

УДК 556:574.64

Б.З. ЛЯВРІН, В.О. ХОМЕНЧУК, В.З. КУРАНТ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

## **ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ**

---

Досліджено гіdroхімічний стан малих річок Західного Поділля: Серету, Стрипи та Золотої Липи. Визначено вміст йонів металів у поверхневих водах, донних відкладах та береговому ґрунті даних річок.

*Ключові слова: гіdroхімічні показники, малі річки, донні відклади, береговий ґрунт, йони металів*

Серед усіх чинників зовнішнього середовища, що впливають на водні екосистеми, антропогенні найбільшою мірою змінюють їх функціональний стан. Цей вплив в основному є негативним і за умови тривалої дії призводить до значних структурних змін у гіdroекосистемах. Тому актуальним є дослідження гіdroхімічного режиму малих річок з метою оцінки масштабів антропогенного забруднення.

Метою дослідження було визначення окремих гіdroхімічних показників та вмісту йонів металів у малих річках Західного Поділля.

### **Матеріал і методи досліджень**

Для дослідження використовували воду, донні відклади та береговий ґрунт річок Серету, Стрипи та Золотої Липи. Проби відбирали на р. Серет біля с. Залізці, на р. Стрипа біля с. Плотича, на р. Золота Липа в околицях м. Березани.

Визначення гіdroхімічних показників проводили за загальноприйнятими методиками [5].

Для дослідження вмісту Феруму, Кобальту, Мангану, Цинку та Купруму у воді проби випарювали та спалювали в нітратній кислоті. Для визначення концентрації валових форм металів у донних відкладах та ґрунті попередньо висушені наважки спалювали у суміші плавикової та хлорної кислот після чого до проб додавалась нітратна кислота. При визначенні рухомих форм елементів зразки спалювали у нітратній кислоті та пероксиді водню. Вміст металів визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М та виражали у грамах на кілограм [8].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Західне Поділля – частина Подільської України, яка лежить вдовж лівого берега Дністра і займає південні території сучасних Хмельницької та Тернопільської областей. На території Тернопільського Поділля налічується близько 2400 річок, одними із найбільших серед них є Серет, Стрипа та Золота Липа, котрі належать до басейну Дністра. Для них характерний меридіональний напрям протікання (з півночі на південь), відповідно до нахилу Подільської височини [9].

Серет – найбільша із приток Дністра в межах регіону. Утворюється зі злиття кількох потоків (Серет Правий, Серет Лівий, В'ятина, Граберка) біля с. Ратищі Зборівського району.

Довжина 248 км. Площа басейну – 3900 км<sup>2</sup>. Річище у верхів'ї помірно звивисте, нижче Тернополя дуже звивисте. Ширина річища у верхній течії 4-10 м. у пониззі – від 10-20 до 35-50 м. і більше. Долина у верхній течії широка, симетрична, нижче міста Теревовля – каньйоноподібна (на окремих ділянках завширшки 0,5-0,8 км). Заплава у верхів'ї двобічна, заболочена, у середній і нижній течіях переривчаста, завширшки переважно 0,1-0,2 км. Нахил річки 0,93 м/км.

Стрипа починається біля м. Зборів від злиття невеликих потічків. Довжина річки 147 км. Площа басейну — 1610 км<sup>2</sup> — майже 12% території Тернопільської області. Пересічна ширина річища у середній течії – 30 м. Заплава двостороння, завширшки 0,1-0,9 км, подекуди переривчаста. Нахил річки 1,5 м/км.

Золота Липа бере початок з джерел біля с. Майдан Гологірський Золочівського району. Довжина річки 85 км (разом із Західною Золотою Липою — 127 км.), площа басейну 1440 км<sup>2</sup>. Річкова долина переважно трапецієподібна, широка. Заплава двостороння, завширшки від 40 м. до 1,5 км. Річище помірно звивисте (у пониззі дуже звивисте), від м. Березан до с. Потуторів пряме,

каналізоване. На північ від Бережан (у межах міста) річка тече через озеро завдовжки 3 км.). Ширина річища переважно 5–15 м., максимальна – 50 м., пересічна глибина 0,5–2 м., найбільша – 3,2 м. Нахил річки 1,4 м/км.

Живлення цих рік мішане: дощові, талі та підземні води. Найбільша водонасиченість спостерігається на весні – у березі-квітні, під час танення снігу, та в першій половині літа, під час випадання частих дощів. Хімічний склад річкових вод переважно гідрокарбонатно-кальцієвий, мінералізація 200-400 мг/л [9]. Води даних рік використовуються для побутових, сільськогосподарських і технічних потреб та рибицтва.

Величина рН води – один з найважливіших показників якості вод. Від показника рН залежить розвиток і життєдіяльність водних рослин та тварин, також він впливає на процеси перетворення різних форм біогенних елементів, змінює токсичність забруднюючих речовин [6].

Величина рН вод досліджених нами річок перебуває практично на одному рівні (таблиця) і за цим показником їх можна віднести до нейтральних вод [6].

Таблиця

Гідрохімічний стан поверхневих вод малих річок Західного Поділля ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

	Серет	Стрипа	Золота Липа
<b>рН</b>	7,32±0,18	7,63±0,13	7,48±0,06
<b>Твердість, мг-екв/дм<sup>3</sup></b>	7,83±0,15	5,82±0,17	6,65±0,45
<b>Перманганатний індекс, мгО/л</b>	7,56±0,29	3,59±0,35	8,32±0,46
<b>Кисень, мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup></b>	6,45±0,34	7,13±0,19	5,41±0,25
<b>Нітрати, мг/л (<math>\times 10^{-3}</math>)</b>	56,07±0,99	22,38±0,39	73,32±4,16
<b>Нітри, мг/л (<math>\times 10^{-3}</math>)</b>	0,39±0,02	0,31±0,04	0,45±0,05
<b>Фосфати, мг/л</b>	0,20±0,04	0,26±0,02	0,24±0,08

Твердість води – сукупність властивостей, зумовлених вмістом у воді катіонів кальцію та магнію. Сумарний вміст солей магнію і кальцію у воді називають загальною твердістю води. В її межах виділяють карбонатну твердість, зумовлену наявністю карбонатів та гідрогенкарбонатів магнію та кальцію і некарбонатну, зумовлену наявністю інших солей (хлоридів, сульфатів) магнію і кальцію. Найвищий показник твердості спостерігали у р. Серет, дещо нижчий цей показник у р. Золота Липа. Найнижча твердість спостерігалася у водах р. Стрипа. За цим показником води даних рік можна віднести до вод середньої твердості.

Вміст органічних речовин у природних водах формується під впливом біохімічних процесів що проходять всередині водойм, надходять разом з атмосферними опадами, підземними, поверхневими та стічними водами. Встановлено що вода із досліджених нами водойм відноситься до середніх за ступенем хімічної окиснюваності. Так найвищого значення перманганатний індекс набуває у воді із р. Золота Липа, дещо нижчий він у водах р. Серет, а у воді із р. Стрипа він у 2,3 рази нижчий ніж в річці Золота Липа.

Невід'ємною складовою природних вод завжди є розчинені гази, серед яких із найбільш поширені – кисень, вуглекислий газ та азот. Присутність кисню у воді відіграє важливу роль у формуванні хімічного складу поверхневих вод, а саме, визначає ступінь аерації та сприяє мінералізації органічних залишків і є необхідним субстратом для існування більшості водних організмів. Вміст кисню в досліджених нами водоймах знижується в ряді рік Стрипа→Серет→Золота Липа і становить 7,13±0,19 мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>; 6,45±0,34 мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>; 5,41±0,25 мгО<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup> відповідно.

Надходження нітратів у поверхневі води пов'язана із процесами нітрифікації йонів амонію за наявності кисню, з атмосферними опадами, стічними водами та зливом із сільськогосподарських угідь. Найвищий вміст нітратів нами зафіксований у р. Золота Липа, на 23% він нижчий у р. Серет, найнижчий вміст нітратів спостерігали в р. Стрипа, що на 70% менше ніж у водах р. Золота Липа. Загальновідомо, що нітрати можуть використовуватися фітопланктоном та денітрифікуючими бактеріями, при низькому вмісті кисню у воді, для окиснення органічних речовин киснем нітратів.

Нітри є проміжною ланкою в ланцюгу бактеріального окислення амонію до нітратів (в аеробних умовах) та відновлення нітратів до азоту і аміаку (при дефіциті кисню). Сезонні

коливання вмісту нітритів характеризуються їх відсутністю взимку та появи навесні при розкладанні відмерлих органічних решток. Так в досліджених нами водоймах вміст нітритів зростає в ряді річок Стрипа→Серет→Золота Липа та не перевищує встановлених норм рибогосподарських ГДК.

Вміст фосфатів в досліджених нами водоймах знаходиться практично на одному рівні та не перевищує встановлених норм. Наявність фосфатів у воді забезпечується протіканням протилежних процесів фотосинтезу та розпаду органічної речовини.

Йони металів є невід'ємними компонентами природних водойм. Залежно від умов середовища (рН, окислювально-відновний потенціал, наявність лігандів) вони існують у різних ступенях окислення і входять до складу різноманітних неорганічних і металоорганічних сполук, які можуть бути розчиненими, колоїдно-дисперсними або входити до складу мінеральних і органічних суспензій.

Багато металів утворюють досить міцні комплекси з органікою; ці комплекси є однією з найважливіших форм міграції елементів в природних водах. Більшість органічних комплексів утворюються за хелатним циклом і є стійкими. Комплекси, утворені ґрунтовими кислотами із солями заліза, алюмінію, титану, урану, ванадію, міді, молібдену та інших важких металів, відносно добре розчинні в умовах нейтрального, слабокислого і слаболужного середовища. Тому металоорганічні комплекси здатні мігрувати в природних водах на досить значні відстані. Особливо важливо це для маломінералізованих і в першу чергу поверхневих вод, в яких утворення інших комплексів неможливе [4]. Однак при визначенні форм металу в природних водах існують певні труднощі, обумовлені малою абсолютною концентрацією та різноманітністю комплексних форм.

Із результатів нашого дослідження (Рис. 1.) видно, що вміст Феруму у всіх водоймах набуває найбільших значень порівняно з іншими металами. Так, за кількісним вмістом у поверхневих водах метали розподіляються наступним чином: Fe→Mn→Zn→Co→Cu – у річках Серет та Золота Липа, для р. Срипи ряд розподілу металів набуває дещо іншого характеру – Fe→Co→Mn →Zn →Cu.

Підвищений вміст Феруму у всіх річках та Мангану у р. Золота Липа ймовірно спричинений їх надходженням із донних відкладів внаслідок їх відновлення.

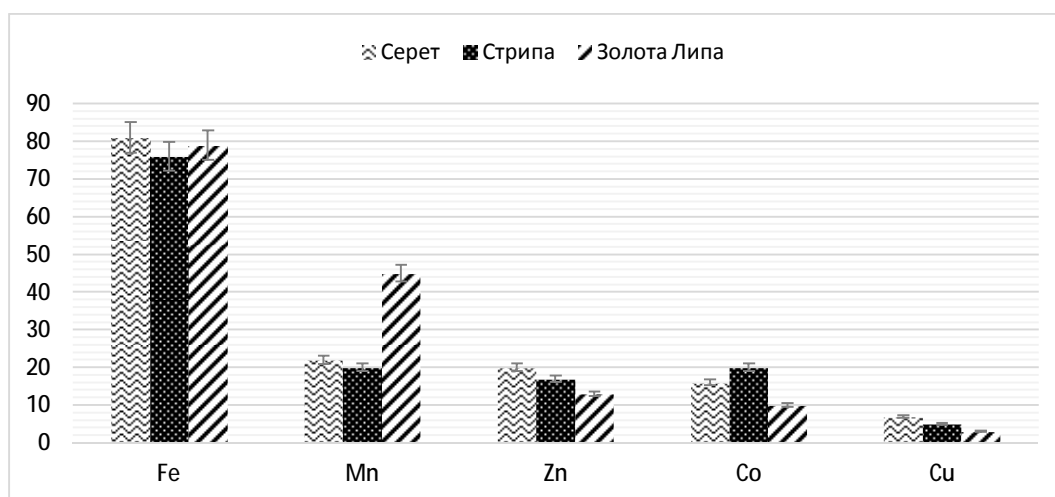


Рис. 1. Вміст йонів металів у поверхневих водах малих річок Західного Поділля (мкг/л,  $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Донні відклади являють собою складну багатокомпонентну систему, яка в залежності від процесів, що проходять у поверхневих водах, сорбційних властивостей самих відкладів, ландшафтних особливостей водозборів, а також властивостей речовин, що надходять в річки, можуть бути накопичувачами хімічних речовин (зокрема, йонів металів) і джерелом вторинного забруднення водного об'єкту [7].

Накопичення йонів металів у донних відкладах водойм, річок і каналів обумовлено рядом причин, у тому числі досить високим вмістом фосфат-йонів в поверхневих водах, утворенням важкорозчинних фосфатних сполук та їх переходом в донні відклади.

Найвищий вміст Феруму у валовій формі (Рис. 2б.) зафіксовано у донних відкладах р. Стрипа, що на 30% більше ніж в р. Золота Липа, та на 65% більше ніж в донних відкладах р. Серет.

Будучи біологічно активним елементом, Ферум в певній мірі впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону та якісний склад мікрофлори у водоймі.

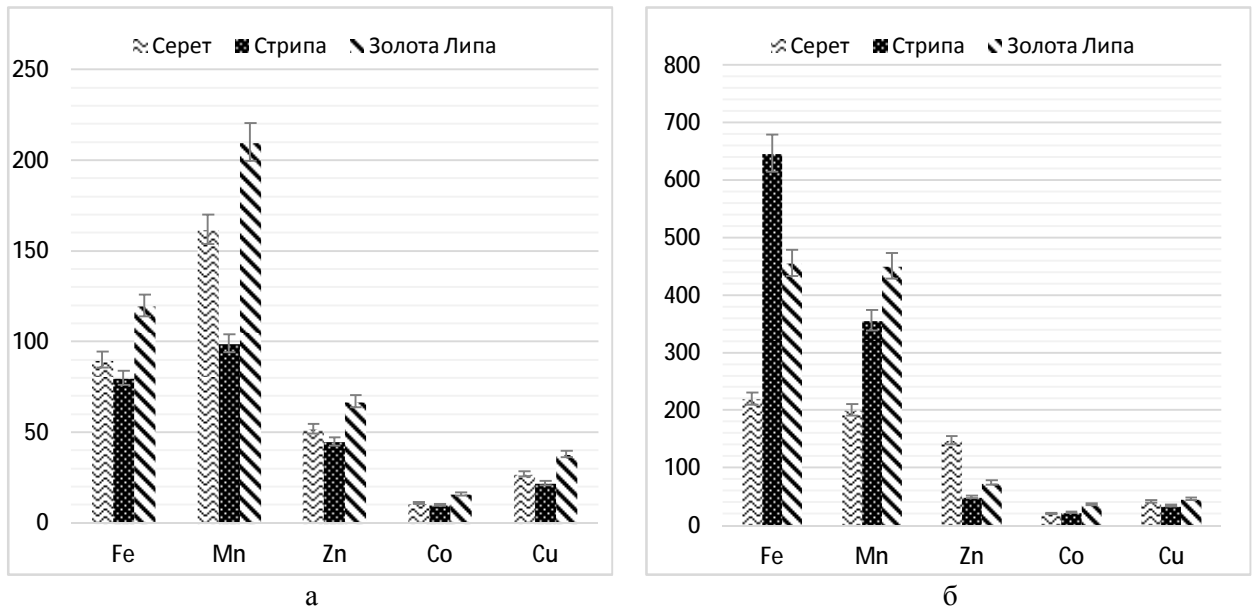


Рис. 2. Вміст рухомої (а) та валової (б) форм йонів металів у донних відкладах малих річок Західного Поділля (мг/кг,  $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Вміст Мангану у донних відкладах (валова форма) зростає в ряді річок Серет→Стрипа→Золота Липа. Значні кількості мангану надходять в процесі розкладання водних тварин і рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей та вищих водних рослин.

Деяка інша картина спостерігається у вмісті Цинку (Рис. 2б.). Так найбільшу кількість його спостерігали у донних відкладах р. Серет, в 2 рази його менше в р. Золота Липа. Найменше Цинку спостерігали в донних відкладах річки Стрипи. У воді існує головним чином в іонній формі або у формі його мінеральних і органічних комплексів. Іноді зустрічається в нерозчинних формах: у вигляді гідроксиду, карбонату, сульфїду та ін.

Цинк відноситься до числа активних мікроелементів, що впливають на ріст і нормальний розвиток організмів. У той же час багато сполук цинку токсичні, насамперед його сульфат і хлорид [2].

Вміст Купруму, одного з найважливіших мікроелементів, у донних відкладах всіх досліджених нами річок знаходиться практично на одному рівні.

Фізіологічна активність міді пов'язана головним чином із включенням її до складу активних центрів окислювально-відновних ферментів. Разом з тим, надлишкові концентрації Купруму негативно впливають на рослинні і тваринні організми.

Кількість Кобальту у донних відкладах річок Серету та Стрипи практично рівна, проте його кількість у донних відкладах Золотої Липи у 2 рази більша. Джерелом надходження сполук Кобальту є процеси вилуговування їх з мідноколчеданових та інших руд, з ґрунтів при розкладанні організмів і рослин, а також зі стічними водами.

Концепція рухомості металів у системі “вода – донні відклади” полягає у здатності переходу різних форм важких металів із одного середовища у інше за дії фізико-хімічних процесів та факторів котрі підсилюють, або знижують ці процеси (рН системи, окислювально-відновний потенціал, концентрація органічних і неорганічних комплексоутворювачів, мікробіологічні процеси).

Як і донні відклади, ґрунт має здатність до акумуляції забруднюючих речовин. Вони надходять разом із атмосферними, паводковими та підземними водами, потрапляють та накопичуються інколи у великих кількостях у ґрунті [1].

Нами проведені дослідження вмісту йонів Феруму, Мангану, Цинку, Кобальту та Купруму у береговому ґрунті річок Серет, Стрипа та Золота Липа. Берегові ґрунти досліджених нами річок відносяться до легко- та середньосуглинистих, для цих ґрунтів характерний високий вміст мікро- та макроелементів порівняно із іншими [3].

Найвищий вміст валової форми Феруму та Мангану (Рис. 3б.) спостерігали в береговому ґрунті Золотої Липи, проте найбільшу кількість Цинку виявили у ґрунті берегу Стрипи. Вміст Кобальту знаходиться практично на одному рівні у всіх досліджених об'єктах. Концентрація Купруму практично на одному рівні у береговому ґрунті річок Серет та Стрипа, а його вміст у р. Золота Липа на 30% більший.

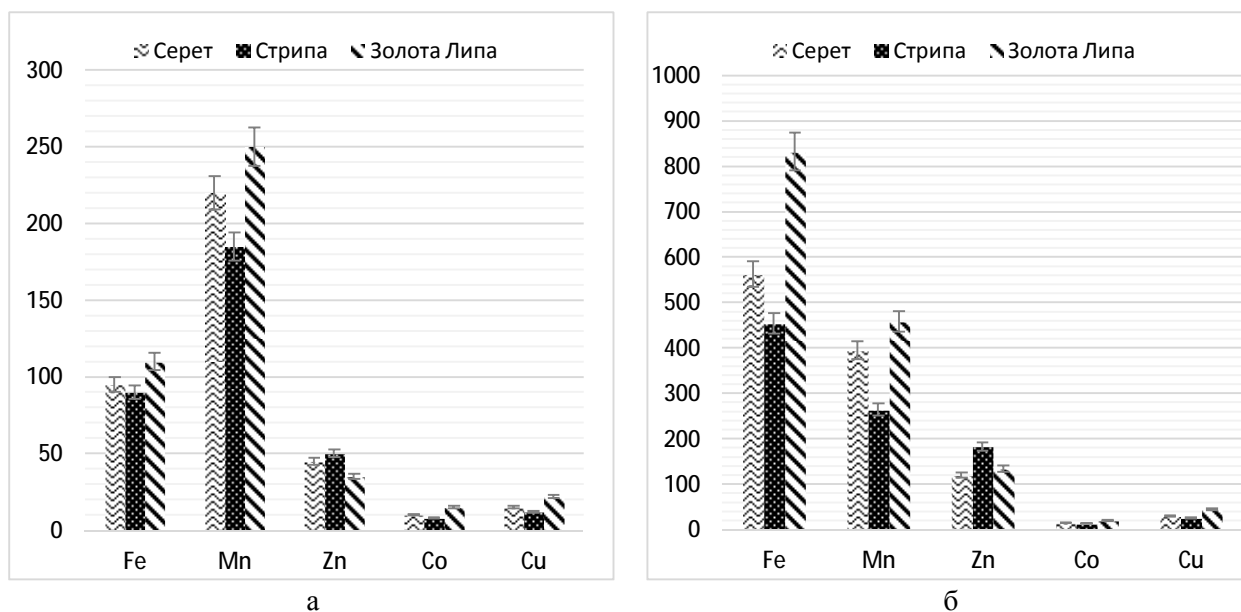


Рис. 3. Вміст рухомої (а) та валової (б) форм йонів металів у береговому ґрунті малих річок Західного Поділля (мг/кг,  $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Щодо вмісту рухомої форми металів берегового ґрунту, тут спостерігається інший розподіл (Рис. 3а.). Для досліджених нами річок розподіл концентрації металів берегового ґрунту характеризується рядом:  $Mn \rightarrow Fe \rightarrow Zn \rightarrow Cu \rightarrow Co$ . Високий вміст марганцю у розчинній формі, ймовірно, пояснюється здатністю цього елемента замішувати катіони деяких елементів, а саме  $Fe^{2+}$ , в силікатах та оксидах.

## Висновки

Концентрація нітратів нітритів та фосфатів у поверхневих водах досліджених нами малих річок Західного Поділля знаходиться в межах встановлених норм. Низька концентрація розчиненого кисню може бути спричинена наявністю підвищеної кількості органічних сполук у поверхневих водах. Висока концентрація деяких металів у донних відкладах та береговому ґрунті є джерелом їх надходження у поверхневі води.

Наведені дані щодо гідрохімічного стану водойм мають попередній характер, оскільки дослідження тривають до цього часу. Детальну картину екологічного стану водойм можна буде отримати лише після проведення комплексних досліджень із залученням індикаторних організмів.

1. Бияк В.Я. Аналіз гідрохімічних показників малих річок Західного Поділля / Бияк В.Я., Ляврін Б.З., Хоменчук В.О. та ін. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2010, № 4 (45). — С. 115—121
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: Справ. изд./ Под ред. В.А. Филова и др. — Л.: Химия, 1988. — 512 с.
3. Застосування системи класифікації ґрунтів ФАО / WRB до ґрунтової карти Тернопільської області / Гнатишин Л. // Матер. наук. студент. конф., присвяченої 130-річчю Чернівецького університету. — Біологічні, хімічні та географічні науки. — Чернівці : Рута, 2005. — С. 41—42.
4. Зверев В.П. Гидрогеохимия осадочного процесса / В.П. Зверев — М.: Наука, 1993. — 176 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [за ред. В.Д. Романенка]. — К.: Логос, 2006. — 408 с.

6. *Никаноров А.М.* Гидрохимия: Учебник / А.М. Никаноров. — [2-е изд., перераб. и доп.]. — СПб. : Гидрометеоздат, 2001. — 444 с.
7. *Папина Т.С.* Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода – взвешенное вещество – донные отложения речных экосистем = Transport and Peculiarities of Heavy Metals Distribution in the Row: Water – Suspended Substance – River Ecosystems Sludge: Аналит. обзор / Т.С. Папина. — Новосибирск, 2001. — 58 с. — (Сер. Экология. Вып. 62).
8. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши.* Часть 1 / под ред. Л.В. Боевой. Ростов-на Дону, "НОК", 2009. — 1044 с.
9. *Свинко Й.М.* Нарис про природу Тернопільської області: геологічне минуле, сучасний стан / Й.М. Свинко — Тернопіль : Навчальна книга–Богдан, 2007. — 192 с.

*Б.З. Ляврин, В.А. Хоменчук, В.З. Курант*

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка, Украина

#### ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК ЗАПАДНОГО ПОДОЛЬЯ

Исследовано гидрохимическое состояние малых рек Западного Подолья: Серета, Стрипы и Золотой Липы. Определено содержание ионов металлов в поверхностных водах, донных отложениях и береговой почве данных рек.

*Ключевые слова:* гидрохимические показатели, малые реки, донные отложения, береговой грунт, ионы металлов

*B.Z. Lyavrin, V.O. Khomenchuk, V.Z. Kurant*

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### PECULIARITIES OF THE HYDROCHEMICAL STATE OF SMALL RIVERS OF THE WESTERN PODILLYA

Studied hydrochemical status of small rivers of Western Podillya: Seret, Strypa and Zolota Lypa. Established that nitrates nitrites and phosphates in the surface waters is in the range of established norms. Low concentrations of dissolved oxygen may be caused by the presence of increased amounts of organic compounds in surface waters.

Determined the content of metal ions in the surface waters, bottom sediments and the coastal soil of rivers. Established that high concentrations of Fe and Mn in bottom sediments can be a source of finding them in the mass of water.

*Keywords:* hydrochemical indicators, small rivers, bottom sediments, coastal soil, metal ions

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 14.05.2014