

О. І. СКИБА, Я. О. БІЛИК, О. М. ЯРЕМА, Л. Я. ФЕДОНЮК

## ЕКОЛОГІЧНЕ ЗДОРОВ'Я ВОДОЙМ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,  
м. Тернопіль, Україна

**Мета:** оцінити екологічний стан річки Серет за допомогою вивчення фізико-хімічних показників водойми, біогенних речовин та зіставлення їх із літературними даними розвитку фітопланктону, зокрема синьо-зелених водоростей водойми.

**Матеріали і методи:** теоретичні (опрацювання наукової і науково-популярної літератури з досліджуваного питання), математичні методи опрацювання отриманих результатів, методи аналізу отриманих результатів досліджень наукової лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка.

**Результати.** Проведеними дослідженнями встановлено, що концентрація фосфатів у річках Тернопільської області та, зокрема, р. Серет коливалася в межах від мінімального значення у вересні (0,021 мг/дм<sup>3</sup>) до максимального у серпні (0,046 мг/дм<sup>3</sup>), що не перевищувало концентрацій ГДК. Для покращення екологічної ситуації області запропоновано додаткове поширення водних рослин як біологічних фільтрів уздовж річок та у прибережній зоні з їх подальшою утилізацією. Ми встановили, що *Nuphar lutea* (L.) Sm. найбільше акумулює ферум та цинк, *Sagittaria sagittifolia* L. – кобальт, нікель, *Ceratophyllum demersum* L. – манган, *Ranunculus circinatus* Sibth. – плюмбум.

**Висновки.** Проаналізовано екологічний стан і антропогенний вплив людини на водойми Тернопільщини та висвітлено основні шляхи забруднення річки Серет і Тернопільського ставу. Висвітлено питання забруднення водойм біогенними речовинами, зокрема фосфатами. Експериментально встановлено, що вміст фосфатів у р. Серет не перевищує рівня гранично допустимої концентрації, так само, як і в інших річках Тернопільщини.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** забруднення; водойма; фосфати; гранично допустима концентрація; вища водна рослинність.

До категорії найцінніших природних ресурсів належить вода. Її слід оцінювати не як виключно природний ресурс, але і як чинник, що лімітує соціально-економічний розвиток суспільства [16].

За даними Миського екологічного бюлетеня № 4 [6], м. Тернопіль претендує на звання екологічно чистого міста, однак із кожним роком екологічна ситуація, особливо водного середовища, погіршується. Значне занепокоєння становлять Тернопільський став та р. Серет, в яких активно відбуваються процеси евтрофікації, головною причиною якої є забруднення водойм біогенними речовинами, зокрема фосфатами.

Гідрографічна мережа Тернопільської області налічує близько 2400 річок і потічків, з яких 120 річок мають довжину понад 10 км кожна. Всі вони належать до басейну Чорного моря. Річки північної частини області належать до басейну Дніпра, центральної та південної частин – до басейну Дністра. Основні річки в межах області: Горинь (притока Прип'яті, басейн Дніпра), Стрипа, Серет, Збруч (притоки Дністра), а також Дністер, який тече вздовж південної межі області. Більшість річок (4/5) належить до басейну Дністра. Середня щільність річкової мережі Тернопільської області – 0,48 км/км<sup>2</sup>. Усі річки є рівнинними річками; лише на півдні області деякі річки місцями мають

ознаки гірських річок – зі швидкою течією, перекатами та водоспадами.

Водозбори великих і багатьох середніх річок розташовані в кількох природних зонах і географічних областях, малі ж річки течуть здебільшого в межах однієї геоморфологічної області. У зв'язку з цим, окремі ділянки водозборів великих і частини середніх різняться між собою; басейн малої ж річки найчастіше однорідний за природними умовами. Води річок Тернопільщини можна використовувати для побутових, сільськогосподарських і технічних потреб та риборозведення [9].

Живлення рік Тернопільської області змішане: дощові, талі та підземні води. Найбільша водонасиченість рік спостерігається навесні – у березні – квітні під час танення снігу та в першій половині літа під час випадання частих дощів.

Величина твердого стоку пов'язана з інтенсивністю ерозійних процесів у басейнах річок. Його показником є каламутність води, зумовлена кількістю завислих у воді твердих частинок, що змінюється за сезонами по довжині річок. У верхів'ях вона невелика і збільшується до гирлових ділянок. Найпрозоріша і найчистіша вода спостерігається в період літньої і зимової межени, коли відсутній поверхневий стік, а живлення річок відбувається зазвичай за рахунок підзем-

них вод. Під час весняних повеней та паводків кількість наносів у річках збільшується. Хімічний склад річкових вод переважно гідрокарбонатно-кальцієвий, мінералізація 200–400 мг/дм<sup>3</sup>.

**Мета роботи:** оцінити екологічний стан річки Серет за допомогою вивчення фізико-хімічних показників водойми (температури води), біогенних речовин (сполук фосфору) та зіставлення їх із літературними даними розвитку фітопланктону, зокрема синьо-зелених водоростей водойми.

**Матеріали і методи:** теоретичні (опрацювання наукової і науково-популярної літератури з досліджуваного питання), математичні методи опрацювання отриманих результатів, методи аналізу отриманих результатів досліджень наукової лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Тернопільська область, зокрема щодо запасів підземних вод, належить до дефіцитних. Окрім того, наш край має дуже розгалужену гідрографічну сітку слабо захищених водотоків. Внаслідок цього навіть незначне локальне забруднення річки чи потічка може мати катастрофічні наслідки для цілого басейну, а то й підземних горизонтів [14].

Місто Тернопіль має одну унікальну особливість, яка вигідно вирізняє його серед багатьох інших міст України, – це чудовий став із зеленими берегами і спокійним плесом. Ця штучно створена водойма є основним барометром екологічного благополуччя міста.

Основним джерелом постачання води у став, як і в річку Серет, є атмосферні опади. Частина їх потрапляє у водойму, безпосередньо випадаючи на поверхню води, інша частина – у вигляді силового стоку – після короткочасного контакту з поверхнею ґрунту. А ще значна кількість води живить став із ґрунту, це підземні ґрунтові та артезіанські води.

Зрозуміло, що води, які впадають у Тернопільський став, вносять у нього різноманітні забруднення. З атмосферними опадами у водойму потрапляють забруднення, які викидаються промисловими підприємствами, котельнями міста та транспортом. Найчастіше це оксиди сірки, азоту, фосфору, вуглецю, свинцю, органічні речовини. Другим фактором формування хімічного складу води, котра попадає у став, стікаючи з берегів, є вимивання з поверхні ґрунту неорганічних солей (сульфати, хлориди, карбонати і бікарбонати кальцію, магнію) й органічних сполук (рештки живих організмів і рослин у вигляді компонентів ґрунту, нафтопродукти). Окремі епізодичні збільшення параметра можуть бути пов'язані зі зливними дощами, частими вітрами з боку промислових підприємств і випадковими явищами. Частіше значення величини сухого залишку для ставкової води вищі біля шлюзових затворів дамби, що пояснюється більшою глибиною і меншим водообміном у цьому місці водойми.

Одним із найпоширеніших нині шкідливих забруднень поверхневих вод є азотовмісні сполу-

ки. Вони попадають у воду р. Серет, а далі – у став в основному з ґрунту, де нагромаджуються при надмірному застосуванні різних агрохімікатів й органічних добрив у сільському господарстві. У процесі їх взаємоперетворень (нітрофікації, денітрофікації) утворюються шкідливі для природи та людини нітрати, нітрити й аміакатні сполуки. Додатковим джерелом забруднення ними ставкової води є побутові стоки, які містять рештки білкових речовин, амінокислоти (можуть мати у своєму складі азот) у суміші з іншими хімічно активними сполуками (кислотами, жирами). Як показують аналізи, ставкова вода ще має ресурси для самоочищення від забруднень, вміст яких невисокий. Проте загальна тенденція до зростання забруднення довкілля все більше виснажує цю природну здатність водойми до самозбереження [12].

Головним показником екологічного здоров'я водойми є кількість розчиненого у воді кисню, від якого залежать швидкість і ефективність процесів самоочищення природних вод. Цей показник можна вважати досить точною оцінкою санітарного стану води ставу. Анаеробні умови, що створюються при дефіциті розчиненого кисню, призводять до загнивання органічних решток із донних відкладів, а це супроводжується болотним запахом води, замором риби, що особливо небезпечно взимку під суцільним льодом. Величина кисневого показника води для Тернопільського ставу достатньо висока, що дає надії і сподівання на добрий екологічний стан водойми [8].

Високі температури, недостатній водообмін та підвищений рівень забруднення біогенними речовинами ставу призвели до масового розвитку синьо-зелених водоростей «цвітіння» та критичного падіння вмісту кисню у воді, що веде до поступового вимирання всього живого. Як відомо, синьо-зелені водорості з'являються в забруднених водоймах і при подальшому погіршенні екологічної ситуації починають виділяти у воду специфічні органічні молекули. Ці молекули діють на все живе подібно до радіації, за що їх назвали «чортові кулі». Спостереження фахівців показали, що «чортовими кулями» вже заражено частину прісноводних джерел та окремі водопровідні системи України. Також вказані органічні молекули, які, поширюючись по харчових ланцюгах, утворюють тверді розчини у рослинних і тваринних продуктах споживання [6].

Головні артерія міста – р. Серет входить до лівобережної Волино-Подільської частини Дніпра. Серет за своїм режимом належить до рівнинних рік. Він бере початок із джерел поблизу села Ніще Зборівського району, і його довжина до межі м. Тернополя складає близько 170 км. Площа її басейну – 3900 км<sup>2</sup>, що становить майже 1/3 площі області. Довжина річки – 248 км, ширина русла – 10–20 м, середня глибина – 0,5–2,0 м.

Основними забруднювачами р. Серет є КП «Зборівський водоканал», КП «Теребовля» і Чортківський ВУВКГ. Забруднення річки

відбувається насамперед за рахунок поверхневих стоків з оточуючої території. Домінуючий негативний вплив мають промислова зона та мікрорайони із приватною забудовою. Основними причинами забруднення водою області є те, що не всі населені пункти забезпечені станціями для очистки зворотних вод, застарілість багатьох діючих очисних споруд і невідповідність їх сучасним вимогам, відсутність коштів на проведення реконструкції та будівництва нових очисних споруд, каналізаційних насосних станцій. Основною проблемою р. Серет є те, що вона зазнала значних антропогенних перетворень та навантажень, які проявляються у значній випрямленості та каталізованості русла внаслідок проведених меліоративних робіт; наявності гідротехнічних споруд, які регулюють течію, порушуючи екологічну рівновагу; великій кількості населених пунктів, розташованих на берегах річки.

Водопостачання міста здійснюється з підземних водоносних горизонтів. Основним міським водозабором є Верхньоівачівський, який введений в експлуатацію з 1976 р. і має 16 свердловин із сумарним дебітом 88 тис. м<sup>3</sup> на добу. Залягання продуктивного водоносного шару – 30–50 м. Центральна частина міста забезпечується водою від Білецького водозабору, який функціонує з 1947 р. і має 14 свердловин із сумарним дебітом 27 тис. м<sup>3</sup> на добу. Глибина залягання водоносного горизонту – 20–35 м. Води верхньокрейдових відкладів Верхньоівачівського родовища за природним складом є гідрокарбонатними натрієво-кальцієво-магнієвими, нейтральними. За токсичними показниками хімічного складу, показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу, мікробіологічними показниками безпеки та органолептичними показниками ці води відповідають вимогам Державних санітарних правил і норм [4].

Природний склад міського водозабору можна вважати ідеальним, якщо не брати до уваги дещо завищений вміст заліза та занижений вміст фтору. Внаслідок інтенсивного водовідбору Верхньоівачівського водозабору посилюються процеси протягування поверхневих і річкових вод та переливу із суміжних водоносних горизонтів, тобто вступають у дію фактори впливу на якість підземних вод наслідків господарської діяльності людини. Значною проблемою Верхньоівачівського водозабору є підвищений вміст заліза у воді (більше 1,0 мг/л) та відсутність станції знезалізування води, що спричиняє відкладення заліза в розподільній мережі та резервуарах чистої води на насосних станціях [18].

Та найбільшу екологічну небезпеку Верхньоівачівського водозабору становить сусідство з міським сміттєзвалищем. Головний водозбір міста розташований у долині р. Серет, на її правому березі, між селами Глядки і Горішній Івачів. А міське сміттєзвалище знаходиться на лівому схилі долини р. Серет, на віддалі 1,7 км від с. Малашівці та близько 3 км від водозабору. Сміттєзвалище є основним потенційним джере-

лом хімічного забруднення підземних вод. Тим більше, що в перші роки функціонування сміттєзвалища туди, разом із побутовими відходами, вивозилися токсичні промислові відходи таких виробництв, як гальванічні, ливарні, фарбувальні, фармацевтичні та інші.

Відповідно до вимог Водного кодексу України [2], на межі Малашівського сміттєзвалища влаштовані наглядові свердловини для контролю динаміки вмісту шкідливих речовин у підземних водах, які знаходяться на віддалі 1,5 км від міського водозабору. На даний час у районі водозабору сформувалася депресивна лійка площею близько 40 кв. км з водопониженням у центрі до 11 м (рис. 1). В її межах розташовані тваринницькі ферми, кар'єри, сільськогосподарські угіддя (рис. 2).

За висновками гідрогеологів, завдяки рельєфу місцевості вплив сміттєзвалища на водозбір не має прямої дії. Фільтрат із ґрунтовими водами поширюється в напрямку р. Ігровиця, і вже звідти мігрує в долину р. Серет. При цьому відбувається його суттєве розбавлення і очищення.

Пік негативних наслідків вивезення на сміттєзвалище токсичних промислових відходів, показниками якого є вимивання в підземні води важких металів, припадає на 1993–1997 рр. З 1998 р. спостерігається їх спад. Водночас спостерігається тенденція повільного наростання вмісту органічних забруднень, які впливають на органолептичні показники питної води (синтетично поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, сполуки азоту). Джерелами їх надходження в підземні водоносні горизонти є як сміттєзвалище, так і господарська діяльність у межах зони санітарної охорони водозабору, в якій знаходяться села Горішній Івачів, Долішній Івачів, Плотича, Малашівці, Глядки, Верхньоівачівське водосховище та значні території сільськогосподарських угідь [6, с. 94].

Вплив людської діяльності на екосистеми малих річок відбувається через зміну фізико-хімічних властивостей води в результаті додаткового надходження до річки біогенних елементів, токсичних речовин, мулистих часток тощо. Відповідь екосистеми на ці фактори можна знайти як у певних змінах параметрів екосистеми в цілому, так і в зміні структури і характеру функціонування окремих її компонентів [20].

В умовах антропогенної евтрофікації у водоймах різко збільшується концентрація біогенних елементів, серед яких найбільше значення для гідробіонтів мають сполуки фосфору. З одного боку, фосфор є необхідним елементом, який визначає продуктивність водного об'єкта, а з іншого – надлишок сполук фосфору у водоймах призводить до підвищення рівня трофності водойми і до наступної її деградації внаслідок бурхливого розвитку рослинних організмів. У морських екосистемах фосфор є «лімітуючою» речовиною у процесах розвитку евтрофікації. Надмірне надходження сполук фосфору у води призводить до деградації прибережних біоценозів і відображається



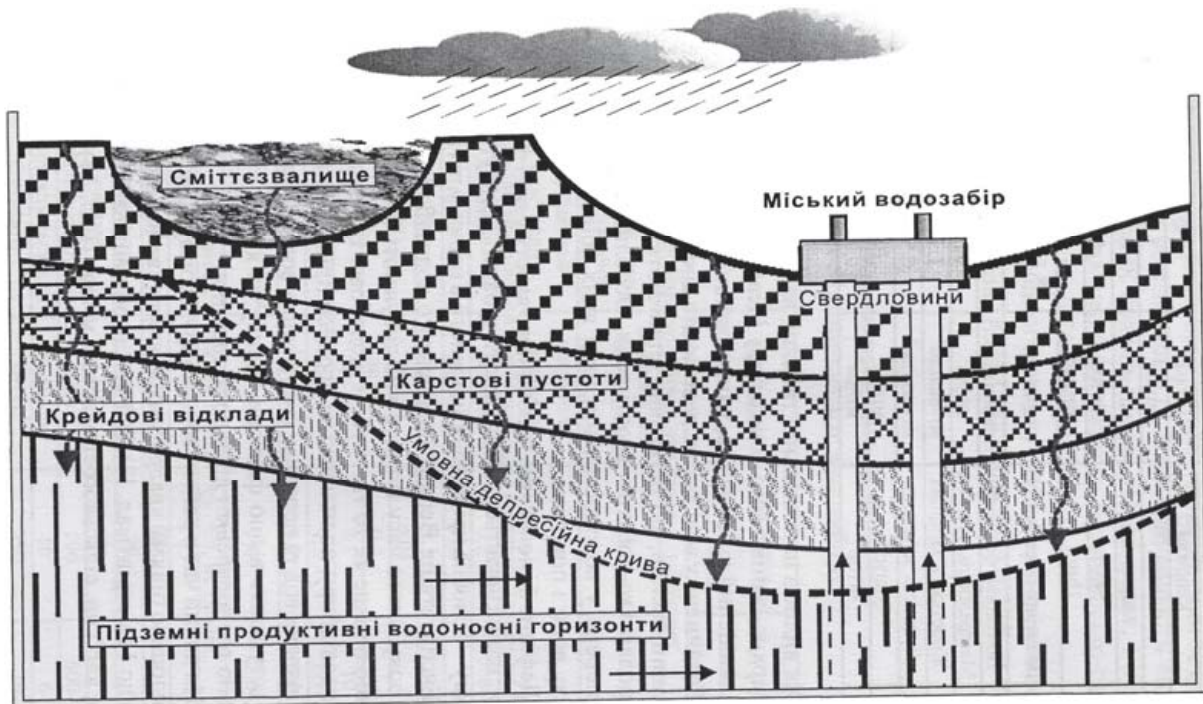


Рис. 1. Депресійна лійка Верхньоівачівського водозабору в розрізі [6].

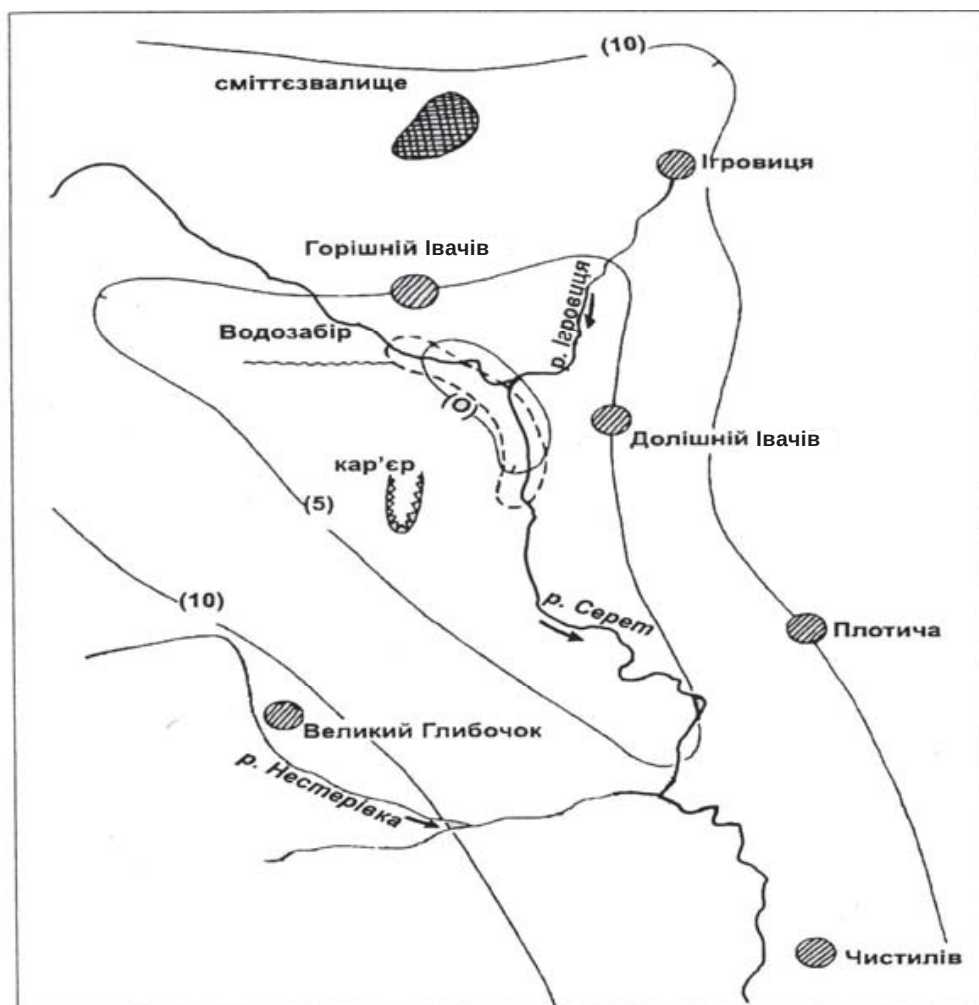


Рис. 2. Ізолінії депресійної лійки Верхньоівачівського водозабору [6].

негативним чином на риболовстві [5]. Хоча процеси евтрофікації і забруднення водойм тісно пов'язані і взаємозумовлені, між ними існує принципова відмінність. Помірна евтрофікація загалом позитивно впливає на біологічні показники водойм, зокрема на рибопродуктивність.

Фосфор і його сполуки відіграють важливу роль для організмів, оскільки беруть участь у всіх видах обміну речовин. Однак як його нестача, так і надлишок здатні викликати небажані наслідки. Основна роль фосфору у навколишньому середовищі полягає в тому, що він є одним із поживних речовин для водоростей. Фосфор необхідний для росту організмів і є поживним ресурсом, що визначає первинну продуктивність водойми. У водоймах, де фосфати обмежують продукцію, викид необроблених або забруднених стічних вод, сільськогосподарський стік або води промислових підприємств сприяють росту фотосинтезуючих водних мікро- та макроорганізмів у небажаних кількостях. Фосфати також трапляються на дні водойм або в біологічних болотах, в обох випадках як осажені неорганічні форми, так і включені в органічні сполуки.

Фізіологічна роль фосфору у метаболічних процесах рослинних організмів є надзвичайно великою. Цей елемент бере участь у біосинтезі білків і складних вуглеводів, енергетичному обміні (реакціях фотосинтетичного й окисного фосфорилування), поділі клітин і утворенні клітинних мембран (у складі фосфоліпідів). Фосфор є важливим компонентом макроергічних сполук (АТФ і АДФ), входить до складу ДНК, РНК, нуклеопроїдів та ряду коферментів (НАДФ, ФАД та ін.). Фосфати використовуються рослинами для утворення в клітинах буферних систем, які стабілізують реакцію середовища у тканинах [19].

Суттєве екологічне значення має забруднення вод детергентами (синтетичними мийними засобами, до складу яких входять солі неорганічних кислот та фосфати). Детергенти покривають поверхню водойм шаром поверхневої плівки, яка зменшує випаровування, що викликає підвищений прогрів поверхні води. Утворення плівки також перешкоджає надходженню кисню у воду і виділенню вуглекислого газу в повітря впродовж тривалого часу. Детергенти поглинають частину ультрафіолетового опромінення, практично не окисляються і знижують співвідношення біологічної потреби кисню, у зв'язку з чим є сильною отрутою для біоти. Так, у концентраціях понад 0,5–25 мг/дм<sup>3</sup> детергенти викликають загибель бокоплавів і багатьох риб. Фосфор є нутрієнтом з обмежених і не поновлюваних джерел, швидкість експлуатації яких у даний час набагато вища, ніж відсоток його повернення до свого природного циклу. Передбачається, що відомі й доступні джерела фосфору скоро будуть вичерпані з серйозними і незворотними економічними, соціальними та екологічними наслідками [13].

Отже, роль фосфатів у водоймах багатогранна – від участі у процесах формування хімічної рівноваги в буферних системах водойм до за-

безпечення колообігу хімічних елементів як умови існування екосистем та участі у регулюванні росту, розвитку та біорізноманіття гідробіонтів в екосистемах, що в сукупності сприяє формуванню якості водного середовища як екологічного феномену. У зв'язку з цим виникає питання про природні фактори регуляції гомеостатичного рівня та гомеостатичної рівноваги сполук фосфору в гідроєкосистемах та вплив на них антропогенної діяльності (забруднення водойм) як одного з найвагоміших трансформаційних чинників природного середовища сучасності [10].

Регіональне забруднення малих річок призводить до погіршення якості води у середніх і великих річках, що створює небезпеку для здоров'я населення [12, 16]. Особлива чутливість малих річок до антропогенних навантажень і порушень стійкості гідроєкосистем викликає необхідність їх раціонального використання, вирішення ряду проблемних питань щодо регулювання їх структури та функціонування. Тернопільщина має розгалужену гідрографічну сітку слабо захищених водотоків. Внаслідок цього навіть незначне локальне забруднення річки чи потічка може мати катастрофічні наслідки для цілого басейну, а то й підземних горизонтів.

Основними забруднювачами водних об'єктів є атмосферні опади, що містять забруднюючі речовини промислового походження; міські стічні води (побутові, каналізаційні стоки тощо); сільськогосподарські стічні води (відходи тваринницьких комплексів, змив із полів добрив і пестицидів дощами та весняними талими водами тощо); неочищені або недостатньо очищені промислові стічні води. Особливо небезпечними забруднювачами є підприємства житлово-комунального господарства, через каналізаційні мережі яких скидається близько 80 % забруднених зворотних вод. Головною причиною цього є значна зношеність каналізаційних мереж, насосних станцій, очисних споруд, несвоєчасне проведення поточних та капітальних ремонтів, припинення експлуатації обладнання у зв'язку з високою енергоємністю, низька кваліфікація обслуговуючого персоналу, недостатня увага міських і селищних голів до питань забезпечення належного функціонування згаданих об'єктів [17].

Забруднення води речовинами, що містять надмірну кількість фосфору, сприяє інтенсивному розмноженню одноклітинних водоростей, особливо синьо-зелених, які у процесі свого біологічного розвитку зменшують вміст кисню у воді, утворюють токсичні речовини і викликають масову загибель гідрофауни. Прісна вода стає непридатною для пиття і небезпечною для життя [1].

Слід зазначити, що гранично допустимі концентрації фосфатів як для питної води, води для побутових потреб і рибного господарства в Україні становлять 3,5 мг PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/дм<sup>3</sup> або 0,2 мг P/дм<sup>3</sup> [3].

Проведеними дослідженнями встановлено [15], що концентрація фосфатів у р. Серет коливалася в межах від мінімального значення у вересні (0,021 мг/дм<sup>3</sup>) до максимального у серпні

(0,046 мг/дм<sup>3</sup>), що не перевищувало концентрацій ГДК. Досліджували показники вмісту фосфатів і в інших річках Тернопільської області (Стрипа, Збруч, Золота Липа), які коливалися від 0,004 мг/дм<sup>3</sup> до 0,046 мг/дм<sup>3</sup> та не перевищували гранично допустимих концентрацій.

Максимальні показники фосфатів у серпні передусім пов'язані з їх вивільненням при відмиранні значної кількості фітопланктону через низький вміст кисню і значну евтрофікацію водойми. Великий вплив має розвиток водоростей *Cyanophyta* (основні збудники «цвітіння» води).

Мінімальні показники фосфатів у вересні пов'язані із седиментаційними процесами осадження рухомих сполук фосфору в донних відкладах. До кінця осені підвищується вміст фосфатів у водоймах за рахунок алохтонного надходження із водозбірної території та їх вивільнення з органічних решток [11].

Для вирішення глобальної світової проблеми, пов'язаної із забрудненням водойм, ще в 70-ті роки під егідою ООН було укладено міжнародний договір про захист Світового океану і прісноводних ресурсів, який визначає основні напрями діяльності для зменшення забруднення, зокрема зменшення і повне припинення забруднення водних ресурсів біогенними речовинами, особливо фосфором. Основним джерелом забруднення водойм фосфатами є комунальні стоки із залишками пральних порошоків. Довгий час противники обмеження фосфатів висували теорію про те, що забруднення водойм відбувається через попадання мінеральних (фосфатних) добрив. Проте досліді, проведені в деяких країнах, показали, що фосфатні добрива – це малорухливі з'єднання і в ґрунті вони знаходяться до 5–8 років. Більше ніж 60 % фосфатів надходять у водойми через використання фосфатних пральних порошоків.

Щоб не допустити глобальної екологічної катастрофи водойм, світове товариство реалізує безліч заходів. Зокрема, в більшості розвинутих країн світу (понад 40 країн) введені законодавчі обмеження і повна заборона на використання фосфатних пральних порошоків. Їм на заміну були розроблені і впроваджені малофосфатні і повністю безфосфатні на базі цеолітів, які виявились екологічно небезпечними через високий вміст алюмінію.

Одночасно в багатьох країнах світу почалося будівництво спеціальних очисних споруд для видалення фосфору й азоту зі стічних вод. Так, у Німеччині затрати на додаткові очисні споруди склали 50 млрд доларів США тільки на р. Рейн. В США для захисту Великих Озер – понад 200 млрд доларів. В Китаї – понад 100 млрд доларів.

Водоохоронні заходи умовно можна розділити на три види: профілактичні, діагностичні та процедурні. До профілактичних належать заходи, спрямовані на запобігання або обмеження забруднення, засмічення і виснаження вод. Вони передбачають розробку схем комплексного використання та охорони водних ресурсів; визна-

чення впливу ділянок, обраних під забудову та спорудження водних об'єктів; раціональне розміщення об'єктів; удосконалення виробництва і дотримання технологічної дисципліни тощо. Діагностичними є заходи, спрямовані на виявлення складу й розмірів можливого забруднення вод, зокрема: нормування водопостачання і водовідведення; нормування ГДК різних речовин у водах питного, рибогосподарського та іншого призначення; контроль за скиданням стічних вод і екологічним станом водних об'єктів тощо. До процедурних зачисляють заходи, спрямовані на усунення забруднення та несприятливого антропогенного впливу на воду, такі, як: організація безстічного виробництва; застосування зворотного водопостачання; заміна водного охолодження повітряним; утилізація цінних речовин; очищення снігових і зливових вод; накладання штрафних санкцій аж до закриття підприємств, цехів, комплексів-забруднювачів згідно з чинним законодавством.

Окрему групу становлять меліоративні заходи, зокрема фітомеліорація – складова частина схем комплексного використання та охорони водних ресурсів, а також скорочення викидів в атмосферу, вдосконалення методів і способів використання природних ресурсів на зразок безвідвального обробітку ґрунту, контурного землеробства тощо.

Серед способів очищення найпоширенішими є механічний, фізико-хімічний і біологічний, застосування того чи іншого способу очищення вод визначають залежно від агрегатного стану, складу і концентрації забруднювальних речовин [7].

Пріоритетними заходами щодо охорони вод від забруднення мінеральними добривами є: дотримання норм внесення мінеральних добрив; застосування добрив у формі гранул, що забезпечує їхнє поступове надходження в ґрунт оптимальними дозами і завдяки цьому зниження темпів вимивання; ведення надійного контролю за підживленням рослин із літаків; дотримання правил складування добрив; обмежене використання водорозчинних добрив у регіонах із великою кількістю опадів; створення природних бар'єрів для змивання добрив із лісових, чагарникових і трав'яних смуг.

Гідромеліоративні та гідротехнічні заходи – терасування крутосхилів, укріплення зсувів, обвалів, берегів, прокладання спеціальних дренажних систем разом із фітомеліоративними заходами не лише в заплаві, а й у межах середньої та верхньої частин водозаборів – теж мають ефективне водозахисне значення.

Водночас із дотриманням водоохоронних заходів у землеробстві не менш важливо надійно захищати водні об'єкти від забруднення стічними водами та відходами тваринницьких ферм. Усвідомлення цієї потреби сприяло тому, що вже майже не практикують спрощеного (без очисних споруд) відведення стічних вод у водойми, як і створення великих (у декілька тисяч голів) тваринницьких відгодівельних господарств. Це дає



змогу краще вирішувати дві головні проблеми: утилізацію органічних добрив і захист вод від забруднення. Проте колективні тваринницькі ферми й надалі є суттєвим джерелом забруднення річок, ставків і водосховищ. Причина цього – не всі мають відповідно обладнані гноєсховища та резервуари для зберігання гноївки, і відходи легко зазнають змивання опадами або спускаються безпосередньо у водні об'єкти.

Для тваринницьких ферм із гноєсховищами та іншими очисними спорудами актуальні розробка і впровадження ефективних систем прибирання ферм, переробки, знезараження, транспортування, використання гною та гноївки.

Для вод, забруднених мінеральними добривами і пестицидами, ефективним біологічним фільтром є водна рослинність, зокрема макрофіти. Зокрема, очерет звичайний (*Phragmites communis*), який росте в забруднених водах, здатний очищати їх. Це пояснюють довгі трубчасті пагони й товсті кореневища, що мають великі повітряні щілини, які сприяють їхній життєдіяльності у водному середовищі, майже позбавленому кисню. На нижніх кореневих пагонах очерету густою сіткою розміщені додаткові корені, що затримують забруднювальні речовини. Зарості очерету площею 1 га акваторії за вегетаційний період адсорбують з води і ґрунту до 5–6 т різних солей, занесених у водойму стічними або дренажними водами. Щоб біофільтр діяв постійно, треба щорічно скошувати очерет на висоті 10–15 см над рівнем води, щоб не пошкодити пагонів і коренів.

Аналогічно забруднену воду фільтрують рослини рогових (*Tyrphaceae*) (в Україні росте п'ять видів), а також ситникових (*Juncaceae*) (в Україні є сорок видів). Як біофільтр значно поширений (переважно за кордоном) гіацинт (*Scilloideae, Hyacinthus Tourn. ex L.*). Ця рослина є біостимулятором і хорошим засобом для очищення забруднених вод, у тому числі від важких металів, радіонуклідів тощо. У неї дуже висока адсорбційна здатність, яка дає змогу впродовж доби з 1 га акваторії адсорбувати 44 кг азоту і калію, 34 кг натрію, 22 кг кальцію, 4 кг мanganу.

Здатність рослин очищати воду від забруднювальних речовин широко використовують у природних і штучних умовах, зокрема створюють спеціальні акумулятивні відстійники, де висаджують ті водні види рослин, які найліпше виконують фільтрувальну функцію.

Проведеними дослідженнями [15] (визначався вміст важких металів у рослині, мг/кг сухої маси) встановлено, що *Nuphar lutea* (L.) Sm. найбільше

акумулює ферум та цинк, *Sagittaria sagittifolia* L. – кобальт, нікель, *Ceratophyllum demersum* L. – манган, *Ranunculus circinatus* Sibth. – плюмбум. Тому ми запропонували додаткове поширення водних рослин як біологічних фільтрів уздовж річок та у прибережній зоні з їх подальшою утилізацією.

Для того щоб створити сприятливий режим водних об'єктів м. Тернопіль, попередити їх забруднення та вичерпування, знищення навколо водних рослин і тварин, а також зменшити коливання стоку, вздовж річки та навколо водосховища встановлюють водоохоронні зони. Для покращення екологічного стану р. Серет необхідно зменшити забруднення його приток відходами сільського господарства та побутовим сміттям.

На території водоохоронних зон заборонено використовувати стійкі та сильнодіючі пестициди; розташовувати кладовища, скотомогильники, звалища, поля фільтрації; скидати неочищені стічні води; розорювати землі, відводити землі під садівництво та городництво; будувати будь-які споруди; мити й обслуговувати транспортні засоби і техніку; організовувати причали для човнів у місцях, не відведених для цього, тощо.

Щоб надалі не допускати забруднення міських водних об'єктів стічними водами, вибрано два головних напрямки діяльності – організаційний і технічний. Організаційний напрямок зводиться до впровадження адміністративних заходів щодо попередження попадання зворотних вод у водойми без їх очищення. Технічний напрямок передбачає введення в дію обладнання для очистки стічних вод та запропоновано максимально використовувати систему зворотного водопостачання [6].

#### Висновки

Таким чином, проаналізовано екологічний стан і антропогенний вплив людини на водойми Тернопільщини та висвітлено основні шляхи забруднення річки Серет і Тернопільського ставу. Висвітлено питання забруднення водойм біогенними речовинами, зокрема фосфатами. Експериментально встановлено, що вміст фосфатів у р. Серет не перевищує рівня гранично допустимої концентрації, так само, як і в інших річках Тернопільщини.

Перспективи подальших досліджень ґрунтуються на вирішенні гідроекологічних проблем м. Тернополя, серед яких зазначено, що ефективним біологічним фільтром є водна рослинність, зокрема макрофіти. За результатами проведених досліджень, запропоновано додаткове поширення водних рослин як очисників водойм вздовж річок та у прибережній зоні з їх подальшою утилізацією.

#### Список літератури

1. Вовкодав Г. М. Оцінка стану поверхневих водних об'єктів України / Г. М. Вовкодав // Збалансоване природокористування. – 2015. – № 2. – С. 66–68.
2. Водний кодекс України : прийнятий Верховною Радою України від 06.06.1995 р. № 213/95 – ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1995. – № 24. – 189 с.
3. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм (№ 12-04-11 від 09.08.1990). – К. : Мінрибгосп СРСР, 1990. – 45 с.

4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПІН 2.2.4-171-10. – К., 2010.
5. Динамика поступления соединений фосфора в украинские прибрежные воды Черного моря и комплекс водоохраных мероприятий / В. С. Кресин, Е. В. Еременко, М. А. Захарченко, А. И. Юрченко // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2008. – № 5. – С. 28–33.
6. *Екологія* Тернополя в цифрах і фактах на межі тисячоліть // Міський екологічний бюлетень. – Тернопіль : Мальва-ОСО. – 2001. – № 4. – 176 с.
7. Кукурудза С. І. Використання та охорона водних ресурсів : навч. посіб. / С. І. Кукурудза, О. Р. Перхач. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 304 с.
8. Мисковець І. Я. Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі Волинської області) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук / І. Я. Мисковець. – Чернівці, 2003.
9. *Природні умови та ресурси Тернопільщини* / за ред. М. Я. Сивого. – Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2011. – 512 с.
10. Прокопчук О. І. Фосфати у водних екосистемах / О. І. Прокопчук, В. В. Грубінко // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія «Біологія»*. – 2013. – № 3 (56). – С. 78–85.
11. Прокопчук О. І. Чинники підтримання гомеостазу фосфору в гідроекосистемі малої річки урбанізованої території / О. І. Прокопчук // *Збірник наукових праць «Біологічні дослідження – 2016»*. – 2016. – С. 105–106.
12. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2017 році* [О. В. Сінгалевич, Г. О. Березовська, С. О. Груніна та ін.]. – Тернопіль, 2017. – 253 с.
13. Савлущинська М. О. Фосфор у водних екосистемах / М. О. Савлущинська, Л. О. Горбатюк // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія «Біологія»*. – 2014. – № 4 (61). – С. 153–162.
14. Свинко Й. М. Нарис про природу Тернопільської області: геологічне минуле, сучасний стан / Й. М. Свинко. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2007. – 192 с.
15. Скиба О. І. Закономірності формування вмісту та розподілу сполук фосфору у річках Тернопільщини у зв'язку із ступенем антропогенного навантаження : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16 / О. І. Скиба. – Чернівці, 2017.
16. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С. І. Сніжко. – К. : Ніка : Центр, 2001. – 262 с.
17. Соколовський О. Екологія Тернополя в цифрах і фактах на межі тисячоліть / О. Соколовський, В. Кордубан // *Міський екологічний бюлетень*. – Тернопіль : Мальва-ОСО, 2001. – № 4. – 176 с.
18. *Тернопіль – місто для життя* // *Міський екологічний бюлетень*. – Тернопіль : Мальва-ОСО, 2009. – № 5. – 132 с.
19. Haller W. Effect of pH and high phosphorus concentration on growth of water hyacinth / W. Haller, D. L. Sutton // *Hyacinth Control J.* – 1973. – Vol. 11. – P. 59–68.
20. Quevedo C. M. The impact of human activities on the dynamics of phosphorus in the environment and its effect on public health / C. M. Quevedo, W. S. Paganini // *Cien. Saude Colet.* – 2011. – Vol. 16 (8). – P. 3529–3353.

#### References

1. Vovkodav, G.M. (2015). Ocinka stanu poverxnevyykh vodnykh obyektiv Ukrayiny [Assessment of the state of surface water bodies of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*, 2, 66-68 [in Ukrainian].
2. (1995). Vodnyj kodeks Ukrayiny [Water Code of Ukraine]. *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny – Information of the Supreme Council of Ukraine*, 24, 189 [in Ukrainian].
3. Granychno dopustymy znachennya pokaznykiv yakosti vody dlya rybogospodarskykh vodojm. Zagalnyj perelik GDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlya vody rybogospodarskykh vodojm (№ 12-04-11 vid 09.08.1990) [Maximum permissible values of water quality indicators for fish farms. The general list of MPCs and ODRVs of harmful substances for the water of fishing ponds (No. 12-04-11 dated 09.08.1990)]. Kyiv: Ministerstvo rybnoho hospodarstva SRSR [in Ukrainian].
4. (2010). Derzhavni sanitarni normy ta pravyla «Gigiyenichni vymogy do vody pytnoyi, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu» [State sanitary norms and rules “Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption”]. Kyiv [in Ukrainian].
5. Kresyn, V.S., Eremenko, E.V., Zaxarchenko, M.A., & Yurchenko, A.Y. (2008). Dynamyka postuplenyya soedynenyj fosfora v ukraynskye prybrezhnye vody Chernogo morya y kompleks vodookhrannykh meropryatyj [The dynamics of the influx of phosphorus compounds into the Ukrainian coastal waters of the Black Sea and the complex of water protection measures. Environmental ecology and life safety]. *Ekolohiya dovkillya ta bezpeka zhyttyediyalnosti – Environmental ecology and life safety*, 5, 28-33 [in Ukrainian].
6. (2001). Ekologiya Ternopola v cyfrakh i faktakh na mezhi tysyacholit [Ecology of Ternopil in numbers and facts on the threshold of the millennium: city ecological bulletin]. *Miskyj ekologichnyj byuleten – City ecological bulletin*, 4, 176 [in Ukrainian].
7. Kukurudz, S.I., & Perxach, O.R. (2009). *Vykorystannya ta okhorona vodnykh resursiv [Use and protection of water resources]*. Lviv: Vydavnychij centr LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].
8. Myskovec, I.Ya. (2003). Antropogenni zminy v basejnakh malykh richok (na prykladi Volynskoyi oblasti [Anthropogenic changes in the basins of small rivers (on the example of the Volyn region)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Chernivtsi [in Ukrainian].
9. Syvyj, M.Ya. (Ed.). (2011). *Pryrodni umovy ta resursy Ternopilshhyny [Natural conditions and resources of Ternopil region]*. Ternopil: TzOV «Terno-graf» [in Ukrainian].
10. Prokopchuk, O.I., & Grubinko, V.V. (2013). Fosfaty u vodnykh ekosystemakh [Phosphates in aquatic ecosystems]. *Naukovi zapysky Ternopilskogo nacionalnogo pedagogichnogo universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Seriya «Biologiya» – Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series «Biology»*, 3 (56), 78-85 [in Ukrainian].



11. Prokopchuk, O.I. (2016). Chynnyky pidtrymannya gomeostazu fosforu v gidroekosystemi maloyi richky urbanizovanoj terytoriji [Factors maintaining phosphorus homeostasis in the hydroecosystem of a small river in an urbanized area]. Zbirnyk naukovykh pracz «Biologichni doslidzhennya – 2016» – Collection of scientific papers “Biological research – 2016” [in Ukrainian].
12. Singalevyh, O.V., Berezovska, G.O., Grunina, S.O., Zajshlyj, O.M., Kozak, O.P., Lenkiv, I.V., ... Fyzhyk, M.B. (2017). Regionalna dopovid pro stan navkolyshnogo pryrodnoho seredovyshha v Ternopilskij oblasti u 2017 roci [Regional report on the state of the natural environment in the Ternopil region in 2017]. Ternopil [in Ukrainian].
13. Savluchynska, M.O., & Gorbatyuk, L.O. (2014). Fosfor u vodnykh ekosystemakh [Phosphorus in aquatic ecosystems]. *Naukovi zapysky Ternopilskogo nacionalnogo pedagogichnogo universytetu. Seriya «Biologiya» – Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series “Biology”, 4(61), 153-162* [in Ukrainian].
14. Svyenko, J.M. (2007). *Narys pro pryrodu Ternopilskoyi oblasti: geologichne mynule, suchasnyj stan [An essay on the nature of the Ternopil region: geological past, current state]*. Ternopil: Navchalna knyga – Bogdan [in Ukrainian].
15. Skyba, O.I. (2017). Zakonomirnosti formuvannya vmistu ta rozpodilu spoluk fosforu u richkax Ternopilshhyny u zvyazku iz stupenem antropogennogo navantazhennya [Patterns of the formation of the content and distribution of phosphorus compounds in the rivers of Ternopil Oblast in connection with the degree of anthropogenic load]. *Candidate's thesis*. Chernivci [in Ukrainian].
16. Snizhko, S.I. (2001). *Otsinka ta prohnozuvannya yakosti pryrodnykh vod [Evaluation and forecasting of the quality of natural waters]*. Kyiv: Nika : Tsentri [in Ukrainian].
17. Sokolovskij, O., & Korduban, V. (2009). Ekologiya Ternopolya v cyfrakh i faktakh na mezhi tysyacholit [Ecology of Ternopil in numbers and facts on the threshold of millennia. City environmental bulletin]. *Miskyj ekologichnyj byuleten – City ecological bulletin*, 4, 176 [in Ukrainian].
18. Ternopil – misto dlya zhyttya [Ternopil is a city for life]. *Miskyj ekologichnyj byuleten – City ecological bulletin*, 5, 132 [in Ukrainian].
19. Haller, W., & Sutton, D.L. (1973). Effect of pH and high phosphorus concentration on growth of water hyacinth. *Hyacinth Control J.*, 11, 59-68.
20. Quevedo, C.M., & Paganini, W.S. (2011). The impact of human activities on the dynamics of phosphorus in the environment and its effect on public health. *Cien. Saude Colet.*, 16(8), 3529-3353.

## ECOLOGICAL HEALTH OF THE RESERVOIRS OF THE TERNOPIL REGION

O. I. Skyba, Ya. O. Bilyk, O. M. Yarema, L. Ya. Fedoniuk

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

**Purpose:** to assess the ecological state of the Seret River by studying the physico-chemical indicators of the reservoir, biogenic substances and comparing them with literature data on the development of phytoplankton, in particular blue-green algae of the reservoir.

**Materials and Methods:** theoretical (study of scientific and popular scientific literature on the subject under study), mathematical methods of study of the obtained results, methods of analysis of the obtained research results of the scientific laboratory of the Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatyuk.

**Results.** The conducted studies established that the concentration of phosphates in the rivers of the Ternopil region, and in particular, the Seret River, ranged from the minimum value in September (0.021 mg/dm<sup>3</sup>) to the maximum in August (0.046 mg/dm<sup>3</sup>), which did not exceed the concentration limit. In order to improve the ecological situation of the region, additional distribution of aquatic plants as biological filters along the rivers and in the coastal zone with their further utilization is proposed. We established that, *Nuphar lutea* (L.) Sm. accumulates iron and zinc the most, *Sagittaria sagittifolia* L. – cobalt, nickel, *Ceratophyllum demersum* L. – manganese, *Ranunculus circinatus* Sibth. – plumbum.

**Conclusions.** The ecological state and anthropogenic influence of man on the reservoirs of the Ternopil Region were analyzed, and the main ways of pollution of the Seret River and the Ternopil Pond were highlighted. The issue of pollution of water bodies by biogenic substances, in particular phosphates, is highlighted. It was experimentally established that the content of phosphates in the Seret River does not exceed the maximum permissible concentration level, as well as in other rivers of the Ternopil Region.

**KEY WORDS:** pollution; reservoir; phosphates; maximum permissible concentration; higher aquatic vegetation.

*Рукопис надійшов до редакції 09.06.2023.*

### Відомості про авторів:

**Скиба Олена Ігорівна** – кандидатка географічних наук, Best Western Hotels & Resorts, Best Western Premier Toronto Airport Carlingview Hotel.

**Білик Ярослав Олександрович** – студент 2 курсу медичного факультету Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

**Ярема Оксана Мирославівна** – кандидатка біологічних наук, доцентка кафедри медичної біології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; тел.: +38(0352) 25-25-84.

**Федонюк Лариса Ярославівна** – докторка медичних наук, професорка, завідувачка кафедри медичної біології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; тел.: +38(0352) 25-25-84.