 0,0035 | 0,0011 |
| | <i>Максимальна</i> | | | | | | | | | | |
| Шкло | 4,30 | 2,73 | 2,246 | 0,160 | 0,067 | 0,083 | 0,054 | 0,0077 | 0,0060 | 0,0103 | 0,0067 |
| Гносець | 1,00 | 0,87 | 1,041 | 0,150 | 0,166 | 0,058 | 0,008 | 0,0040 | 0,0056 | 0,0055 | 0,0048 |
| Ретичин | 1,70 | 0,47 | 1,060 | 0,200 | 0,024 | 0,038 | 0,014 | 0,0048 | 0,0062 | 0,0055 | 0,0016 |
| Завадівка | 1,06 | 0,53 | 0,617 | 0,140 | 0,038 | 0,019 | 0,003 | 0,0096 | 0,0044 | 0,0066 | 0,0029 |
| Гребелька притоки | 1,00 | 0,60 | 0,350 | 0,160 | 0,051 | 0,014 | 0,003 | 0,0074 | 0,0046 | 0,0036 | 0,0022 |
| р. Гребелька | 0,75 | 1,00 | 0,160 | 0,078 | 0,024 | 0,017 | 0,012 | 0,0027 | 0,0050 | 0,0045 | 0,0057 |
| Вишня | 3,71 | 0,30 | 0,370 | 0,100 | 0,037 | 0,026 | 0,007 | 0,0076 | 0,0068 | 0,0045 | 0,0040 |
| | <i>Середня</i> | | | | | | | | | | |
| Шкло | 1,25 | 1,40 | 0,454 | 0,082 | 0,015 | 0,016 | 0,017 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0031 | 0,0030 |
| Гносець | 0,48 | 0,59 | 0,392 | 0,057 | 0,038 | 0,014 | 0,005 | 0,0028 | 0,0030 | 0,0031 | 0,0030 |
| Ретичин | 0,89 | 0,37 | 0,870 | 0,070 | 0,008 | 0,016 | 0,010 | 0,0034 | 0,0030 | 0,0017 | 0,0019 |
| Завадівка | 0,65 | 0,33 | 0,229 | 0,074 | 0,010 | 0,006 | <0,002 | 0,0031 | 0,0030 | 0,0020 | 0,0021 |
| Гребелька притоки | 0,50 | 0,48 | 0,190 | 0,065 | 0,014 | 0,006 | <0,002 | 0,0031 | 0,0030 | 0,0019 | 0,0020 |
| р. Гребелька | 0,56 | 0,85 | 0,149 | 0,070 | 0,008 | 0,008 | 0,006 | 0,0037 | 0,0030 | 0,0026 | 0,0030 |
| Вишня | 1,75 | 0,27 | 0,240 | 0,058 | 0,023 | 0,013 | 0,006 | 0,0037 | 0,0048 | 0,0041 | 0,0024 |
| Середнє по річках | 0,87 | 0,61 | 0,360 | 0,068 | 0,017 | 0,011 | 0,007 | 0,0033 | 0,0030 | 0,0026 | 0,0025 |

Т а б л и ц я 2. Екологічні нормативи якості поверхневих вод (Методика..., 2001)

| Назва класів якості вод за ступенем чистоти (забрудненості) | Класифікація якості поверхневих вод | | | | | V | |
|--|-------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|--------------------|---------------|-------------|
| | I | II | | III | IV | | |
| | Дуже чисті | Чисті | | Забруднені | Брудні | | |
| Назва категорій якості вод за ступенем чистоти (забрудненості) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Дуже чисті | Чисті | Досить чисті | Слабко забруднені | Помірно забруднені | Брудні | Дуже брудні |
| Кадмій | <0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0003–0,0005 | 0,0006–0,0015 | 0,0016–0,0050 | >0,005 |
| Купрум | <0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,003–0,010 | 0,011–0,025 | 0,026–0,050 | >0,050 |
| Цинк | <0,01 | 0,010–0,015 | 0,016–0,020 | 0,021–0,050 | 0,051–0,100 | 0,101–0,200 | >0,20 |
| Плюмбум | <0,002 | 0,002–0,005 | 0,006–0,010 | 0,011–0,020 | 0,021–0,050 | 0,051–0,100 | >0,10 |
| Нікол | <0,001 | 0,001–0,005 | 0,006–0,010 | 0,011–0,020 | 0,021–0,050 | 0,051–0,100 | >0,10 |
| Ферум | <0,050 | 0,050–0,070 | 0,076–0,100 | 0,101–0,500 | 0,501–1,000 | 1,001–1,500 | >2,50 |
| Манган | <0,01 | 0,010–0,025 | 0,026–0,050 | 0,051–0,100 | 0,101–0,500 | 0,501–1,000 | >1,25 |
| Хром | <0,002 | 0,002–0,003 | 0,004–0,005 | 0,006–0,010 | 0,011–0,025 | 0,026–0,050 | >0,050 |

Примітка. Концентрація елементів у поверхневих водах наведена в мг/дм³.

Стронцій. Його кількість у річках Яворівщини коливається в межах від 0,15 до 2,73 мг/дм³ і не перевищує ГДК – 7 мг/дм³ (Санитарные..., 1988), але значно вища від середнього вмісту в незабруднених прісних водоймах – 0,025 мг/дм³. Максимальна концентрація властива водам середньої течії р. Шкло (після її витікання з Яворівського озера): у м. Яворів – 1,83 (1,25–2,73), с-ще Краковець – 1,47 (0,84–2,40) мг/дм³. Зазначимо, що кількість Sr у р. Шкло (верхів'ї) та р. Гноєнець виявлено в межах 0,23–0,87 мг/дм³. Його концентрація у водах річок Завадівка, Вишня, Ретичин, Гребелька знаходиться на рівні 0,15–0,60 мг/дм³, а притоки р. Гребелька – 0,73–1,00 мг/дм³.

Підвищений вміст Стронцію, очевидно, пов'язаний із внесенням у ґрунти вапняково-сірчаного добрива. Встановлено, що його використання на полях в зоні впливу Яворівського ДП “Сірка” та за межами цієї зони впливає на вміст Sr у водах річок Передкарпаття, який знаходиться в прямій залежності від масштабів застосування цього добрива (Кушнір і ін., 1995). Виявлено, що в присутності метастабільних сполук сірки різко зростає розчинність багатьох малорозчинних сполук металів, особливо Fe, Pb і Cu. Забруднення річок Стронцієм відбувається також і внаслідок підтоку баденських підземних вод. Іншим його джерелом можуть бути хвостосховища, у яких заскладовані відходи флотації і плавлення сірчанних руд. Так, у тимчасовому хвостосховищі, розміщеному в західній частині гідровідвалу (2 км на захід від сірчаного кар'єру), заскладовано 6 млн м³ відходів флотації сірчанних руд (Гайдін, Зо-зуля, 2007).

Манган. Його концентрація в досліджуваних водах річок коливається в межах від 0,010 до 2,246 мг/дм³. Найнижчий вміст виявлено восени у водах верхів'я р. Шкло – 0,035 (0,029–0,046), р. Завадівка (с. Грушів) – 0,078 (0,067–0,089) і р. Гребелька – 0,083 (0,079–0,087) мг/дм³, а найвищий у р. Ретичин – 0,874 (0,18–2,20) мг/дм³, незалежно від сезону. У р. Завадівка концентрація Mn спадає за течією: присілок Калитяки – 0,334 (0,220–0,617) → с. Завадів – 0,181 (0,067–0,617) → с. Грушів – 0,172 (0,067–0,409), натомість у р. Шкло зростає: с-ще Шкло – 0,035 (0,029–0,046) → м. Яворів – 0,388 (0,084–0,932) → с-ще Краковець – 0,859 (0,340–2,246) мг/дм³. У р. Вишня вміст елемента встановлено на рівні 0,28–0,37 мг/дм³ (весною) та 0,13–0,17 мг/дм³ (восени).

Виявлені кількості є значно вищими від санітарно-гігієнічної ГДК (0,1 мг/дм³ (Санитарные..., 1988)). Середній вміст Mn у незабруднених прісних водоймах знаходиться в межах від 0,001 до 0,010 мг/дм³. Загалом досліджені поверхневі води басейну р. Сян можна схарактеризувати як збагачені елементом відносно його середнього вмісту для річкових вод і як такі, що містять Mn в 1,25–22,46 рази вище від санітарно-гігієнічних норм.

Восени 2008 р. води верхів'я р. Шкло за вмістом Мангану були досить чистими (3-тя категорія). Води р. Ретичин, де його кількість становила 2,2 мг/дм³, зараховано до 7-ї категорії (дуже брудні). Води 4-ї категорії (слабко забруднені) встановлено в басейнах Гребельки та Завадівки (с. Грушів), а 5-ї (помірно забруднені) – у річках Вишня, Шкло (м. Яворів, с-ще Краковець), Гноєнець та Завадівка (присілок Калитяки, с. Завадів).

Барій. Кількість Ba у річках Львівщини становить від 0,03 до 0,20 мг/дм³. Його найвища концентрація у р. Шкло (с-ще Шкло) – 0,118–0,153

та р. Завадівка (с. Завадів) – 0,111–0,118 мг/дм³ восени 2005 та 2006 років. Восени 2008 р. його підвищені кількості відносно ГДК (0,1 мг/дм³ (Санитарные..., 1988)) встановлено в річках Шкло (с-ще Краковець), Гребелька, Гноєнець та Ретичин у межах 0,15–0,20 мг/дм³. Мінімальна концентрація Ва у водах річок знаходилася на рівні 0,057–0,100 мг/дм³.

Титан. У досліджених природних водах концентрація Ті становить <0,002–0,166 мг/дм³. Санітарно-гігієнічна ГДК – 0,1 мг/дм³ (Санитарные..., 1988). Підвищений вміст елемента відносно ГДК виявлено весною 2007 р. у р. Гноєнець (0,166 мг/дм³). Восени 2008 р. кількість Ті у водах річок встановлена на рівні 0,017–0,055 мг/дм³.

Цинк. Вміст Zn коливається в межах від <0,003 до 0,083 мг/дм³ і не перевищує порогових концентрацій (0,1–0,3 мг/дм³ (Грушко..., 1972)) під час зниження процесів самоочищення річок. Кількість елемента в незабруднених прісних водоймах – у межах 0,005–0,015 мг/дм³ і є значно нижчою від санітарно-гігієнічної ГДК (1,0 мг/дм³ (Санитарные..., 1988)).

Цинк добре розчиняється у воді. Міграційна здатність більша, ніж Плюмбуму та Купрум. За величиною природного твердого та розчинного стоку мікроелемент стоїть на першому місці серед важких металів, хоча в ряду нагромадження мікроелементів у зависі, порівняно з їхнім вмістом у річкової воді (Красинцева..., 1977), Zn займає місце: Cr > Co > Zn > Cu.

Зауважимо, що його максимальні кількості (0,016–0,058 мг/дм³) зафіксовані весною 2007 р. За методикою екологічної оцінки (див. табл. 2), води середньої течії р. Шкло (після її витікання з Яворівського озера) та її притоки (р. Ретичин) за вмістом Цинку відповідали 4-й та 5-й категоріям якості вод. Лише води річок Гребелька та Завадівка (присілок Калитяки, с. Грушів), де концентрація Zn становила 0,007 та 0,004–0,005 мг/дм³ відповідно, – 1-й категорії (дуже чисті).

Упродовж 2007–2008 рр. спостерігається зниження кількості елемента. Восени 2008 р. води річок Вишня, Гребелька, Завадівка (села Завадів та Грушів) за вмістом металу відповідали 1-й категорії (дуже чисті), р. Шкло (с-ще Шкло), р. Завадівка (присілок Калитяки) – 2-й (чисті), а р. Ретичин – 4-й (слабко забруднені).

Літій. Кількість Li у водах річок басейну Сян знаходиться в межах від <0,001 до 0,054 мг/дм³. Його вміст на рівні <0,001–0,008 мг/дм³ виявлений у водах р. Завадівка, Гребелька, Гноєнець, Шкло (верхів'я) незалежно від місця відбору та сезону. Концентрація елемента в р. Вишня коливається від 0,005 до 0,007 мг/дм³. У водах р. Ретичин та притоки р. Гребелька кількість Літію встановлена в межах <0,002–0,014 мг/дм³. Найбільша концентрація у водах середньої течії р. Шкло: у м. Яворів – 0,029 (0,016–0,054) і с-щі Краковець – 0,020 (0,015–0,026) мг/дм³. ГДК елемента для культурно-побутового користування становить 0,03 мг/дм³ (Санитарные..., 1988). Підвищений вміст (відносно ГДК) Li виявлений у р. Шкло: у м. Яворів – 0,054 (осінь 2005 р.) та 0,035 (весна 2007 р.) мг/дм³.

Хром. За даними проведеного моніторингу, вміст Cr у воді річок Львівщини не перевищує культурно-побутової ГДК – 0,05 мг/дм³ (Санитарные..., 1988) і знаходиться в межах від <0,0030 до 0,0096 мг/дм³. Відомо, що сполуки шестивалентного Cr є стійкими у воді, самоочищення майже не відбу-

вається. При лужній реакції їхня стабільність зменшується, при кислотній – зростає. У такій формі елемент затримує процеси самоочищення води від органіки, побутових та промислових стоків. На токсичність його сполук впливає присутність органіки: із її збільшенням токсичність зменшується. Проте в природних водах стійкіший Cr^{3+} , який є менш токсичним. Так, ссавці здатні витримувати 100–200-разове перевищення норми його вмісту без шкідливих наслідків.

Найвищі кількості елемента (0,0051–0,0096 мг/дм³) встановлено весною 2008 р. За методикою екологічної оцінки, води річок Шкло (м. Яворів, с-ще Краковець), Завадівка (с. Грушів), Гребелька, Вишня (села Твіржа, Мазури) за вмістом Cr відповідали 4-й категорії якості вод – слабо забруднені. У більшості досліджуваних річок води належали до 3-ї категорії (досить чисті). Восени того самого року спостерігається зниження концентрації Cr у річках до <0,0007–0,0030 мг/дм³. Води річок зараховані до 1-ї та 2-ї категорій (дуже чисті, чисті).

Купрум. У водах річок досліджуваного регіону метал виявлено у кількостях від <0,0020 до 0,0068 мг/дм³, які не перевищують концентрацію (0,01 мг/дм³ (Грушко..., 1972)), за межами якої відбувається інгібуєчий вплив елемента на розвиток водної рослинності, що затримує процеси самоочищення річкової води. Середній вміст Cu у незабруднених прісних водоймах знаходиться на рівні від 0,0005 до 0,0010 мг/дм³. Максимальні кількості елемента встановлені восени 2007 р. у водах середньої течії річок Шкло (0,0050–0,0056 мг/дм³), Гноєнець (0,0056), Ретичин (0,0062), притоки р. Гребелька (0,0050). Проте у 2008 р. спостерігалось зниження вмісту Cu до 0,0019–0,0031 мг/дм³.

Восени 2008 р. води р. Шкло та її притоки р. Ретичин відповідали 4-й категорії (слабо забруднені). Води інших річок – 2-й (чисті) та 3-й (досить чисті) категоріям. У табл. 3 наведено результати екологічної оцінки якості вод для Fe, Mn, Zn, Cu, Cr за методикою екологічної оцінки (станом на осінь 2008 р.).

Ванадій. Вміст Ванадію у річках – <0,0020–0,0103 мг/дм³. Він є нижчим від критичного, згідно із санітарно-гігієнічними нормами (0,1 мг/дм³ (Санітарные..., 1988)). Його кількості знаходяться на рівні концентрації, характерної для природних поверхневих вод (0,0027–0,0060 мг/дм³). Підви-

Т а б л и ц я 3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Львівщини

| Басейн річки | Клас (категорія) якості вод за вмістом | | | | |
|--------------|--|---------|---------|---------|--------|
| | Fe | Mn | Zn | Cu | Cr |
| Шкло | III (5) | III (5) | I (1) | III (4) | I (1) |
| Гноєнець | III (4) | III (5) | I (1) | II (2) | I (1) |
| Ретичин | III (4) | V (7) | III (4) | III (4) | II (2) |
| Завадівка | III (4) | III (5) | I (1) | II (3) | I (1) |
| Гребелька | III (4) | III (4) | I (1) | II (2) | I (1) |
| Вишня | III (5) | III (5) | I (1) | III (4) | I (1) |

Примітка. Назви класів (категорій) якості вод за ступенем чистоти (забрудненості) див. табл. 2.

щений вміст Ванадію виявлено в р. Шкло (у м. Яворів весною 2008 р. – 0,0103 мг/дм³) та р. Завадівка (у с. Калитяки восени 2008 р. – 0,0066 мг/дм³). Слід зазначити, що вміст елемента в досліджуваних річках мало залежить від пори року.

Молібден. Кількість Молібдену у воді річок, за даними моніторингових досліджень, становить <0,0030–0,0067 мг/дм³. Для елемента культурно-побутова ГДК оцінюється в 0,25 мг/дм³ (Санитарные..., 1988), реальний вміст Мо у річкових водах знаходиться нижче від цього значення.

Восени 2008 р. його кількість у р. Вишня становила 0,0034–0,0040 (0,0035), р. Завадівка – 0,0016–0,0029 (0,0022), р. Шкло – 0,0021–0,0049 (0,0039), р. Ретичин – 0,0016, р. Гносець – 0,0047, р. Гребелька – 0,0022 мг/дм³.

Плюмбум. У проаналізованих річкових водах вміст Pb знаходиться в кількостях, нижчих від 0,01 мг/дм³.

Відомо, що елемент у незабруднених річкових водах міститься в кількостях від 0,1 до 1,0 мкг/дм³. Вища концентрація Pb зумовлена його надходженням із промисловими стоками. Встановлена ГДК для культурно-побутових водойм – 0,03 мг/дм³ (Санитарные..., 1988). Плюмбум утворює комплексні сполуки з лігандами, акумулюється в органічних компонентах водних екосистем. У розчині у воді він знаходиться у вигляді неорганічних, органо-мінеральних комплексів та простих іонів. Особливості розподілу та міграції елемента в природних водах обумовлюються інтенсивністю осідання та комплексуванням з органічними та неорганічними лігандами.

Однією із причин низького вмісту елемента в транскордонних річках Львівщини може бути встановлена авторами підвищена лужність середовища міграції, коли Плюмбум легко вступає в реакції з головними макрокомпонентами природних вод, утворюючи важкорозчинні сполуки (карбонати, сульфати, сульфідиди, гідроокиси) (Гідрохімічна..., 2009). Води досліджуваних річок відповідають 1–3-й категоріям якості вод (дуже чисті, чисті, досить чисті).

Нікол. Концентрація Ni у водах транскордонних річок Вишня, Шкло, Завадівка, Гребелька та притоках виявлена в кількостях, менших ніж 0,005 мг/дм³, що значно менше від величини культурно-побутової ГДК (0,1 мг/дм³) і величини вмісту (1 мг/дм³), який негативно впливає на процеси самоочищення вод річок (Санитарные..., 1988; Грушко..., 1972). Середні значення елемента в незабруднених і слабо забруднених водах річок становлять 0,0008–0,0100 мг/дм³.

За екологічними нормативами якості поверхневих вод (див. табл. 2), вміст Ніколу близький до значень, що відповідають 1-й та 2-й категоріям якості вод (дуже чисті, чисті).

Кобальт. Вміст Co у воді річок Львівщини виявлений у кількостях, менших ніж 0,002 мг/дм³, не досягає культурно-побутової ГДК – 0,1 мг/дм³ (Санитарные..., 1988) і не перевищує середній вміст для поверхневих водойм (0,00004–0,00800 мг/дм³).

Кобальт – біологічно активний елемент, йому властива менша міграційна здатність, ніж Ніколу. За величиною природного твердого стоку він поступається Zn, Pb, V, Cr, Cu та Ni. За ступенем нагромадження в завислих частинках – випереджає Cu та Zn, але поступається Cr (Красинцева...,

1977). У твердій фазі його форми міграції зменшуються в ряді: окиси та гідроокиси – сполуки з органічною речовиною – сорбовані. У розчині основна кількість елемента зв'язана з металоорганічними сполуками.

Кадмій. Вміст Cd у досліджуваних пробах вод знаходиться в кількостях, менших ніж 0,001 мг/дм³. Санітарно-гігієнічна ГДК для елемента в поверхневих водоймах становить 0,001 мг/дм³ (Санитарные..., 1988).

У незабруднених і слабо забруднених водах річок вміст мікроелемента сягає субмікрограмових концентрацій. У річкових водах Cd сорбується на завислій речовині, входить до комплексних сполук з органічною речовиною та переноситься в цій формі (Мур, Рамамурти, 1987).

Висновки. Узагальнивши дані, отримані під час моніторингових досліджень, ми встановили деякі закономірності розподілу мікроелементів:

1. Загальний розподіл мікроелементів у водах річок можна відобразити таким рядом:

Fe > Sr > Mn > Ba > Ti > Zn > Li > Cr > Cu > V > Mo > (Pb, Ni, Co, Cd).

2. Концентрація елементів коливається в таких межах (мг/дм³): Fe 0,03–4,30; Sr 0,28–2,73; Mn 0,010–2,246; Ba 0,03–0,20; Ti <0,002–0,166; Zn 0,002–0,083; Li <0,001–0,054; Cr <0,0007–0,0096; Cu <0,0020–0,0068; V <0,0020–0,0103; Mo <0,0030–0,0067; Pb <0,01; Ni <0,005; Co <0,002; Cd <0,001.

3. Cd, Co, Pb, Ni у водах річок виявлені в кількостях, значно нижчих від санітарно-гігієнічних ГДК, незалежно від сезону. Вміст Cu та Sr у водах річок восени дещо зростає, а Mn, Zn та Fe – зменшується. Концентрація металів по течії р. Завадівка зменшується або не змінюється, а по течії р. Шкло – зростає, особливо різко після її витoku з Яворівського озера. Найвищий вміст Sr, Li, Fe, Zn, Mn встановлений у водах середньої течії р. Шкло.

4. Води поганої якості – брудні – має р. Ретичин (Mn); посередньої якості – помірно забруднені – річки Шкло (Fe, Mn), Вишня (Fe, Mn), Гноєнець (Mn), Завадівка (Mn); задовільної якості – слабо забруднені – р. Гребелька (Mn, Fe).

5. Основні джерела забруднення вод мікроелементами: добрива, підземні води, відходи флотації сірчанних руд, комунально-побутові стоки.

Отримані дані щодо стану поверхневих вод Львівщини вказують на доволі складні санітарно-гігієнічні умови, що, у свою чергу, викликає необхідність проведення практичних природоохоронних заходів з метою наближення якості цих вод до екологічних нормативів якості чистоти поверхневих вод суші.

Гайдін А. М., Зозуля І. І. Яворівське озеро. – Львів, 2007. – 71 с.

Гідрохімічна характеристика транскордонних річок Яворіщини / Р. Паньків, В. Колодій, Ю. Хованець і ін. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 2 (147). – С. 84–99.

Грушко Я. М. Ядовитые металлы и их соединения в промышленных сточных водах. – М. : Медицина, 1972. – 97 с.

Красинцева В. В. Формирование минерального стока речных вод. – М. : Наука, 1977. – 175 с.

Кушнір С. В., Вівчар О. І., Бойко Т. І. Деякі геохімічні наслідки застосування “вапняково-сірчаного добрива” // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1995. – № 3–4 (88–89). – С. 27–35.

Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В. Д. Романенко, В. М. Жукинськи, О. П. Оксіюк і ін. – К. : Наук. думка, 2001. – 48 с.

Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М. : Мир, 1987. – 310 с.

Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения : Сан Пин 4630-88. МЗ СССР. Глав. сан.-эпидемиол. упр. – Утв. 04.07.88. – М., 1988. – 69 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Методы атомно-абсорбционной спектрофотометрии. – М. : Совет эконом. взаимопомощи, 1983. – Ч. 1. – Т. 2. – 127 с.

Стаття надійшла
25.01.10

**Maria KOST, Roman PANKIV, Iryna SAKHNYUK,
Roman KOZAK, Orysia MAIKUT, Ihor BEREZOVSKY**

ECOLOGICAL EVALUATION OF THE WATER QUALITY OF THE RIVERS IN THE BASIN OF THE RIVER SAN WITHIN THE LIMITS OF UKRAINE

This paper presents the results of studying peculiarity of the distribution of Fe, Sr, Mn, Ba, Ti, Zn, Li, Cr, Cu, V, Mo, Pb, Ni, Co and Cd in the Shklo, Zavadvivka, Hrebelka, Vyshnya rivers in the Lviv Region. The water quality was estimated ecologically based on the level of water purity (pollution). The total distribution of microelements in waters of the rivers looks as follows: Fe > Sr > Mn > Ba > Ti > Zn > Li > Cr > Cu > V > Mo > (Pb, Ni, Co, Cd). The concentration of the elements ranges within the following limits (mg/dcm³): Fe 0.03–4.30; Sr 0.28–2.73; Mn 0.010–2.246; Ba 0.03–0.20; Ti <0.002–0.166; Zn 0.002–0.083; Li <0.001–0.054; Cr <0.0007–0.0096; Cu <0.0020–0.0068; V <0.0020–0.0103; Mo <0.0030–0.0067; Pb <0.01; Ni <0.005; Co <0.002; Cd <0.001. In waters of the rivers, Cd, Co, Pb and Ni were found in lesser quantities than those indicated in accepted sanitary-hygienic standards regardless of seasons. Concentrations of Cu and Sr in waters of the rivers become somewhat increased in the autumn, but Mn, Zn and Fe – become decreased. Concentrations of metals become decreased or do not change running with the stream of the River Zavadvivka, but become increased running with the stream of the River Shklo, especially sharply after its running – out from the Lake Yavoriv. The highest concentrations of Sr, Li, Fe, Zn and Mn were found in waters of the medium stream of the River Shklo. Waters of bad quality – polluted – were observed in the River Retychyn (Mn). The average quality – moderately polluted – was observed in Shklo (Mn, Fe), Hnoyenets (Mn), Vyshnya (Fe, Mn) and Zavadvivka (Mn) rivers. Satisfactory quality was observed in waters of the River Hrebelka (Mn, Fe). The main sources of the pollution of waters with microelements are: fertilizers, ground waters, waste of flotation of sulphur ores, domestic sewage. Obtained data as to the state of surface waters of the Lviv Region point out rather difficult sanitary-hygienic conditions that, in its turn, causes the necessity to take all due measures to prevent pollution of the environment with the purpose of approximating of the quality of these waters to ecological standards for the purity of surface waters on land.