

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра гідрології та гідроекології

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

**Періодичний науковий збірник
№ 2 (49)**

Київ
2018

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. 2018. № 2 (49). 99 с.

HIDROLOHIIA, HIDROKHIIMIIA I HIDROEKOLOHIIA:

The scientific collection / The editor-in-chief Valentyn Khilchevskiy. 2018. № 2 (49). 99 p.

У збірнику вміщено статті, в яких викладено методичні розробки, а також результати теоретичних та прикладних гідрологічних, гідрохімічних і гідроекологічних досліджень, що виконано в різних установах України.

- Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” засновано у травні 2000 р.
- Зареєстровано Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5).
- Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 15819-4291Р від 8 жовтня 2009 р.
- Наказом Міністерства освіти і науки України № 515 від 16.05.2016 р. включено до переліку наукових фахових видань України за галуззю «Географічні науки».
- **Засновник:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
- Виходить чотири рази на рік.
- Науковий збірник реферується УРЖ «Джерело» (угода з ІПРІ НАН України – засновником УРЖ «Джерело», №245/17 від 6 листопада 2017 р.)

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
(15 червня 2018 р., протокол № 13)*

Адреса видавця та редколегії:

МСП 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 64,
географічний факультет Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
кафедра гідрології та гідроекології,
Лук'янець Ользі Іванівні (з позначкою “Науковий збірник”).

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.

E-mail: hydrozbirnyk-knu@ukr.net
luko15_06@ukr.net

ISSN:2306-5680

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2018

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2018. № 2 (49)**

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Хільчевський Валентин Кирилович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Гребінь Василь Васильович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Гандзюра Владимир Петрович, доктор біологічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Шакірзанова Жаннетта Рашидовна, доктор географічних наук, *Одеський державний екологічний університет*

Линник Петро Микитович, доктор хімічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*

Ободовський Олександр Григорович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Осадчий Володимир Іванович, доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України, *Український гідрометеорологічний інститут*

Осадча Наталія Миколаївна, доктор географічних наук, *Український гідрометеорологічний інститут*

Самойленко Віктор Миколайович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Сніжко Сергій Іванович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Тімченко Володимир Михайлович, доктор географічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*

Шищенко Петро Григорович, доктор географічних наук, член-кореспондент НАПН України, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Щербак Володимир Іванович, доктор біологічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Волчек Олександр Олександрович, доктор географічних наук, *Брестський державний технічний університет (Республіка Білорусь)*

Цюпа Тадеуш, доктор габілітований, *Інститут географії Університету Яна Кохановського в Кельцах (Польща)*

Мельничук Орест Миколайович, доктор географічних наук, *Інститут Екології та Географії Академії Наук Молдови*

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

Лук'янець Ольга Іванівна, кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

З М І С Т

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Ободовський О.Г., Сурай К.С., Почасвець О.О.

Оцінка мінімального стоку води річок суббасейну Ужа (басейн річки Тиса)..... 6

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Скоблей М.П., Линник П.М.

Порівняльна оцінка зміни концентрації окремих компонентів хімічного складу води транскордонної ділянки р. Тиси в сучасних умовах 16

Ігнатенко І.І.

Молібден у водних об'єктах урбанізованих територій (на прикладі озер Опечень)..... 26

Осипенко В.П.

Сезонний розподіл розчинених органічних речовин у воді озера Вербного (м. Київ) 32

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Жежеря В.А., Линник П.М., Линник Р.П.

Лабільна фракція металів у різнотипних водних об'єктах України залежно від вмісту і компонентного складу розчинених органічних речовин та її біологічна роль..... 40

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анахов П. В.

Рух вузлової лінії затухаючих прибережних сейш 51

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Гребень В.В., Забокрицкая М.Р.

Университетская деятельность и основные направления гидролого-гидрохимических исследований профессора В.К. Хильчевского 59

ПОСТАТІ В ГІДРОЛОГІЇ

Манукало В.О.

Йосип Аронович Железняк – відомий український вчений в галузі гідрології: 100 років з дня народження..... 93

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”..... 96

CONTENTS

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Obodovsky O., Surai K., Pochaevets O.

Rating of minimal river water flow of the Uzh River subbasin (the Tisa River basin)..... 6

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Skobley M.P., Linnik P.M.

Comparative assessment of the change in the concentration of individual components of the water chemical composition of the Tisza river transboundary in modern conditions..... 16

Ignatenko I.I.

The molybdenum in water bodies of the urbanized territories (the example of Opechen lakes) 26

Osypenko V.P.

The seasonal distribution of the dissolved organic substances in water of the Verbne lake (Kyiv city) 32

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Zhezherya V.A., Linnik P.N., Linnik R.P.

The labile fraction of metals in various types of water bodies in Ukraine, depending on the concentration and component composition of dissolved organic substances and its biological role..... 40

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Anakhov P. V.

Movement of the nodal line of damping coastal seiches 51

SCIENTIFIC REPORTS

Grebin V.V., Zabokrytska M.R.

University activity and the main directions of hydrological-hydrochemical studies of Professor V.K. Khilchevskyi..... 59

PERSONAGES IN HYDROLOGY

Manukalo V.O.

Joseph A. Zheleznyak is a famous Ukrainian scientist in the field of hydrology: 100 years from birth..... 93

The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology»..... 96

УДК: 556.5 + 528.8

Ободовський О.Г., Сурай К.С., Почаєвець О.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОЦІНКА МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК СУББАСЕЙНУ УЖА (БАСЕЙН РІЧКИ ТИСА)

Ключові слова: річковий стік води; внутрішньорічний розподіл стоку; мінімальний стік води річок; оцінка мінімального стоку; мінімальні витрати води; карта мінімального стоку води; суббасейн річки Уж.

Вступ. Мінімальний стік води річок Українських Карпат на сьогоднішній день є мало дослідженим, адже через надмірне зволоження території більша увага приділяється максимальному стоку води цього регіону. Разом з тим в останній час були відмічені дуже низькі межні на вказаних річках, які навіть встановили подекуди історичні мінімуми. Не були винятком в цьому контексті і річки басейну Ужа. Враховуючи розташування суббасейну річки Уж на кордоні країни зі Словаччиною, вивчення мінімального стоку на його водозборі є більш складним за відсутності достатньої кількості даних. Тому досі ця територія є слабо вивченою стосовно оцінки мінімального стоку води. Однак його перебіг є вкрай важливим при вирішенні ряду водогосподарських задач.

Аналіз попередніх досліджень. Районування території Закарпаття за умовами формування межного стоку, вивчення та розрахунок мінімальних витрат води річок проводили Лисенко К.А. та Чіппінг Г.О. ще у 60-70-х рр. минулого століття [8]. Дослідженнями мінімального стоку води займалися також Владимиров А.М. [2], Лобода Н.С., Божок Ю.В. [6], Горбачова Л.О. [4, 5], Баужа Т.О. [1], Ободовський О.Г. [3, 9, 12, 13], Лук'янець О.І. [7, 11, 13], Почаєвець О.О. [3, 9, 12], Ромась М.І. [11, 12] Соловей Т.В. [16].

В міжнародній науковій практиці питанню дослідження мінімального стоку води на річках присвячена значна кількість публікацій. В наших дослідженнях ми намагались зосередитись на аналізі публікацій, пов'язаних з процесами формування мінімального стоку гірських річок зі схожими умовами формування стоку води. Так, в роботах американських вчених [18-29] дослідження мінімального стоку з використанням програмного продукту ІНА проводяться ще з 1996 р. Саме вони пропонують використовувати мінімальні витрати води за період 7-ми днів, як такий, що найменше піддається впливу випадіння опадів.

Мета роботи – оцінка мінімального стоку води річок суббасейну Ужа та побудова карти ізоліній мінімального стоку в межах суббасейну для отримання даних за відсутності спостережень.

Вихідні дані та методика дослідження. Вихідні дані у вигляді щоденних середньодобових витрат води для досліджень мінімального стоку були отримані у Центральній геофізичній обсерваторії ім. Бориса Срезневського. Використане інформаційне джерело – гідрологічні щорічники – містять дані спостережень з 1860 по 2015 р. включно. Для досліджень були використані дані від початку спостережень на обраних постах до 2015 р.

Суббасейн р. Уж за своїм територіальним розташуванням знаходиться не лише в Україні, а й у Словаччині, де на його річках також проводиться моніторинг (пост р. Уж – с. Лекаровце). Гідрометричні дані із закордонного поста є важко доступними, тому була використана лише інформація з українських гідрологічних постів. Для побудови карт ізоліній мінімальних модулів стоку води було використано дані з гідрологічних постів сусідніх річкових басейнів (табл.1).

Таблиця 1. Список гідрологічних постів, дані спостережень з яких були використані для побудови карт ізоліній мінімальних модулів стоку води

1.Тиса - Вилок	11.Бодрог - Стреда над Бодрогом
2.Біла Тиса - Луги	12.Бистра - Вісеул
3.Косівська - Косівська Поляна	13.Красна - Агердомайор
4.Тересва -Усть-Чорна	14.Шамос - Сату Маре
5.Ріка - Верхній Бистрий	15.Уж - Жорнава
6.Ріка - Міжгір'я	16.Уж - Зарічеве
7.Боржава - Довге	17.Уж- Ужгород
8.Латориця - Свалява	18.Тур'я - Сімер
9.Латориця - Мукачеве	19.Чорна Тиса - Ясіня
10.Удава - Удавське	20.Латориця - Підполоззя

У суббасейні річки Уж в межах України розташовано 7 гідрологічних постів, з них лише 4 – витратні (р. Уж – с. Жорнава, р. Уж – с. Зарічеве, р. Уж – м. Ужгород та р. Тур'я – с. Сімер).

Для оцінки мінімального стоку води було використано мінімальні витрати води як середні значення за 7-денний період (період обрано для річок гірського типу і з урахуванням можливостей американського програмного продукту ІНА (Indicators of Hydrologic Alteration [20, 21], де проводився розрахунок середніх 7-денних значень). У програмі є можливість розрахунку середніх значень за 30 та за 7 днів, а також можна обирати період (весь рік або частина року), за який розраховуватимуться середні значення: для даного дослідження було розраховано середні 7-денні мінімальні значення для літньо-осіннього та зимового меженого сезонів. Згідно з нормативним положенням [6] дослідження мінімального стоку води на території України слід проводити, використовуючи дані за 30-ти добовий період з мінімальним стоком. Проте суббасейн річки Уж, який розташований в регіоні Українських Карпат, характеризується значними похилами та частим випадінням опадів, що зумовлює інтенсивне формування паводків як у теплий, так і в холодний період року. На основі аналізу наукових праць [20], можливостей програмного середовища для виконання гідрологічних розрахунків ІНА нами для дослідження мінімального стоку було обрано підхід, який враховує аналіз мінімальних витрат води за період 7-ми діб (замість 30-ти діб).

Виклад результатів дослідження. Для оцінки мінімального стоку було проведено розрахунки внутрішньорічного розподілу стоку води за моделлю реального року за роки різних забезпеченостей (табл.2).

Згідно з аналізом результатів внутрішньорічного розподілу стоку води, найбільший стік припадає на весну-літо, коли проходять значні дощові паводки. Найнижчий стік формується завжди в осінній період (літньо-осіння межень). Зимові межень дуже нестійка, адже переривається відлигами і сніго-дощовими паводками, тому стік у зимовий період значно вищий, ніж в осінній.

Таблиця 2. Внутрішньорічний розподіл стоку води річок (у відсотках) у суббасейні р. Уж

Г/п	Місяці												Сезонний стік, %		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	Весна-літо	Осінь	Зима
Багатоводний рік 5%-ї забезпеченості															
Уж - Жорнава	6,74	30,6	6,75	2,33	0,74	0,68	5,71	14,2	10	12	7,01	3,37	47,1	20,5	32,3
Уж - Зарічово	13,7	7,4	10,2	4,49	9,89	3,02	5,65	5,71	2,62	11,6	17,9	7,87	45,7	14,4	40
Уж - Ужгород	8,15	8,38	13,3	12,2	5,12	3,16	4,86	2,57	9,75	20,6	9,01	2,93	47,1	10,6	42,3
Тур'я - Сімер	8,56	10	13,7	10,8	4,51	3,09	5,54	2,88	10,3	19,2	8,98	2,35	47,6	11,5	40,9
Середній за водністю рік 50%-ї забезпеченості															
Уж - Жорнава	10,1	12,4	13,6	7,28	7,72	3,2	2,5	8,32	8,32	6,5	8,68	11,4	51,1	14	34,9
Уж - Зарічово	9,49	9,57	13,6	5,95	9,09	2,84	2,18	6,35	8,48	8,81	10,9	12,8	47,6	11,4	41
Уж - Ужгород	17,4	17,6	6,79	4,19	1,25	1,15	2,13	6,12	5,31	7,81	9,26	21	47,3	9,4	43,3
Тур'я - Сімер	22,5	16,7	11,8	4,13	5,07	8,43	0,99	0,77	6,14	13,4	1,61	8,5	60,1	10,2	29,7
Маловодний рік 95%-ї забезпеченості															
Уж - Жорнава	22,3	16,3	4,53	5,23	4,42	8,69	2,3	2,06	2,67	11,2	9,79	10,5	52,8	13,1	34,1
Уж - Зарічово	21	19,1	4,15	4,52	4,32	7,22	1,28	1,21	1,77	11,6	10,3	13,5	53,1	9,7	37,2
Уж - Ужгород	24,1	20,2	7,93	11,9	3,84	2,63	1,64	0,98	1,1	2,44	16,9	6,46	67,9	5,24	26,9
Тур'я - Сімер	19,5	17,8	10,8	8,12	4,14	2,34	1,36	1,28	2,08	2,72	18,5	11,4	60,3	4,98	34,7

Найменша частка стоку припадає частіше на жовтень на рівнинній території басейну і зазвичай у маловодний рік, що спричинено випадінням малої кількості опадів, а також на серпень-вересень.

На основі внутрішньорічного розподілу стоку було виокремлено два відносно стійкі періоди мінімальних витрат води: літньо-осінній (з серпня по жовтень) та зимовий (з листопада по лютий); у ці місяці спостерігається нижчий стік, ніж в інші. Саме ці періоди були закладені в програму ІНА для визначення середніх 7-денних мінімальних витрат води. 7-денний період обрано з урахуванням можливостей програми, фізико-географічних особливостей басейну річки та на основі аналізу виконаних [17] і власних досліджень (рис.1). На графіку можна спостерігати лише короткі 7-денні періоди мінімальних витрат води без випадіння опадів, за винятком зимового сезону, коли можуть випадати тверді опади і впливати на стік води лише через тривалий час.

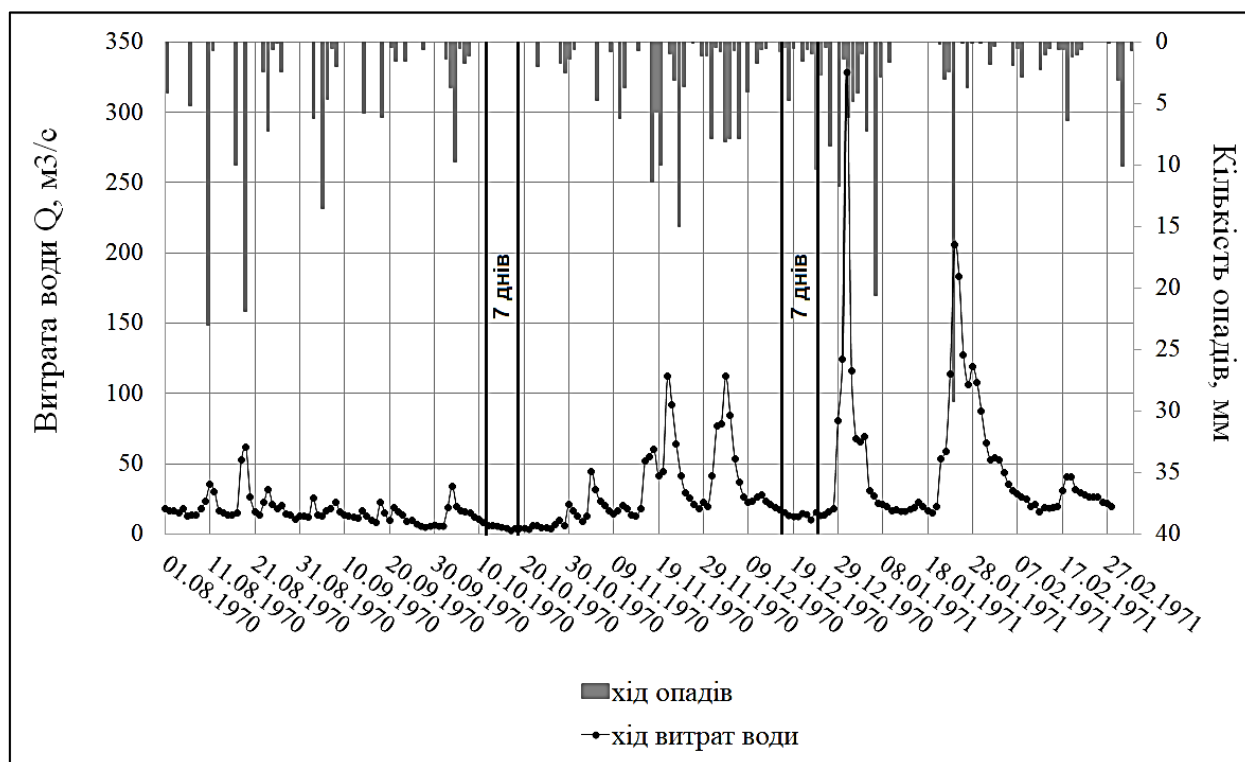


Рис. 1. Гідрограф стоку води по гідрологічному посту р. Уж – м. Ужгород та хід кількості атмосферних опадів за період мінімального стоку у багатоводний 1970 – 1971 водогосподарський рік

Отримані часові ряди даних були перевірені на однорідність у програмі StokStat [18].

Оскільки в гідрології при дослідженні за різними статистичними критеріями рівень значимості приймають 1%, 5% та 10%, то при оцінці на однорідність перевірка здійснювалася як при 5%-вому, так і при 1%-вому рівні значимості. Встановлено, що всі досліджувані часові послідовності мінімального стоку води, за виключенням рядів мінімальних витрат по посту р. Уж – м. Ужгород, є однорідними за трьома критеріями (Фішера, Стюдента і Вількоксона). Ряди середніх мінімальних витрат води гідрологічного поста у м. Ужгород однорідні лише за параметричними критеріями Фішера і Стюдента, а отже їх також можна використовувати у дослідженнях.

Для того, щоб мати уявлення про те, у якій фазі зараз перебуває мінімальний стік води в межах досліджуваної території, було проведено оцінку коливань мінімального стоку за різницевиими інтегральними кривими. Дослідження проводились за даними гідрологічного поста Ужгород, який є замикальним створом, має площу водозбору 1970 км² та описує загальний характер коливань стоку води в басейні.

Ці криві побудовані за весь період спостережень (1947-2015 рр.) за даними мінімальних 7-денних витрат води за зимовий та літньо-осінній періоди (рис.2).

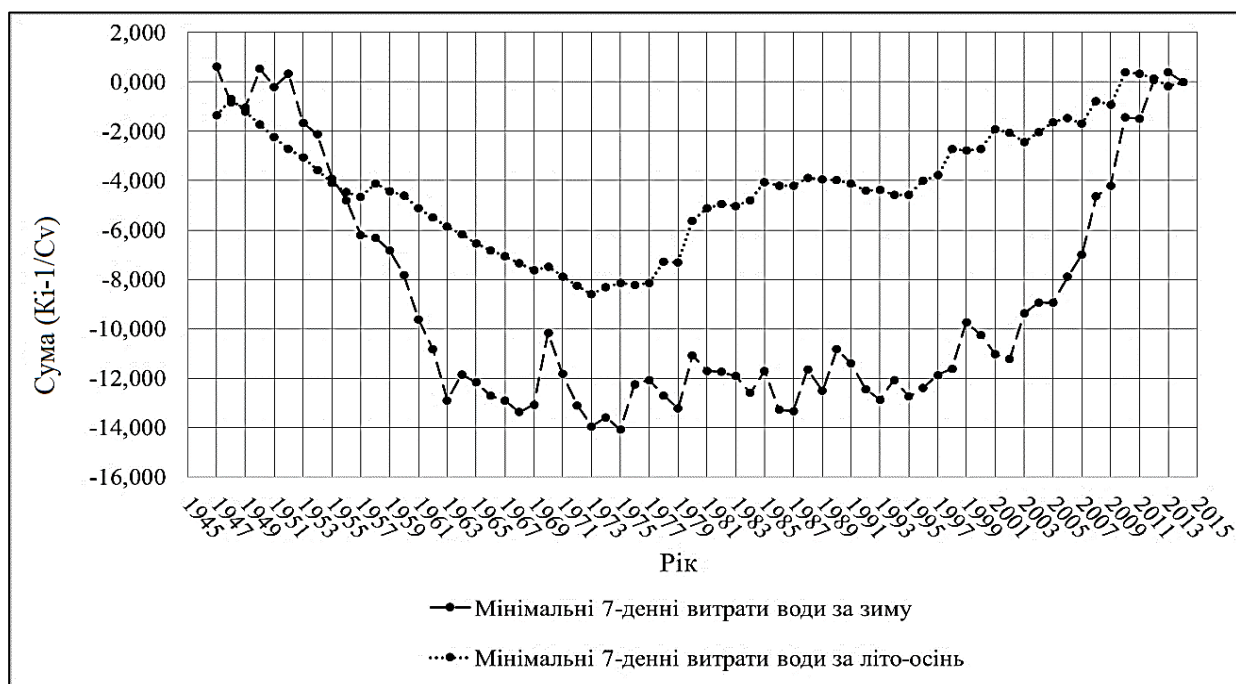


Рис.2. Різницеви інтегральні криві мінімального стоку: р. Уж – м. Ужгород

Аналізуючи отримані різницеви інтегральні криві (рис.2), слід зазначити, що помітним є перехід мінімального стоку із маловодної фази у багатоводну, і для обох періодів (зимового та літньо-осіннього) цей перехід можна спостерігати у 1971 р. Проведені дослідження співпадають із результатами досліджень інших авторів, за якими мінімальний стік води вже тривалий час знаходиться в багатоводній фазі [9, 10, 12, 13, 19].

Одним із важливих питань гідрологічних досліджень є встановлення витрат води за відсутності спостережень. Враховуючи значний розвиток наукових досліджень та виникнення прикладних програмних комплексів для гідрологічних розрахунків, визначення таких значень стає все більш доступним. Для того, щоб в подальшому можна було оцінити мінімальний стік води річок суббасейну Ужа у будь-якій його точці, нами були побудовані карти ізоліній модуля мінімального стоку ($л^*с/км^2$) за 7-денний період для зимового та літньо-осіннього меженого періодів (рис. 3-4).

Отримані карти ізоліній стоку води є актуальними та найбільш детальними і сучасними для річок суббасейну Ужа. За результатами аналізу побудованих карт мінімальних модулів стоку води здійснена оцінка їх достовірності шляхом отримання залежності між фактичними їх значеннями за даними гідрологічних постів, розрахованими за багаторічний період, та знятими з карти (рис. 5).

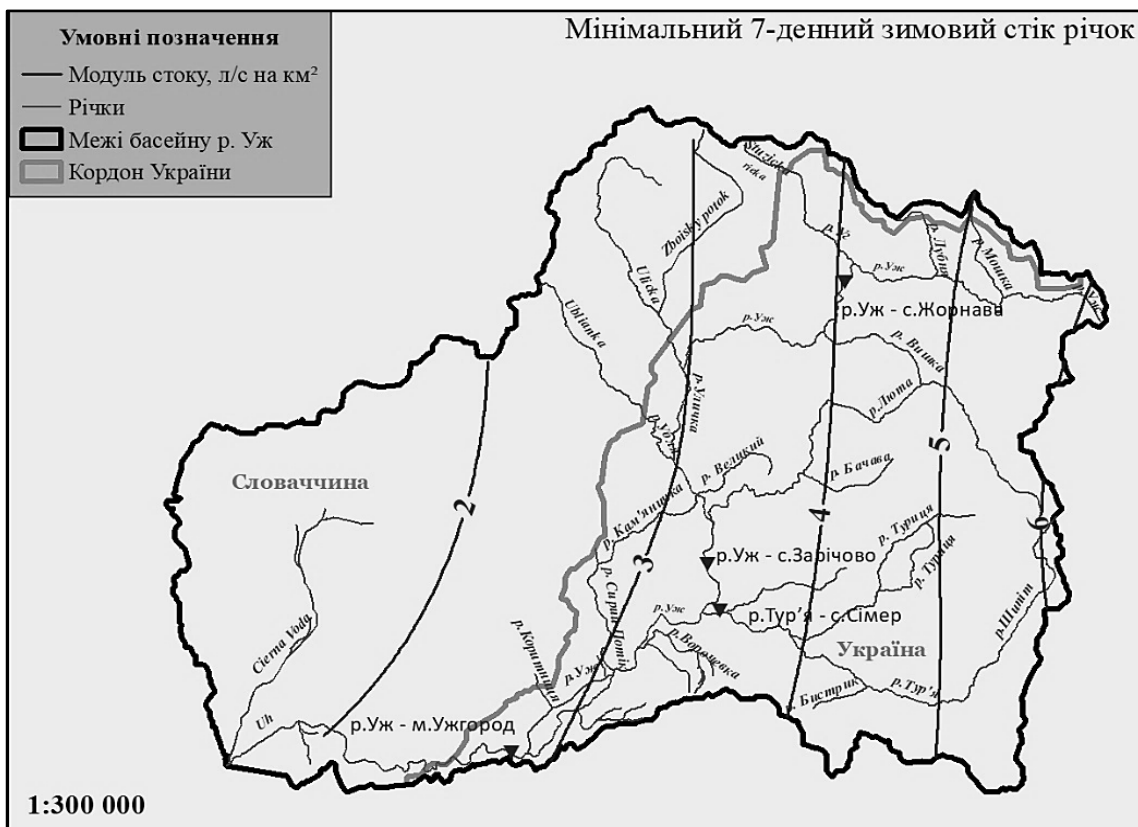


Рис. 3. Карта ізолій мінімального 7-денного зимового стоку води річок суббасейну р. Уж

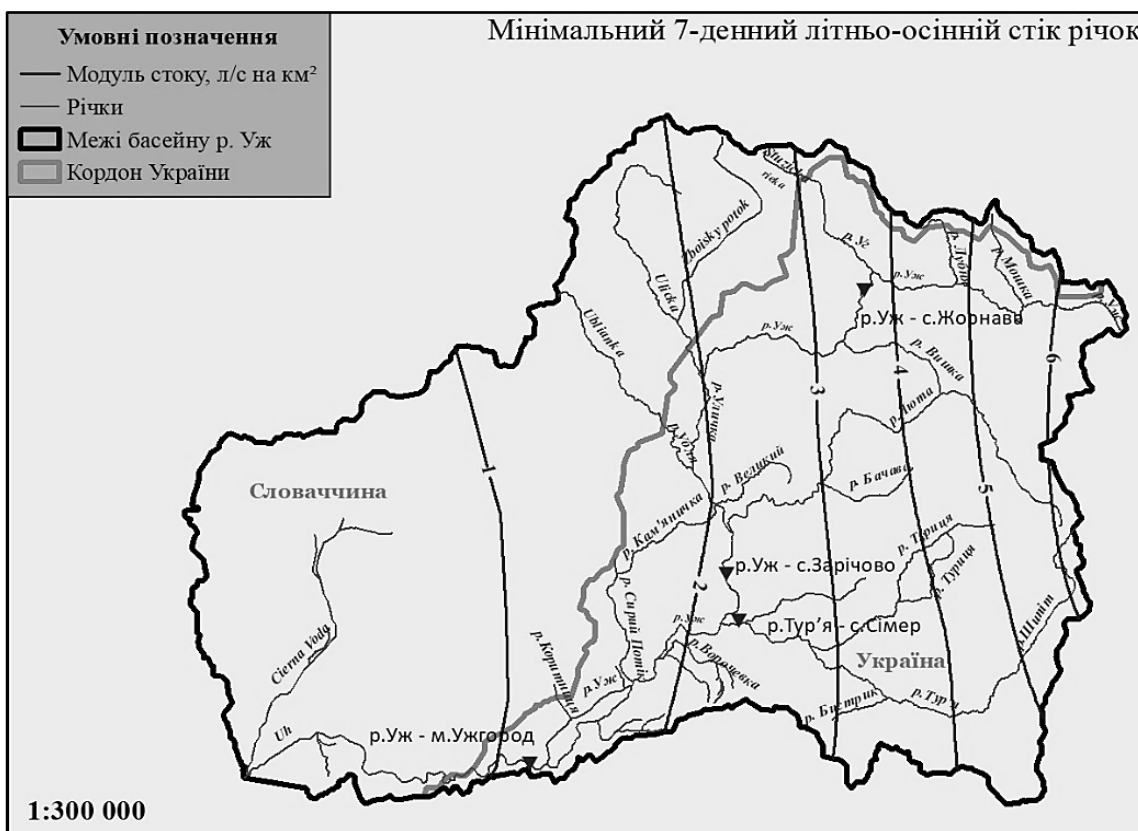


Рис. 4. Карта ізолій мінімального 7-денного літньо-осіннього стоку води річок суббасейну р. Уж

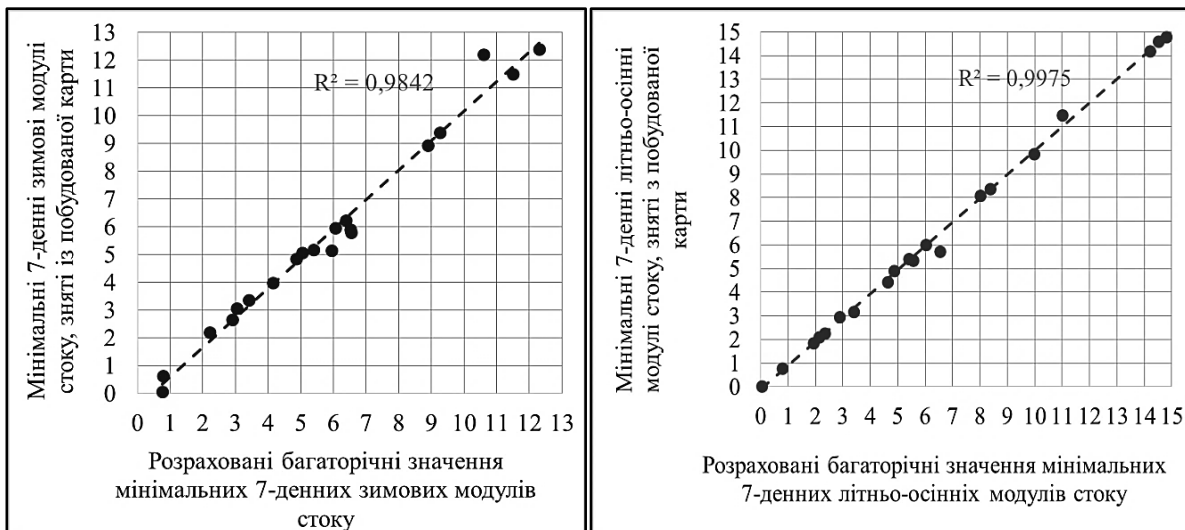


Рис.5. Залежність між розрахованими та картографованими мінімальними модулями стоку води річок суббасейну Ужа

Залежність показала тісний зв'язок, коефіцієнт кореляції склав $r = 0,992$ та $0,999$ для двох карт. При цьому лінія зв'язку проходить під кутом, близьким до 45° . Отже, представлені карти є достовірними, і ними можна користуватися у подальшому для встановлення величини модулів стоку з інших точок басейну для виконання практичних та наукових цілей. Зокрема це стосується оцінки мінімального стоку річок басейну для вирішення різних водогосподарських завдань: планування водопостачальних та водозабірних робіт, проектування та побудова гідротехнічних споруд, виконання меліоративних робіт та інше.

Висновки. Для того, щоб оцінити мінімальний стік води суббасейну р. Уж, було створено банк щоденних даних по всіх витратних гідрологічних постах в межах басейну на території України в с. Жорнава, с. Зарічово, м. Ужгород (розташовані на р. Уж) та с. Сімер (пост розташований на притоці Ужа – р. Тур'я).

За результатами досліджень внутрішньорічного розподілу стоку води для річок басейну було виділено два відносно стійкі періоди мінімальних витрат води: літньо-осінній (з серпня по жовтень) та зимовий (з листопада по лютий). Найбільший стік води припадає на весну-літо, найнижчий формується завжди в осінній період. Зимовий стік води річок дуже нестійкий, адже переривається відлигами і снігодошовими паводками. Стік у зимовий період значно вищий, ніж в осінній.

Оцінка однорідності рядів мінімальних витрат води, сформованих на основі розрахунків в програмі ІНА, дала підставу стверджувати, що всі досліджувані послідовності є однорідними.

Оцінка коливань мінімального стоку засвідчила, що зараз він знаходиться у багатоводній фазі.

На основі отриманих середніх 7-денних мінімальних витрат води, переведених у модулі стоку, було побудовано карти модулів стоку окремо для зимового та літньо-осіннього періодів. Для створення більш достовірних карт було використано дані з 20 гідрологічних постів, у тому числі і закордонних.

Оцінка достовірності карт показала тісний зв'язок між фактичними та розрахованими значеннями витрат води в межах гідрологічних постів ($r = 0,992$ та $r = 0,999$). Отже, карти є достовірними, і ними можна користуватися у практичних цілях для отримання значень мінімальних модулів стоку води для будь-якої річки суббасейну.

Список літератури

1. Баужа Т.О., Горбачова Л. О. Особливості часового розподілу мінімального стоку води річок та струмків басейну річки Ріка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2013. Т.4(31). С. 36–46.
2. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л. : Гидрометеоздат, 1976. 296 с.
3. Гідроекологічна оцінка та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат. Науковий звіт теми № 14БП050-01. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. № держреєстрації 0114U003482, 2015 р. 336 с.
4. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2014. Т.1(32). С. 22–31.
5. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. Український географічний журнал, 2015. № 3. С. 16-23.
6. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Мінливість клімату та водних ресурсів Закарпаття. Вісник Одеського державного екологічного університету, 2011. Вип. 12. С. 161-167.
7. Лук'янець О.І., Камінська Т.П. Закономірності та просторова синхронність багаторічних циклічних коливань водного стоку річок Українських Карпат. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. Вип. 744–745: Географія, 2015. С. 18-24.
8. Лысенко К. А. Минимальный сток малых рек Карпат и его расчёты. Труды УкрНИГМИ, 1976. Вип. 149. С. 130-142.
9. Ободовський О.Г., Данько К.Ю., Почаєвець О.О., Ободовський Ю.О. Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу (на прикладі річок Українських Карпат). Вісник київського університету. Географія, 2016. №64. С. 5-11.
10. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Річковий стік та гідрологічні розрахунки» для студентів географічного факультету / Упорядник С. С. Дубняк. К. : ВПЦ «Київський університет», 2006. – 37 с.
11. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» для студентів географічного факультету // Упорядник О.І. Лук'янець. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 60 с.
12. Ободовський О.Г., Почаєвець О.О., Заварзін М.А. Оцінка зв'язків мінімального та середнього стоку води річок Українських Карпат. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.1(40). С. 60–69.
13. Ободовський О.Г., Лук'янець О.І. Виявлення та прогнозна оцінка коливань водності річок Карпатського регіону. Матеріали Міжнар. наук. конф. «Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків (до 140-річчя започаткування географії у Чернівецькому національному університеті ім. Ю. Федьковича)». 11-13 жовтня 2016 р. Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2016. С. 170-171.
14. Природа Українських Карпат. Під ред. К.І. Геренчука. Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1968. 266 с.
15. Ресурсы поверхностных вод СССР, т.6 Украина и Молдавия, вып. 1. Западная Украина и Молдавия.
16. Соловей Т.В. Характеристика мінімального стоку річок басейну Прута. С. 76-77.
17. ArcGIS Online Mapping Without Limits URL: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>.
18. GeoDigital. Инженерная геодезия. StokStat 1.2 - Статистика для гидрологии. URL: http://www.geodigital.ru/soft_hydr.
19. How much water does a river need? / Brian Richter, Jeffrey Baumgartner, Robert Wigington, David Braun. // Freshwater Biology. February 1997. pp. 231-249.
20. Indicators of Hydrologic Alteration (IHA). URL: <https://www.coservationgateway.org/ConversationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofhydrologicAlteration/>.
21. Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1. User's Manual. The Nature Conservancy, 2009.
22. Opperman, J. (2006). Indicators of Hydrologic Alteration analysis for the Patuca River.
23. Opperman, J. (2006). Preliminary IHA analysis for the Middle Fork Willamette River at Jasper OR.
24. Reilly C. Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation / C. Reilly, N. C. Kroll. // Water resources research. – 2003. №30. С. 1–10.
25. Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Braun, D.P., and Powell, J. (1998). A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. Regulated Rivers: Research & Management, 14, 329-340.
26. Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Powell, J., and Braun, D.P., (1996). A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. Conservation Biology, 10(4), 1163-1174. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Conservation Biology.
27. Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R., and Braun, D.P. (1997). How much water does a river need? Freshwater Biology, 37, 231-249. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Freshwater Biology.
28. SASGIS Веб-картографія и навигация. URL: <http://www.sasgis.org/>.
29. Tokarczyk T.

References

1. *Bauzha T.O., Horbachova L. O.*. Osoblyvosti chasovoho rozpodilu minimal'noho stoku vody richok ta strumkiv basejnu richky Rika. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2013. T.4(31). S. 36–46.
2. *Vladymyrov A.M.* Stok rek v malovodnyj peryod hoda. L. : Hydrometeoizdat, 1976. 296 s.
3. *Hidroekolohichna otsinka ta prohnoz enerhetychnoho potentsialu richok Ukrain's'kykh Karpat.* Naukovyj zvit temy № 14BP050-01. Kyivs'kyj natsional'nyj universytet imeni Tarasa Shevchenka. № derzhreiestratsii 0114U003482 2015 r. 336 s.
4. *Horbachova L.O.* Metodychni pidkhody schodo otsinky statsionarnosti i odnoridnosti hidrolohichnykh riadiv sposterezhen'. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2014. T.1(32). S. 22–31.
5. *Horbachova L.O.* Suchasnyj vnurishn'orichnyj rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy. Ukr. heohr. zhurn. 2015. № 3. S. 16-23.
6. *Loboda N.S., Bozhok Yu.V.* Minlyvist' klimatu ta vodnykh resursiv Zakarpattia. Visnyk Odes'koho derzhavnogo ekolohichnoho universytetu. 2011. Vyp. 12. S. 161-167.
7. *Luk'ianets' O.I., Kamins'ka T.P.* Zakonomirnosti ta prostorova synkhronnist' bahatorichnykh tsyklichnykh kolyvan' vodnoho stoku richok Ukrain's'kykh Karpat. Naukovyj visnyk Chernivets'koho universytetu: zbirnyk naukovykh prats'. Chernivtsi: Chernivets'kyj nats. un-t. Vyp. 744–745: Heohrafiia. 2015. S. 18-24.
8. *Lysenko K. A.* Mynymal'nyj stok malykh rek Karpat y eho raschioty. Trudy UkrNYHMY, 1976. Vyp. 149. S. 130-142.
9. *Obodovs'kyj O.H., Dan'ko K.Yu., Pochaievets' O.O., Obodovs'kyj Yu.O.* Metodyka vstanovlennia hidroenerhetychnoho potentsialu (na prykladi richok Ukrain's'kykh Karpat). Visnyk kyivs'koho universytetu. Heohrafiia. 2016. №64. S. 5-11.
10. Metodychni vkazivky do vykonannia praktychnykh robot z dystsypliny «Richkovyj stik ta hidrolohichni rozrakhunky» dlia studentiv heohrafichnoho fakul'tetu// Uporiadnyk S. S. Dubniak. K.: VTs Kyivs'kyj universytet», 2006. 37 s.
11. Metodychni vkazivky do vykonannia praktychnykh robot iz dystsypliny «*Matematychni metodi v hidrometeorolohii*» dlia studentiv heohrafichnoho fakul'tetu. Uporiadnyk O.I. Luk'ianets'. K.: VTs Kyivs'kyj universytet», 2010. 60 s.
12. *Obodovs'kyj O.H., O.O. Pochaievets', M.A. Zavarzin.* Otsinka zv'iazkiv minimal'noho ta seredn'oho stoku vody richok Ukrain's'kykh Karpat. Nauk. zbirnyk. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. Kyiv: VHL Obrii. 2016. T1(40). S. 60–69.
13. *Obodovs'kyj O.H., Luk'ianets' O.I.* Vyavlennia ta prohnozna otsinka kolyvan' vodnosti richok Karpats'koho rehionu. Materialy Mizhnar. nauk. konf. «Vid heohrafii do heohrafichnoho ukrainoznavstva: evoliutsiia osvith'o-naukovykh idej ta poshukiv (do 140-richchia zapochatkuvannia heohrafii u Chernivets'komu natsional'nomu universyteti im. Yu. Fed'kovycha)». 11-13 zhovtnia 2016 r. Chernivtsi: Cherniv. nats. un-t, 2016. S. 170-171.
14. *Pryroda Ukrain's'kykh Karpat.* Pid red. K.I. Herenchuka. L'viv: Vyd-vo L'viv. un-tu, 1968. 266s.
15. *Resursy poverhnostnykh vod SSSR, t.6 Ukraina i Moldavija,* vyp. 1. Zapadnaja Ukraina i Moldavija.
16. *Solovej T.V.* Kharakterystyka minimal'noho stoku richok basejnu Pruta. S. 76-77.
17. ArcGIS Online Mapping Without Limits, 2018. URL: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>.
18. GeoDigital. Inzhenernaja geodezija. StokStat 1.2 - Statistika dlja gidrologii. URL:http://www.geodigital.ru/soft_hydr.
19. How much water does a river need? / Brian Richter, Jeffrey Baumgartner, Robert Wigington, David Braun. // Freshwater Biology. February 1997. – pp. 231-249.
20. Indicators of Hydrologic Alteration (IHA). URL:<https://www.coservationgateway.org/ConversationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofhydrologicAlteration/>.
21. Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1. *User's Manual.* The Nature Conservancy, 2009.
22. *Opperman, J.* (2006). Indicators of Hydrologic Alteration analysis for the Patuca River.
23. *Opperman, J.* (2006). Preliminary IHA analysis for the Middle Fork Willamette River at Jasper OR.
24. *Reilly C.* Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation / C. Reilly, N. C. Kroll. // Water resources research. 2003. №30. C. 1–10.
25. *Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Braun, D.P., and Powell, J.* (1998). A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *Regulated Rivers: Research & Management*, 14, 329-340.
26. *Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Powell, J., and Braun, D.P.,* (1996). A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology*, 10(4), 1163-1174. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Conservation Biology.
27. *Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R., and Braun, D.P.* (1997). How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37, 231-249. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Freshwater Biology.

28. SASGIS Veb-kartografija i navigacija. URL: <http://www.sasgis.org/>. 29. Tokarczyk T. Classification of Low Flow and Hydrological Drought for a River Basin. Acta Geophysica. 2013. №61. S. 404–421.

Оцінка мінімального стоку води річок суббасейну Ужа (басейн річки Тиса)

Ободовський О.Г. Сурай К.С., Почаєвець О.О.

У статті наведено оцінку мінімального стоку води в суббасейні річки Уж (оцінка внутрішньорічного розподілу з виокремленням характерних межених сезонів, оцінка однорідності рядів спостережень, оцінка циклічності стоку для визначення фази, в якій наразі перебуває мінімальний стік). Виконана оцінка коливань мінімального стоку води та його сучасного стану. Створені нові карти ізоліній мінімального стоку води літньо-осіннього та зимового межених періодів суббасейну р. Уж за 7-денний період.

Ключові слова: річковий стік води; внутрішньорічний розподіл стоку; мінімальний стік води річок; оцінка мінімального стоку; мінімальні витрати води; карта мінімального стоку води; суббасейн річки Уж.

Оценка минимального стока воды рек суббасейна Ужа (бассейн реки Тиса)

Ободовский А.Г. Сурай К.С., Почаевец А.А.

В статье приведена оценка минимального стока в суббасейне реки Уж (оценка внутригодового распределения с выделением характерных межених сезонов, оценка однородности рядов наблюдений, оценка цикличности стока для определения фазы, в которой сейчас находится минимальный сток). Была проведена оценка минимального стока и его современного состояния. Созданы новые карты изолиний минимального стока летне-осеннего и зимнего межених периодов суббасейна р. Уж за 7-дневный период.

Ключевые слова: речной сток воды; внутригодовое распределение стока; минимальный сток воды рек; оценка минимального стока; минимальные расходы воды; карта минимального стока воды; бассейн реки Уж.

Rating of minimal river water flow of the Uzh River subbasin (the Tisa River basin)

Obodovsky O., Surai K., Pochaevets O.

This article gives a rating of minimum river flow of the Uzh River subbasin. As part of the research, there was done intra-annual flow distribution. It was discovered that there are two special periods of low flow on this subbasin's rivers. The first one runs from August to November (summer-autumn period). The second one runs from December to February (winter period). Also was found that months from August to October are accounted for the lowest percentage of the annual runoff.

In order to calculate the average minimum values for each year for two periods of runoff was found 7 days with a stable minimum flow. Physical and geographical features of the river basin, comparative flow and precipitation graph, scientific works of American scientists and IHA (Indicators of Hydrologic Alteration) program features became the basis for giving preference to 7-days period.

All series of observations are homogeneous according to the calculations in the program StokStat. The data series of hydrological post Uzh – Uzhhorod is homogeneous with only parametrical criteria.

An estimation of the fluctuations of the minimum runoff was carried out using the method of constructing difference integral in order to know in what phase of the cycle there is a minimum flow currently. It is quite noticeable to see the transition of the minimum flow from the phase of low into the phase of high streamflow, and for both periods this transition can be observed in 1971.

One of the important issues of hydrological research is the determination of water consumption in the absence of observations. In order to further evaluate the minimum runoff of the Uzh River at any point, there were constructed maps of isolines of the modules of the minimum runoff (l^*s / km^2) for the 7-day period for the winter and summer-autumn periods. The obtained maps are relevant and most detailed and modern for the rivers of the Uzh basin.

There was conducted the research of the connection between the actual values and the values taken from the maps. The connection between calculated and cartographed minimal flow modules showed a close correlation, the correlation coefficients are $r = 0.992$ and 0.999 for two maps. In this case, the connection line is at an angle close to 45° . Consequently, the constructed maps are reliable and can be used in the future to determine the value of minimum flow modules from other parts of the basin for practical and scientific purposes. In particular, this concerns the estimation of the minimum runoff of the river basins, for solving various water management tasks: planning water supply and water intake works, designing and constructing hydrotechnical structures, performing reclamation works, etc.

Keywords: river water flow; intra-annual flow distribution; minimal river water flow; estimation of the minimum runoff; minimum water flow; a map of the minimum runoff of water; the river Uzh subbasin.

Надійшла до редколегії 12.05.2018

УДК 556.114:546.56(282.247)

Скоблей М.П.¹, Линник П.М.²

¹Державна екологічна інспекція у Закарпатській області, м. Ужгород

²Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ТРАНСКОРДОННОЇ ДІЛЯНКИ Р. ТИСИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Ключові слова: річка Тиса; гідрохімічний і кисневий режими; мінералізація води; сухий залишок; нітроген; фосфор; ферум; органічні речовини.

Постановка та актуальність проблеми. Річка Тиса – найдовша притока Дунаю з найбільшою водозбірною площею. Загальна площа басейну цієї річки становить 157186 км², а її довжина – 966 км. Середньорічна витрата води р. Тиси складає 792 м³/с, а це майже 13% від загального стоку Дунаю. На території України басейн р. Тиси повністю розташований в межах Закарпатської області і за своєю площею досягає 12,8 тис. км², що дорівнює площі самої області. В межах України загальна довжина р. Тиси становить 265 км [3].

Витік р. Тиси починається на північному схилі гори Тартарук зі злиттям Білої і Чорної Тиси поблизу м. Рахова, далі вона тече на захід, утворюючи кордон України з Румунією, Угорщиною і Словаччиною. Угорщину р. Тиса перетинає з півночі на південь. За декілька кілометрів на південь від угорського міста Сегед вона входить до Сербії і впадає в Дунай біля села Нові Сланкамен. У басейні р. Тиси протікає 9426 річок із сумарною довжиною 16147 км [3]. Переважна кількість з них належить до малих річок з середньою довжиною близько 2 км і площею водозбору 1,2 км² і лише 152 річки мають довжину понад 10 км. До найбільших приток р. Тиси відносяться річки Тересва, Ріка, Боржава, Латориця й Уж. Довжина кожної з останніх трьох перевищує 100 км. Від свого витoku і до території Угорщини р. Тиса протікає або українською територією, або ж утворює державний кордон з сусідніми державами.

Середня витрата води р. Тиси поблизу смт Вилоч за багаторічний період досліджень становить 230 м³/с [3]. Розподіл річкового стоку протягом року істотно відрізняється та характеризується сезонними особливостями: весна – 40%, літо – 24–26%, осінь – 19%, зима – 15%. Визначення меж сезонів носить умовний характер, оскільки паводки, що відбуваються протягом усього року, ускладнюють виділення меженого періоду [3]. Повторюваність паводків складає 3–6 разів щороку протягом усіх сезонів.

Хімічний склад води р. Тиса та переважна частина її водного стоку формуються головним чином у верхів'ях басейну. Детальну інформацію щодо якості води р. Тиси і її приток за низкою гідрохімічних та гідробіологічних показників було наведено ще на початку 90-х років минулого століття [5]. Тому виникла проблема щодо порівняльної оцінки зміни концентрації окремих компонентів хімічного складу води р. Тиси в сучасних умовах, що знаходить своє віддзеркалення у цій роботі.

Матеріали і методи досліджень. Проби води відбирали щомісячно протягом 2009–2013 рр. в поліетиленові ємкості з поверхневого шару води на глибині ~ 0,5 м.

В найкоротші терміни після відбору їх пропускали через фільтр "синя стрічка", консервували додаванням нітратної кислоти (HNO_3) кваліфікації "ос. ч." до рН 2,0 та доставляли в лабораторію для подальших аналітичних вимірювань.

Концентрації окремих хімічних інгредієнтів визначали, використовуючи методики фотометричного та титриметричного аналізу. Концентрацію іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- і SO_4^{2-} знаходили за допомогою методик титриметричного аналізу (відповідно до методик виконання вимірювань (МВВ) 081/12-0006-01; 081/12-0004-01; 081/12-0177-05). Сухий залишок визначали згідно з МВВ № 081/12-0109-03. Вміст розчиненого у воді кисню встановлювали шляхом йодометричного титрування за методом Вінклера (МВВ № 081/12-0008-01). Концентрацію загального нітрогену та загального фосфору вимірювали фотометрично з використанням персульфатного окиснення проб (відповідні методики викладено в РД (руководящий документ) 52.24.13-84 та МВВ № 081/12-0018-01). Для визначення вмісту у воді амонійного нітрогену застосовували сегнетову сіль з реактивом Несслера, нітрат-іонів – саліцилат натрію, нітрит-іонів – реактив Грісса, неорганічного фосфору – молібдат амонію з аскорбіновою кислотою (МВВ № 081/12-0106-03; КНД (керівний нормативний документ) 211.1.4.027-95; КНД 211.1.4.023-95; МВВ № 081/12-0005-01). Концентрацію феруму загального визначали фотометричним фенантроліновим методом (КНД 211.1.4.034-95). Для оцінки вмісту розчинених органічних речовин використовували результати визначення хімічного споживання кисню (перманганатний та дихроматний методи, описані відповідно в МВВ № 081/12-0016-01 та МВВ № 081/12-0647-09).

Результати досліджень та їхнє обговорення.

Мінералізація та твердість води. За результатами визначення суми головних іонів мінералізація води р. Тиси протягом 2009–2013 рр. змінювалась від 81,0 до 502,6 мг/дм³, причому була помітно вищою на ділянці поблизу м. Чоп порівняно з ділянкою в районі смт Вилोक (рис. 1).

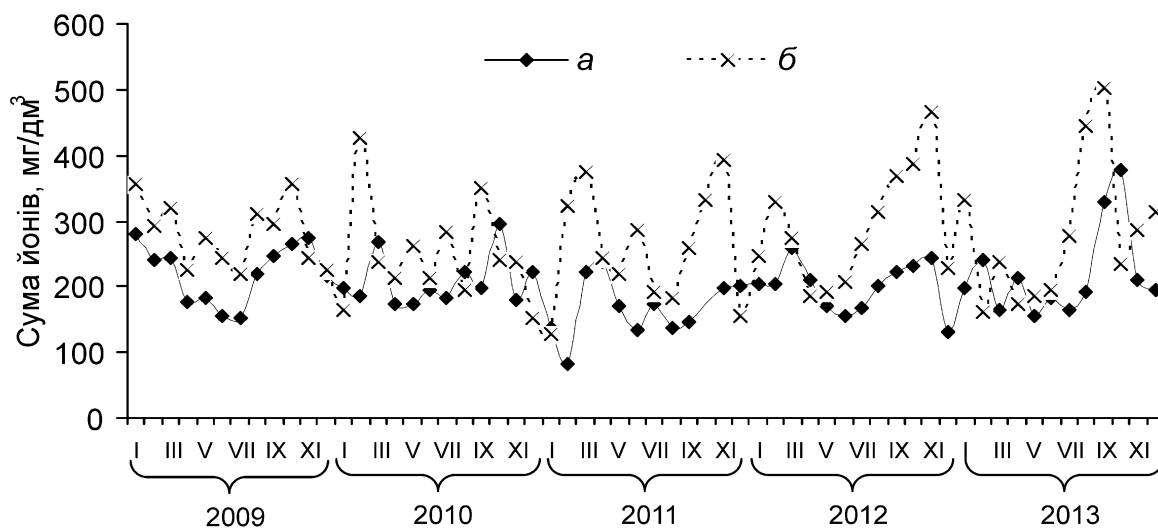


Рис. 1. Мінералізація води р. Тиси за сумою іонів на ділянках поблизу населених пунктів Вилोक (а) і Чоп (б)

За усередненими значеннями мінералізація води р. Тиси порівняно невисока (201,5 мг/дм³ на ділянці поблизу смт Вилोक та 270,2 мг/дм³ на ділянці в районі м. Чоп) і не виходить за межі α -гіпогалінних вод [4]. У 1991 р. величини мінералізації води р. Тиси знаходились у вузькому інтервалі – 180–372 мг/дм³ [5]. Тому можна констатувати про деяке зростання мінералізації води, яке відбувається за концентрацією усіх головних іонів, але найбільше – за вмістом Na^+ , Cl^- і SO_4^{2-} (в

1,5–2,3 рази). Дані стосовно ширшого інтервалу коливань мінералізації води р. Тиси були й раніше. Так, за даними Водного кадастру за 1987–1988 рр. мінералізація води в р. Тисі і її притоках могла спорадично досягати 548–758 мг/дм³ та належати до олігогалінних вод [7]. При цьому карбонатно-кальцієвий тип води міг переходити в сульфатно-натрієвий, що, поза всяким сумнівом, зумовлено антропогенним забрудненням річок. У 1995–2006 рр. мінералізація води знаходилась в межах 91–616 мг/дм³, а середньорічні її величини становили 187–401 мг/дм³ [6]. Знову ж таки, це підтверджує можливість антропогенного впливу на формування хімічного складу води р. Тиси.

Мінералізація води за результатами визначення сухого залишку виявилась дещо нижчою (70,0–373,0 мг/дм³), хоча тенденція її зростання вниз за течією зберігається (рис. 2). Маса сухого залишку включає в себе наявність усіх розчинених у воді речовин, у тому числі й органічних, тому повинна була б бути навіть дещо вищою, ніж сумарна маса головних йонів [2]. Наведені ж дані стосовно мінералізації води р. Тиси, визначеної різними способами, відрізняються між собою приблизно в 1,2–1,3 рази, що може бути ознакою методичних огріхів. Максимальні величини мінералізації припадають, зазвичай, на осінньо-зимовий період, коли зростає роль ґрунтового живлення річки.

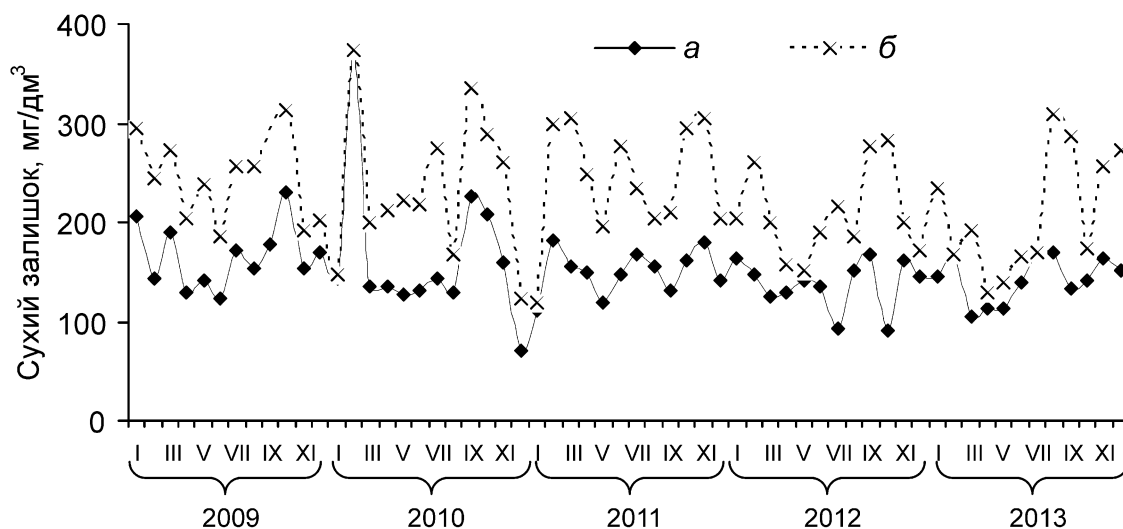


Рис. 2. Мінералізація води р. Тиси за результатами визначення сухого залишку на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Твердість води р. Тиси змінюється в межах 1,0–4,9 ммоль-екв/дм³, а середньорічні показники протягом 1995–2006 рр. становили від 1,3 до 3,1 ммоль-екв/дм³ [6].

Кисневий режим і рН води. Концентрація розчиненого у воді кисню знаходиться в широкому діапазоні величин – від 6,8 до 14,6 мг/дм³ (рис. 3) та свідчить про задовільний стан кисневого режиму р. Тиси. Ступінь насичення води киснем становить 68,0–120,2% на ділянці поблизу смт Вилок та 68,9–170,0% на ділянці річки в районі м. Чоп.

Максимальні показники концентрації О₂ припадають на осінньо-зимовий період, а мінімальні спостерігаються найчастіше влітку, що зумовлено зниженням розчинності кисню при зростанні температури води та збільшенням його витрат на окиснення речовин. Водночас, високі показники насичення води киснем характерні для літньої пори, що може бути зумовлено активізацією розвитку водоростей в цей період. За результатами досліджень 1991 р. нижня межа ступеня насичення води

киснем була вищою, а верхня, навпаки, нижчою (90–121%) [5]. Протягом 1995–2006 рр. концентрація розчиненого у воді кисню варіювала в межах 7,5–15,2 мг/дм³ [6]. Отже, можна стверджувати, що стан кисневого режиму залишається в основному стабільним. Водночас, не слід виключати впливу антропогенних чинників на формування хімічного складу води р. Тиси, що проявляється у деякому зростанні рівня евтрофікації річки в сучасний період та підвищенні внаслідок цього ступеня насичення води киснем влітку.

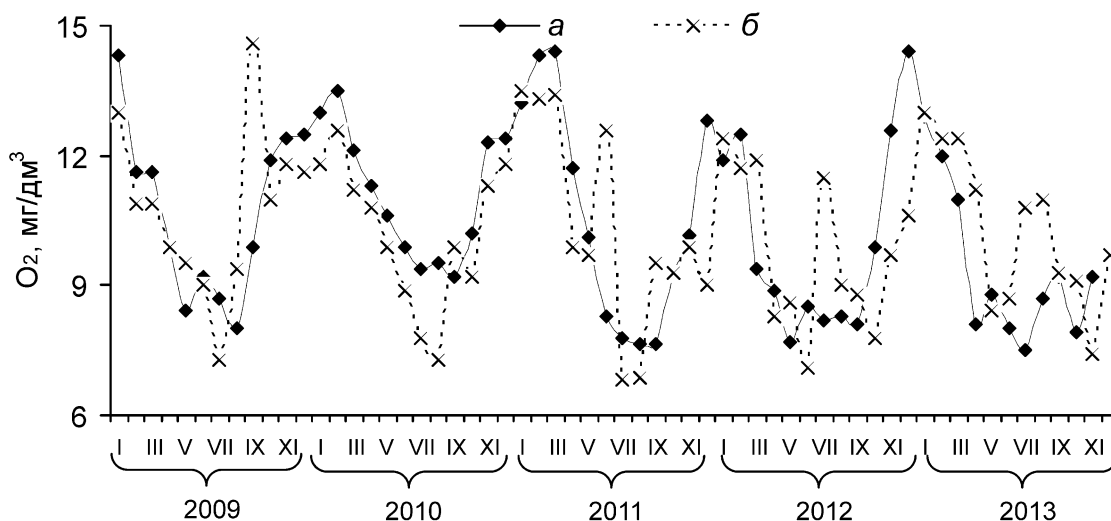


Рис. 3. Багаторічна динаміка концентрації розчиненого у воді кисню в р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Як показують результати досліджень, водневий показник (рН) води р. Тиси варіює в межах 7,19–8,72 (рис. 4). Він мало відрізняється від результатів вимірювання, що були отримані у 1991 р. [5]. Максимальні значення характерні для літньо-осінньої пори року, що відзначалось і раніше.

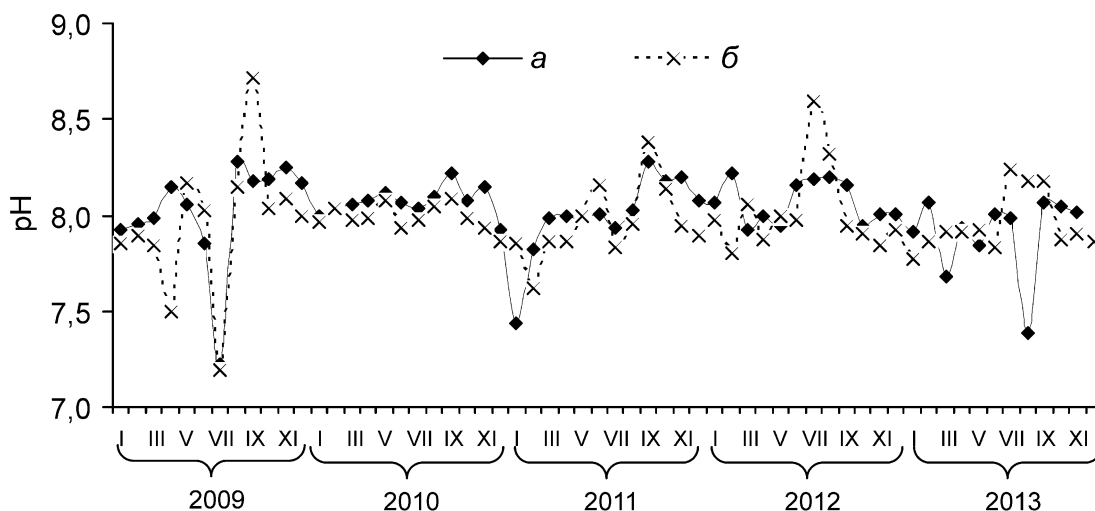


Рис. 4. Багаторічна динаміка рН води р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Біогенні речовини. Загальна концентрація сполук нітрогену у воді р. Тиси варіювала протягом 2009–2013 рр. в межах 0,2–2,5 мг N/дм³ (рис. 5). За усередненими показниками вона була більшою на ділянці в районі м. Чоп порівняно з ділянкою поблизу смт Вилок (відповідно 1,21 і 0,94 мг N/дм³). Сумарний вміст

неорганічних форм нітрогену змінювався в інтервалі 0,14–2,07 мг N/дм³, а усереднені показники на ділянках поблизу населених пунктів Вилोक і Чоп становили 0,66 і 0,85 мг N/дм³. Отже, вниз за течією відбувається забруднення води сполуками нітрогену. Концентрація органічних сполук нітрогену також зростає – в середньому від 0,28 до 0,36 мг N/дм³.

Серед неорганічних сполук нітрогену домінують нітрат-іони (NO₃⁻), концентрація яких змінюється від 0,1 до 1,9 мг N/дм³ (рис. 6). Раніше їхній вміст варіював у різні пори року від 0,01–0,74 до 0,89–1,24 мг N/дм³ [5], тобто можна стверджувати про деяке зростання концентрації цієї форми нітрогену. Хоча й раніше траплялись непоодинокі випадки високих концентрацій NO₃⁻ у воді р. Тиси. Це стосується 1995, 1996 та 2005 рр., коли вміст нітратної форми нітрогену досягав відповідно 0,41–3,0, 0,05–5,30 і 0,04–2,35 мг N/дм³ [6]. Концентрація амонійного нітрогену у період проведення досліджень була нижчою і знаходилась в межах 0,01–0,49 мг N/дм³ (див. рис. 6). У 1991 р. вміст зазначеної форми нітрогену варіював у різні пори року від 0,01–0,06 (весна) до 0,11–0,54 мг N/дм³ (літо й осінь) [5]. Для зазначених форм нітрогену також характерне збільшення їхньої концентрації вниз за течією – в середньому від 0,60 до 0,73 мг N/дм³ (NO₃⁻) та від 0,050 до 0,105 мг N/дм³ (NH₄⁺). Значно більші концентрації амонійного азоту у воді р. Тиси наведено в Гідрохімічному довіднику за 1995–2006 рр. [6].

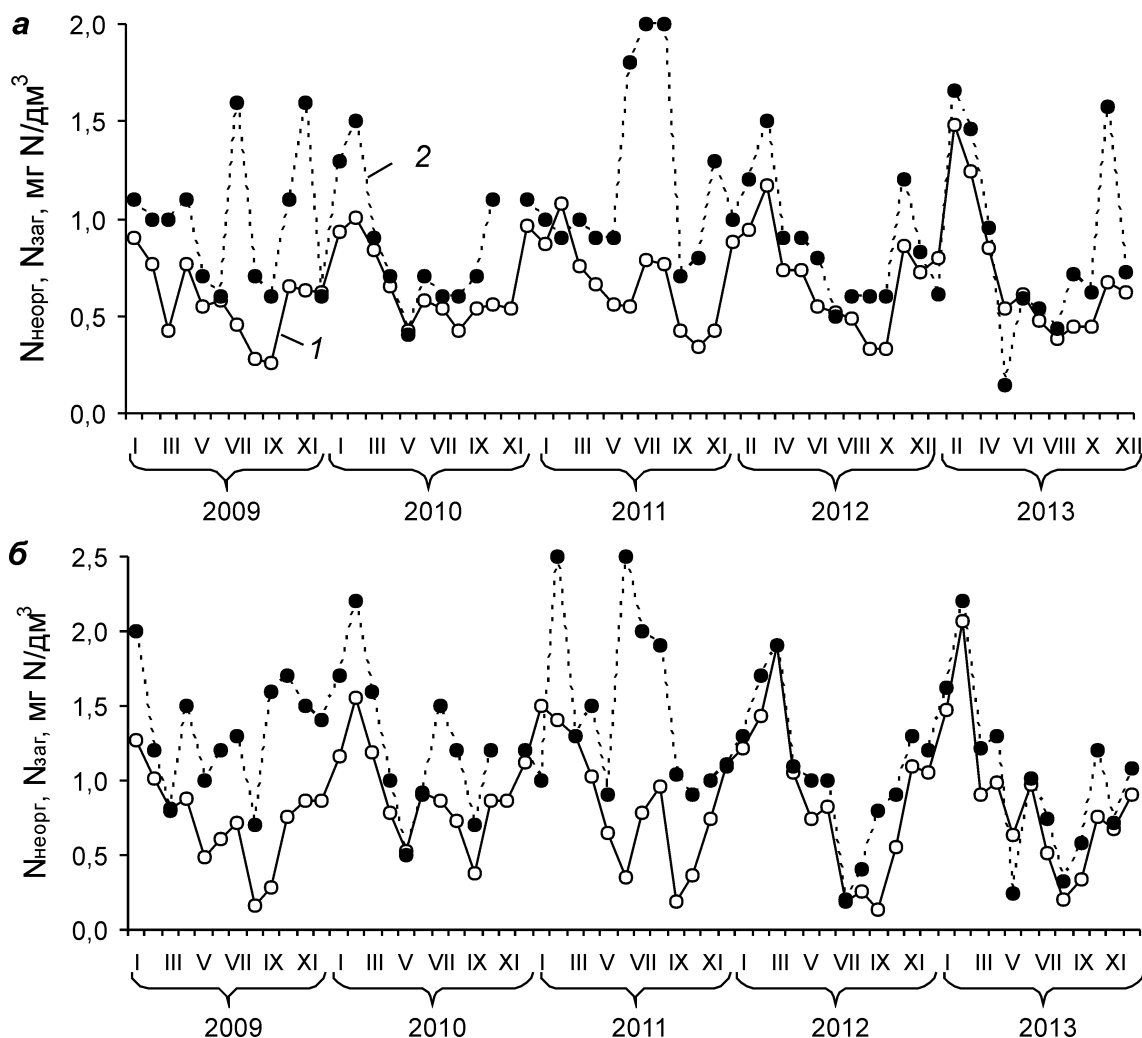


Рис. 5. Багаторічна динаміка концентрації неорганічного (1) і загального (2) азоту у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилोक (а) і Чоп (б)

Серед багаточисельних інгредієнтів хімічного складу води чільне місце посідає фосфор, оскільки саме цей хімічний елемент та сполуки нітрогену відіграють важливу роль у живленні водоростей і вищої водної рослинності. Зростання їхньої концентрації у воді сприяє інтенсифікації процесу евтрофування водойм і водотоків. Відповідні результати досліджень наведено на рис. 7. Можна пересвідчитись, що концентрація неорганічного фосфору змінювалась на різних ділянках річки в межах 0,005–0,048 мг Р/дм³ (сmt Вилोक) і 0,005–0,059 мг Р/дм³ (м. Чоп), тобто вона не зазнала істотних змін вздовж за течією. Водночас, діапазон коливань вмісту загального фосфору виявився набагато ширшим – 0,006–0,222 і 0,014–0,397 мг Р/дм³ відповідно на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилोक і Чоп. Можна стверджувати, що зростання концентрації загального фосфору відбувалось через збільшення у воді вмісту органічного фосфору, оскільки частка останнього на ділянці поблизу сmt Вилोक досягала в середньому 72%, а на ділянці в районі м. Чоп – 82,6%.

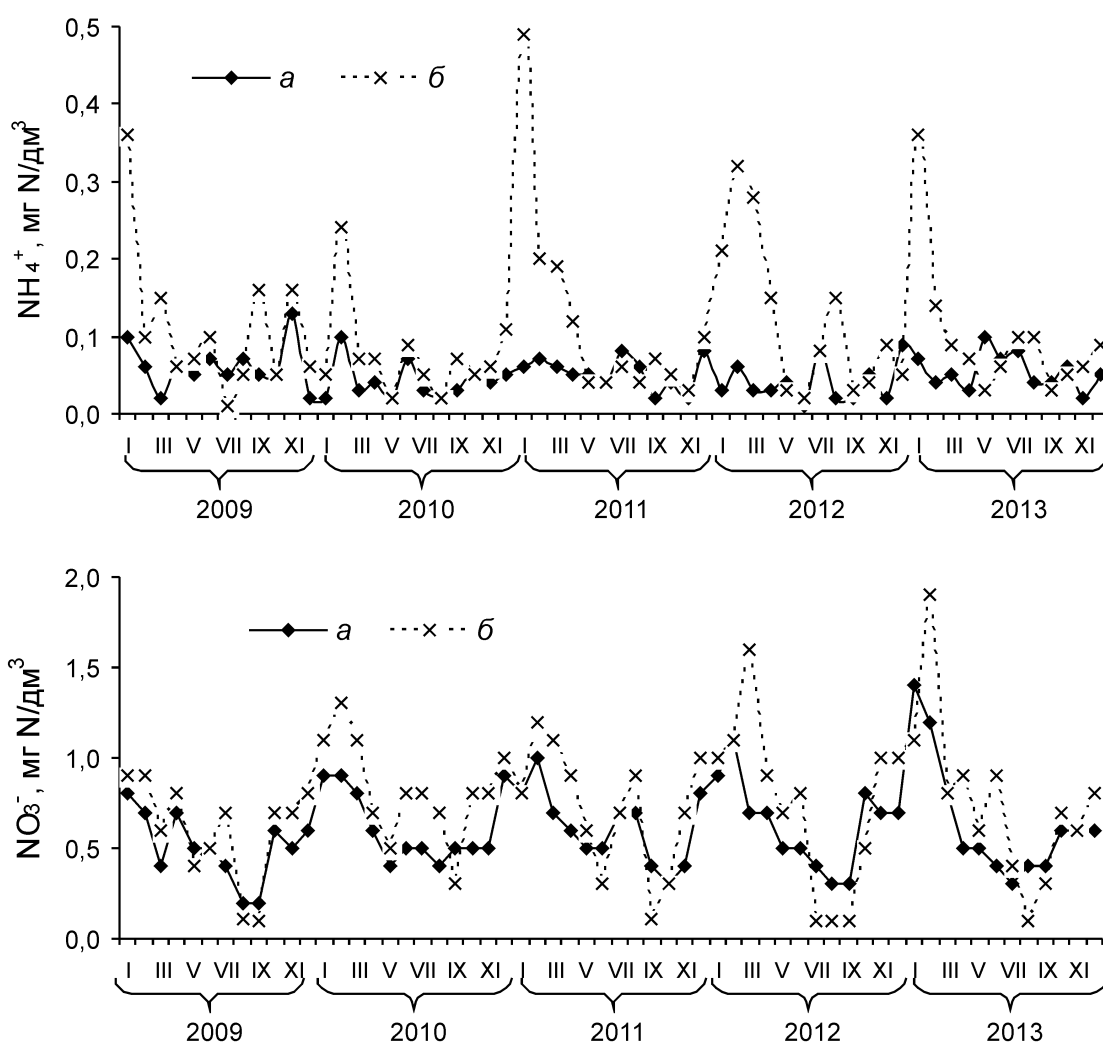


Рис. 6. Багаторічна динаміка концентрації амонійної і нітратної форм нітрогену у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилोक (а) і Чоп (б)

Результати цих досліджень підтверджують антропогенне забруднення річки сполуками фосфору, переважно органічного походження, можливо, за рахунок збільшення витрат миючих засобів у побутовій сфері. Важливо також зазначити, що концентрація неорганічного фосфору у воді р. Тиси раніше була нижчою, ніж тепер, і змінювалась в окремі пори року від аналітичного нуля до 0,002–0,007 мг Р/дм³ [5].

Однак наявні й інші дані стосовно вмісту у воді р. Тиси як неорганічного, так і загального фосфору. Так, протягом 1995–2006 рр. концентрація $P_{\text{неорг}}$ знаходилась в межах 0,0–1,01 мг Р/дм³, а $P_{\text{заг}}$ – 0,0–1,03 мг Р/дм³ [6]. При цьому частка органічного фосфору становила 26,7–90,9% $P_{\text{заг}}$ (в середньому 54,5% $P_{\text{заг}}$), тобто була дещо меншою, ніж в період проведення наших досліджень.

Ферум. Результати досліджень динаміки вмісту феруму загального ($Fe_{\text{заг}}$) у воді р. Тиси на різних її ділянках наведено на рис. 8. На ділянках річки поблизу населених пунктів Вилоч і Чоп концентрація $Fe_{\text{заг}}$ варіювала в межах відповідно 30–630 та 40–830 мкг/дм³. Якщо взяти до уваги усереднені величини концентрації $Fe_{\text{заг}}$ за увесь період досліджень, то можна стверджувати про її зростання вниз за течією від 136 мкг/дм³ поблизу смт Вилоч до 232 мкг/дм³ в районі м. Чоп. За результатами досліджень 1987–1991 рр. зазначено, що концентрація феруму у воді р. Тиси і її приток, зазвичай, не виходить за межі фонових значень, хоча й траплялись поодинокі випадки, коли вміст цього металу істотно зростає, передусім, за рахунок його домінування у складі завислих речовин [5]. Концентрація розчинної форми феруму становила 30–110 мкг/дм³, а завислої – 90–1440 мкг/дм³. Отже, міграція феруму відбувалась переважно у складі завислих речовин (70–90% $Fe_{\text{заг}}$), що характерно для цього металу. Враховуючи, що це гірські річки, які містять у воді значні кількості завислих речовин переважно неорганічного походження, то саме це і стало основною причиною домінування феруму в завислій формі.

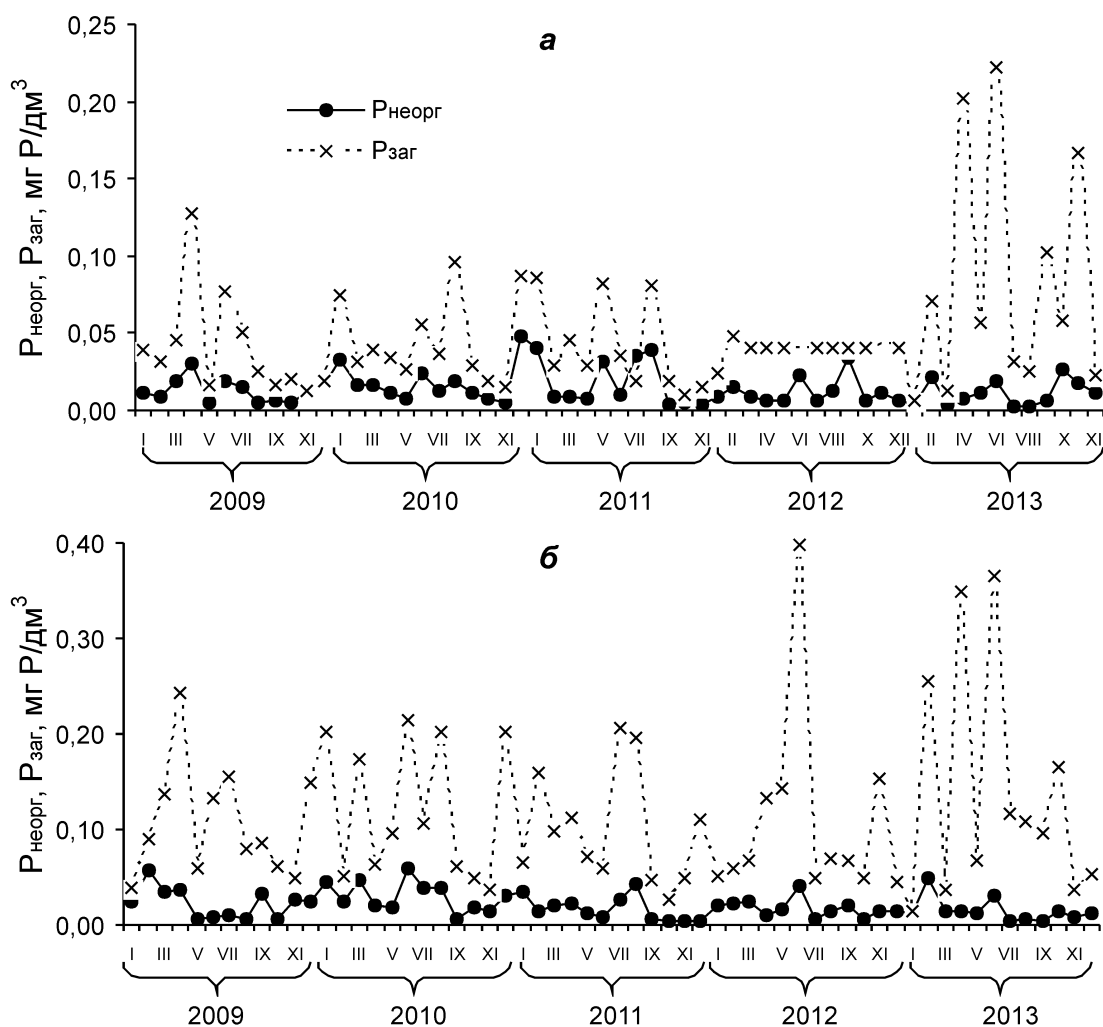


Рис. 7. Багаторічна динаміка концентрації неорганічного та загального фосфору у воді р. Тиси поблизу населених пунктів Вилоч (а) і Чоп (б)

Широкі інтервали концентрації $Fe_{зар}$ у воді р. Тиси наведено також в Гідрохімічному довіднику [6]. Протягом 1995–2006 рр. вона змінювалась в межах від 0,02 до 1,94 мг/дм³. Очевидно, ця концентрація включає розчинну і завислу форми феруму.

Найбільшу частку в забрудненні річок басейну р. Тиси біогенними речовинами вносять такі найбільші міста як Ужгород та Мукачеве (91% сполук азоту загального та 93% сполук фосфору загального) [3].

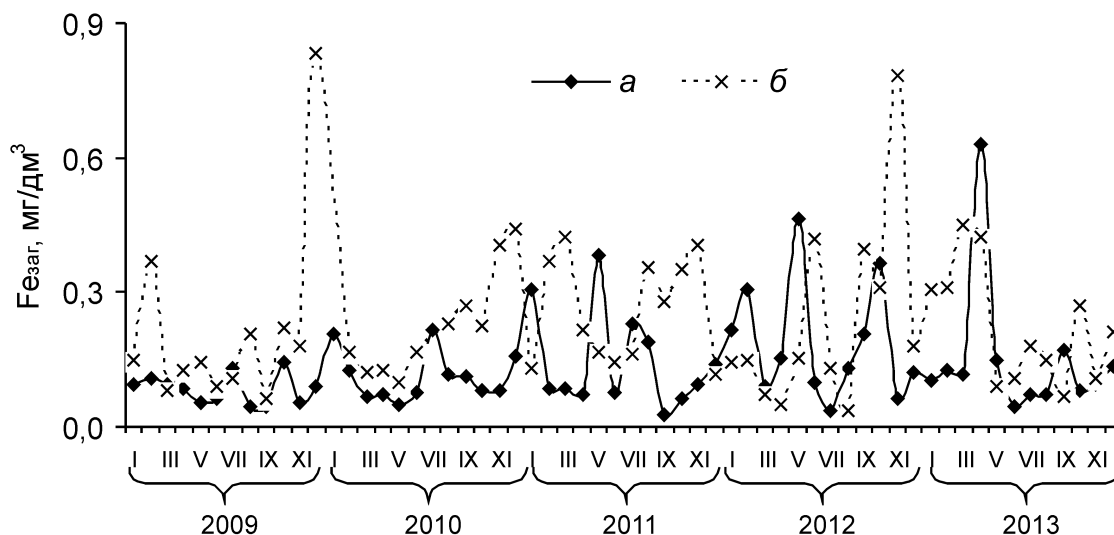


Рис. 8. Багаторічна динаміка концентрації $Fe_{зар}$ у воді р. Тиси на ділянках поблизу населених пунктів Вилок (а) і Чоп (б)

Органічні речовини. У цьому повідомленні ми не будемо зупинятись на детальному розгляді результатів дослідження органічних речовин у воді р. Тиси, оскільки це питання в достатній мірі висвітлено у нещодавно опублікованій статті [1]. Зазначимо лише, що показники хімічного споживання кисню (непрямий дихроматний метод визначення загальної концентрації органічних речовин у воді, ХСК_{Cr}) протягом 2009–2013 рр. змінювались від 4,8–18,5 мг О/дм³ на ділянці поблизу смт Вилок до 7,3–30,0 мг О/дм³ на ділянці в районі м. Чоп.

За проведеними нами розрахунками концентрація карбону органічних сполук у воді р. Тиси становила відповідно 1,8–6,9 та 2,7–11,3 мг/дм³, а вміст органічних сполук знаходився орієнтовно в межах 3,6–13,8 і 5,4–22,6 мг/дм³. Ці концентрації органічних речовин порівняно невисокі і характерні для річок гірського типу. Можна пересвідчитись також у зростанні вмісту органічних речовин у воді, як і інших хімічних інгредієнтів, вниз за течією річки. Концентрація легкоокиснюваних органічних речовин у воді р. Тиси протягом 2009–2012 рр. становила на різних ділянках відповідно 1,6–4,0 та 2,5–6,2 мг/дм³ (розраховано за результатами визначення ХСК перманганатним методом, ХСК_{Mn}). Частка останніх у загальному складі розчинених органічних речовин протягом 2009–2012 рр. виявилась порівняно невисокою, складаючи 21,9–30,2 та 16,0–24,4% $C_{орг}$ відповідно на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилок і Чоп [1].

Приблизно такі ж концентрації органічних сполук у воді р. Тиси були характерними й раніше. Так, у 1991 р. величини ХСК_{Cr} варіювали в межах 3,0–34,0 мг О/дм³ ($C_{орг}$ – 1,1–12,8 мг/дм³) [5]. Відповідно вміст органічних речовин становив 2,2–25,6 мг/дм³ і не зазнав помітних змін останнім часом.

До основних джерел забруднення органічними речовинами поверхневих вод басейну р. Тиси належать комунальні стічні води, промисловість та сільське

господарство [3]. Значна частина комунальних очисних споруд більшості міст надзвичайно зношена і не виконує свої функції з очищення забруднених стічних вод, що потрапляють до річок басейну р. Тиси.

Висновки. Аналіз результатів багаторічних досліджень окремих компонентів гідрохімічного режиму р. Тиси показав, що відбулися деякі зміни їхньої концентрації в сучасних умовах порівняно з початком 90-х років минулого століття.

Мінералізація води за усередненими показниками за період 2009–2013 рр. становила 201,5 мг/дм³ на ділянці поблизу смт Вилки та 270,2 мг/дм³ на ділянці в районі м. Чоп. Це дає підстави стверджувати, що вода зазначеної річки, як і раніше, не виходить за межі α -гіпогалінних вод. Однак інтервал величин мінералізації води виявився дещо ширшим порівняно з 90-ми роками минулого століття. Деяке зростання мінералізації води відбувалось за рахунок збільшення концентрації усіх головних іонів, але найбільше іонів Na⁺, Cl⁻ і SO₄²⁻ (в 1,5–2,3 рази). При цьому мінералізація води була більшою на ділянці річки в районі м. Чоп, що свідчить про її забруднення вниз за течією.

Стан кисневого режиму р. Тиси не зазнав істотних змін протягом останніх років. Концентрація розчиненого у воді кисню знаходилася в межах 6,8–14,6 мг/дм³, що характерно для цієї річки. Однак максимальні показники насичення води киснем влітку (120 і 170%) на ділянках річки поблизу населених пунктів Вилки і Чоп виявилися дещо вищими, ніж були на початку 90-х років минулого століття, що може бути ознакою її евтрофікації та розвитку водоростей як відповіді на цей процес.

Сумарна концентрація усіх сполук нітрогену в період досліджень варіювала в межах 0,2–2,5 мг N/дм³, а неорганічних сполук – в межах 0,14–2,07 мг N/дм³. Забруднення води сполуками нітрогену відбувається вниз за течією. Вміст органічних сполук нітрогену за усередненими показниками становив на різних ділянках річки 0,28 і 0,36 мг N/дм³, тобто можна стверджувати про домінування неорганічного нітрогену. Серед неорганічних форм переважають нітрат-іони, що й слід було очікувати в умовах достатнього насичення води киснем. Їхня концентрація дещо зросла порівняно з 90-ми роками минулого століття, а забруднення річки відбувається вниз за течією, як це характерно і для інших хімічних інгредієнтів.

Помітним виявилось зростання концентрації як загального, так і неорганічного фосфору порівняно з 90-ми роками минулого століття. Збільшення вмісту у воді загального фосфору відбулося головним чином через зростання концентрації його органічних сполук. Це свідчить про збільшення у побуті витрат миючих засобів, що містять у своєму складі сполуки фосфору.

Водночас, концентрація органічних речовин не зазнала помітних змін протягом останніх років, а забруднення ними води, як і іншими хімічними інгредієнтами, відбувається вниз за течією.

Список літератури

1. *Линник П.М., Скоблей М.П.* Розчинні фракції важких металів з різним знаком заряду у воді річок басейну Тиси. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. зб. Київ, 2017. № 4(47) С. 48–56. 2. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.* К.: ЛОГОС, 2006. 408 с. 3. *Національний план управління басейном р. Тиса. Варіант 2.* Розробники: *С. Афанасьєв, І. Байсарович, В. Дуркот* та інші (всього 17). Червень 2012 р. 217 с. 4. *Оксиюк О.П., Жукинський В.Н., Брагинський Л.П.* и др. Комплексная экологическая классификация поверхностных вод суши. Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76. 5. *Оксиюк О.П., Ляшенко А.В., Белоконь В.Н., Башмакова И.Х.* Характеристика качества воды р. Тисы и ее притоков. Гидробиол. журн. 1995. Т. 31, № 5. С. 46–58. 6. *Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б.* Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. К.: Ніка-Центр, 2008. 656 с. 7. *Полищук В.В., Гарасевич И.Г.* Биогеографические аспекты изучения водоемов бассейна Дуная в пределах СССР. Киев: Наук. думка, 1986. 210 с.

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. № 2 (49)**

References

1. Lynnyk P.M., Skoblej M.P. Rozchynni fraktsii vazhkykh metaliv z riznym znakom zariadu u vodi richok basejnu Tysy. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. Nauk. zb. Kyiv, 2017. № 4(47) S. 48–56. 2. Metody hidroekolohichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod / O.M. Arsan, O.A. Davydov, T.M. D'iachenko ta in. K.: LOHOS, 2006. 408 s. 3. Natsional'nyj plan upravlinnia basejnom r. Tysa. Variant 2. Rozrobnyky: S. Afanas'iev, I. Bajsarovych, V. Durkot ta inshi (vs'oho 17). Cherven' 2012. 217 s. 4. Oksijuk O.P., Zhukinskij V.N., Braginskij L.P. i dr. Kompleksnaja jekologicheskaja klassifikacija poverhnostnykh vod sushi. Hidrobiol. zhurn. 1993. T. 29, № 4. S. 62–76. 5. Oksijuk O.P., Ljashenko A.V., Belokon' V.N., Bashmakova I.H. Harakteristika kachestva vody r. Tisy i ee pritokov. Hidrobiol. zhurn. 1995. T. 31, № 5. S. 46–58. 6. Osadchij V.I., Nabyvanets' B.J., Osadcha N.M., Nabyvanets' Yu.B. Hidrokhimichnyj dovidnyk: Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu. K.: Nika-Tsentr, 2008. 656 s. 7. Polishhuk V.V., Garasevich I.G. Biogeograficheskie aspekty izuchenija vodoemov bassejna Dunaja v predelah SSSR. Kiev: Nauk. dumka, 1986. 210 s.

Порівняльна оцінка зміни концентрації окремих компонентів хімічного складу води транскордонної ділянки р. Тиси в сучасних умовах

Скоблей М.П., Линник П.М.

У статті розглянуто результати багаторічних досліджень (2009–2013 рр.) концентрації деяких компонентів хімічного складу води р. Тиси з метою встановлення її змін в сучасних умовах. Показано, що за показниками мінералізації вода досліджуваної річки належить, як і раніше, до α -гіпогалінних вод. Стан кисневого режиму залишається сприятливим, хоча й наявні випадки перенасичення води киснем влітку, що може бути пов'язане з інтенсивнішим розвитком водоростей. У загальній концентрації нітрогену переважають його неорганічні форми – нітратна й амонійна. Домінування нітрат-йонів серед неорганічних форм нітрогену свідчить про перебіг процесів окиснення. Порівняно з 90-ми роками минулого століття концентрація неорганічних форм нітрогену дещо зросла. Виявлено підвищення концентрації загального фосфору, причому переважно за рахунок органічних сполук. Така ситуація зумовлена, очевидно, розширенням використання у побуті миючих засобів, що містять сполуки фосфору. Ці результати можуть бути свідченням посилення евтрофікації річки. Діапазон концентрації розчинених органічних сполук не зазнав помітних змін порівняно з 90-ми роками минулого століття.

Ключові слова: річка Тиса; гідрохімічний і кисневий режими; мінералізація води; сухий залишок; нітроген; фосфор; ферум; органічні речовини.

Сравнительная оценка изменения концентрации отдельных компонентов химического состава воды трансграничного участка р. Тисы в современных условиях

Скоблей М.П., Линник П.Н.

В статье рассмотрены результаты многолетних исследований (2009–2013 гг.) концентрации некоторых компонентов химического состава воды р. Тисы с целью установления ее изменений в современных условиях. Вода исследуемой реки по величине минерализации относится, как и ранее, к α -гипогалинным водам. Состояние кислородного режима остается благоприятным, однако имеются случаи перенасыщения воды кислородом летом, что может быть связано с более интенсивным развитием водорослей. В суммарном содержании азота преобладают его неорганические формы – нитратная и аммонийная. Доминирование нитрат-ионов среди неорганических форм азота свидетельствует о протекании в реке процессов окисления. По сравнению с 90-ми годами прошлого столетия концентрация неорганических форм азота несколько увеличилась. Виявлено повышение концентрации общего фосфора, причем в основном за счет органических соединений. По всей видимости, такая ситуация обусловлена увеличением использования в быту моющих средств, содержащих в своем составе фосфор. Эти данные свидетельствуют об евтрофикации реки. Диапазон концентрации растворенных органических веществ не претерпел заметных изменений по сравнению с 90-ми годами прошлого столетия.

Ключевые слова: река Тиса; гидрохимический и кислородный режимы; минерализация воды; сухой остаток; азот; фосфор; железо; органические вещества.

Comparative assessment of the change in the concentration of individual components of the water chemical composition of the Tisza river transboundary in modern conditions

Skobley M.P., Linnik P.M.

The results of long-term studies (2009-2013) of the concentration of some components of the water chemical composition of the Tisza River (mineralization, dissolved oxygen, inorganic and general nitrogen and phosphorus, their inorganic forms, iron, dissolved organic substances) are considered in the article in order to determine their changes in modern conditions. The water of the investigated river in terms of mineralization is, as before, to α -hypogaline waters. The state of the oxygen regime remains favorable, but there are cases of super saturation of water with oxygen, observed in the summer, which may be due to more intensive development of algae. The total content of nitrogen consists in the main of its inorganic forms – nitrate and ammonium. The dominance of nitrate ions among inorganic forms of nitrogen indicates the oxidation process occurring in the river. Compared to the 90s of the last century, the concentration of inorganic forms of nitrogen increased somewhat. An increase in the concentration of total phosphorus was detected, mainly due to organic compounds. Apparently, this situation is due to increased use of detergents containing phosphorus. These data indicate on the river eutrophication. The concentration range of dissolved organic substances has not undergone any significant changes compared to the 90s of the last century.

Keywords: Tisza River; hydrochemical and oxygen regimes; water mineralization; dry residue; nitrogen; phosphorus; iron; organic substances.

Надійшла до редколегії 30.03.2018

УДК [546.77:556.114.6]:911.375

Ігнатенко І.І.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МОЛІБДЕН У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ ОЗЕР ОПЕЧЕНЬ)

Ключові слова: молібден, міграція, водойми урбанізованих територій.

Вступ. Водойми та водотоки урбанізованих територій зазнають значних змін внаслідок діяльності людини, що нерідко сприяє погіршенню якості води в них. Система озер Опечень – це залишки річки Почайни, яка колись була правим рукавом Дніпра. Під час будівництва житлового масиву “Оболонь” вони були значно поглиблені і трансформовані у каскад озер кар’єрного типу. Площа водозбору озер знаходиться на території міста та становить 6 тис. га. Система озер передбачена для акумуляції дощового, талого та підземного стоку нагірної частини міста. В оз. Кирилівське впадає р. Сирець, в яку потрапляють води із глиняних кар’єрів Петрівського цегляного заводу. За нашими даними, глибина оз. Мінського становить близько 9,5 м, озер Лугового і Андріївського – 7,5 м, а Кирилівського і Йорданського – 12,5–15,0 м.

В досліджувані озера потрапляє поверхневий стік з автошляхів і забудованих схилів, зливові і ґрунтові води з промислових майданчиків і житлових масивів. Промислові об’єкти – завод лаків і фарб “Лакма”, пивзавод “Оболонь”, що розташовані поблизу озер, не мають відповідних санітарно-захисних смуг. Так, до озер Мінського і Лугового із території житлової та промислової забудови щорічно скидається 3,83 млн. м³/рік неочищених стічних вод. Значна частина хімічних речовин, у тому числі і сполук важких металів, які потрапляють разом зі стоком у водне середовище, можуть бути небезпечними для живих організмів всіх рівнів організації, оскільки мають як прямий, так і опосередкований вплив на них. Якість води озер системи Опечень за трофо-сапробіологічними дослідженнями відносяться до IV та V класів якості – «погана» та «дуже погана» [7]. За вмістом сполук азоту та фосфору якість води озер змінюється від «чистої» до «дуже

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. № 2 (49)**

брудної». Слід зазначити, що високі концентрації нітрат-йонів спостерігаються у воді озер Кирилівського та Йорданського після впадіння р. Сирець, що характеризується вдвічі вищими показниками [2].

Молібден – важливий біоелемент для здоров'я людини, норма його споживання становить 75–250 мкг на добу. Незважаючи на мікрокількості в організмі має високу біологічну активність. Входить до складу багатьох ферментів: ксанти-, сульфит- альдегідоксидази, що відповідають за метаболізм організму. Дефіцит молібдену знижує активність ферментів, які ведуть до порушення синтезу білку. Надлишок викликає анемію, молібденову подагру, яка проявляється в порушенні обміну речовин і відкладенні солей в тканинах, змінах у печінці, нирках, серці. Пригнічує роботу шлунково-кишкового тракту, зумовлює точкові некрози підшлункової залози та печінки [8].

Важлива роль молібдену для рослин, оскільки він знаходиться в нітратредуктазі, що відповідає за засвоєння ними азоту. Молібден також впливає на утворення хлорофілу рослинами, тому дефіцит молібдену викликає некроз листя та слабкий вегетативний розвиток. В той же час відмічено негативну реакцію для деяких чутливих видів безхребетних тварин та риб. Так, для ікри і личинок лососевих та сигових риб токсичний вплив молібдену проявляється вже за концентрації 0,001 мг/дм³ [1].

Метою роботи є дослідження сезонної динаміки вмісту та міграції молібдену у озерах системи Опечень, що знаходяться на території м. Києва.

Матеріал та методи досліджень. Проби води відбирали з поверхневого та придонного горизонтів озер Опечень у 2015 р. Завислу фракцію молібдену відокремлювали від розчиненої, пропускаючи воду через нітроцелюлозні фільтри “Synpro” (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм безпосередньо на місці відбору проб. Вміст молібдат-йонів визначали кінетичним методом, який полягає у каталітичній дії Мо (VI) в реакції окиснення йодиду пероксидом водню в кислому середовищі [6]. Для вимірювання використовували фотоколориметр КФК-3 ЗОМЗ-1.

До опромінення УФ-світлом визначали вміст незв'язаних в комплекси молібдат-йонів, а після деструкції розчинних органічних речовин (POP) – загальну концентрацію розчиненого молібдену у природній воді. У складі завислої речовини вміст молібдену визначали після “спалювання” нітроцелюлозних фільтрів концентрованими HNO₃ і H₂SO₄ (х.ч.). Хімічну природу комплексних сполук молібдену з POP досліджували за допомогою методу іоннообмінної хроматографії, описаного в [4]. В результаті розділення одержували відповідно кислотну (феноли, карбонові кислоти і гумусові речовини (ГР) і оснóвну (переважно білковоподібні речовини) фракції POP. Нейтральна фракція POP включає в себе моно-, полісахариди і редуковані сахари. Після опромінення УФ-світлом аліквоти кожної фракції в них визначали вміст Мо (VI) зазначеним вище методом. Методи визначення розчиненого у воді кисню, величини рН наведено у [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Невелика проточність і слабе перемішування придонного горизонту води озер Мінського, Лугового та Андріївського вже навесні призводили до зниження вмісту розчиненого у воді кисню – 6,0–7,6 мг/дм³, що відповідало 50,4–64,2 % насичення (табл.). Влітку в придонному горизонті зазначених озер вміст розчиненого у воді кисню був близький до аналітичного нуля, а в деяких озерах таким же він лишався і восени (0–2,4 мг/дм³). Це призвело до утворення анаеробної зони в придонному горизонті води озер Мінського, Лугового і Андріївського. У поверхневому горизонті зазначених озер навпаки навесні та влітку вміст розчиненого у воді кисню становив від 15,7 до 25,4 мг/дм³ (насичення від 134,7 до 323,8 %) внаслідок «цвітіння» води. Інтенсивний розвиток водоростей підтверджує також зростання величини рН у поверхневому

Таблиця. Вміст молібдену та деякі гідрохімічні показники у воді озер системи Опечень та р. Сирець, 2015 р.

Водний об'єкт	Мінське		Лугове		Богатирське		Андріївське		р. Сирець		Кирилівське		Йорданське	
	п	д	п	д	п	д	п	д	п	д	п	д	п	д
весна														
Mo _{заг} , мкг/дм ³	4,9	3,5	5,7	6,7	9,5	6,3	3,1	5,4	5,8	5,9	4,5	4,9		
Mo _{розч} , %	93,3	89,4	91,1	88,1	89,0	91,6	89,8	78,3	95,2	90,6	91,8	89,1		
Mo _{зав} , %	6,7	10,6	8,9	11,9	11,0	8,4	10,2	21,7	4,8	9,4	8,2	10,9		
O ₂ , мг/дм ³	27,6	7,6	18,1	6,8	19,2	15,7	6,0	16,9	21,1	11,9	17,4	11,2		
% насичення	232,8	64,2	155,0	56,4	168,9	134,7	50,4	137,7	174,3	95,2	142,6	90,6		
T, °C	7,8	6,5	8,4	7,1	9,5	8,6	6,6	7,8	7,3	5,9	6,9	6,3		
pH	9,5	7,4	8,4	7,5	8,6	8,6	7,9	8,1	8,5	7,9	8,2	7,9		
літо														
Mo _{заг} , мкг/дм ³	4,8	3,5	5,3	2,7	6,0	3,1	1,9	3,6	2,4	2,9	2,3	2,0		
Mo _{розч} , %	93,7	88,5	94,8	91,7	88,9	92,7	86,2	81,0	87,0	86,4	91,7	90,8		
Mo _{зав} , %	6,3	11,5	5,2	8,3	11,1	7,3	13,8	18,9	13,0	13,6	8,3	9,2		
O ₂ , мг/дм ³	25,4	0,4	24,0	0,3	20,6	18,2	0	14,0	23,1	7,4	17,4	5,8		
% насичення	323,8	3,8	302,2	2,9	263,3	235,3	-	155,7	290,8	69,6	220,7	56,5		
T, °C	26,3	12,5	25,6	12,5	26,4	27,0	12,6	19,3	25,6	11,7	26,0	13,2		
pH	9,3	7,0	9,0	7,0	8,8	8,8	7,4	8,2	9,0	7,7	9,0	7,8		
осінь														
Mo _{заг} , мкг/дм ³	8,6	10,9	2,0	3,1	4,6	2,3	3,0	6,3	6,9	4,2	1,4	0,8		
Mo _{розч} , %	90,7	91,7	85,0	86,1	83,5	87,1	91,1	70,0	71,1	75,2	81,7	83,9		
Mo _{зав} , %	9,3	8,3	13,2	9,7	12,3	10,9	7,1	30,0	28,9	21,3	14,7	11,4		
O ₂ , мг/дм ³	6,1	2,4	6,3	0,4	7,0	6,5	0	7,8	6,1	5,8	7,1	4,2		
% насичення	57,6	22,2	60,2	3,3	66,4	61,9	-	73,5	57,8	54,7	68,1	40,0		
T, °C	12,2	10,6	12,4	12,1	12,5	12,4	11,4	12,0	12,2	12,0	13,0	12,3		
pH	7,7	6,8	7,7	7,2	7,7	7,6	7,2	8,0	8,1	7,7	8,0	7,6		

Примітка: п – поверхневий, д – придонний горизонти води. Mo_{заг}, Mo_{розч}, Mo_{зав} – молібден загальний, розчинний та зв'язаний.
T – температура води на момент відбору проби. Дані величини pH – Жежері В.А.

горизонті води (8,1–9,5), порівняно з придонним (6,8–7,9). Восени відбувалися процеси розкладу біоти та окиснення органічних речовин, що викликало зниження вмісту кисню не лише в придонному горизонті, але також і в поверхневому (див. табл.). У придонному горизонті води озер Кирилівського та Йорданського вміст розчиненого у воді кисню становив 4,2–11,9, а у поверхневому – 6,1–23,1 мг/дм³. Зазначені озера знаходяться на відкритій території і відзначаються активним вітровим перемішуванням водних мас [7]. Внаслідок значно кращого перемішування води дефіцит кисню, розчиненого у воді, не спостерігавсь.

У досліджуваних водоймах загальний вміст молібдену змінювався в межах 1,9–9,5 мкг/дм³ (див. табл.). Озера перебувають на урбанізованій території, де знаходяться великі промислові об'єкти, залізничні колії, автошляхи, житлові масиви тощо. Із зазначених територій з талими водами і дощовими стоками можуть змиватися різні органічні та неорганічні речовини, в тому числі сполуки молібдену. Так, навесні після танення снігу концентрація молібдену у водоймах була вища, ніж в інші пори року.

При вивченні розчинної та завислої форм молібдену у воді було з'ясовано, що частка молібдену в розчинній формі становила 71,1–95,2 % $M_{\text{заг}}$ (див. табл.). Вміст і частка розчинної форми молібдену переважала за рахунок знаходженням молібдену у складі розчинних комплексів органічних речовин. Зниження концентрації розчинного молібдену відбувається внаслідок засвоєння його рослинними водяними організмами та адсорбції на мінеральних частинках зависі.

В завислій формі спостерігалось 4,8–28,9 % $M_{\text{заг}}$. З них частина молібдену адсорбована на зависі. А частка молібдену у складі біоти підвищувалася в теплі періоди року. Оскільки молібден активує роботу нітратредуктази, то під час росту і розвитку водоростей, він накопичувався в їхньому складі. Восени за достатньо теплих температур вегетація водоростей продовжувалася, і частка молібдену у складі зависі лишалася значною (див. табл.). Максимальною частка завислої форми молібдену (18,9–30,0 % $M_{\text{заг}}$) була у воді р. Сирець, яка характеризується високим вмістом зависі, що надходить із сирецьких глиняних кар'єрів. Зростала вона і у воді оз. Кирилівського нижче впадіння р. Сирець.

За результатами досліджень вмісту MoO_4^{2-} -йонів у воді системи озер Опечень фактично не було виявлено. Молібден було визначено лише після фотохімічної деструкції POP, що свідчить про його знаходження у зв'язаному стані з POP. В літературі описано комплексоутворення металів, в тому числі і молібдену з органічними сполуками [4, 9, 10].

Таким чином, у досліджуваних озерах домінувала розчинна форма молібдену, що представлена комплексними сполуках з POP. Саме тому було цікаво встановити, як молібден розподіляється серед основних груп органічних речовин, що здатні його зв'язувати. Результати розподілу POP на йонно-обмінних целюлозах показали, що 40,6–69,0 % $M_{\text{розч}}$ молібдену знаходилося у кислотній фракції сполук, яка утворена головним чином ГР (рис.). До складу ГР входять фульвокислоти та гумінові кислоти, які здатні відновлювати молібден (VI) до більш низьких ступенів окиснення і надалі зв'язувати в комплекси. Відомо, що завдяки високій відновлювальній здатності гумінових кислот, в природних органічних лігандах існують сполуки $Mo(V)$ та $Mo(III)$ [9].

Частка комплексних сполук молібдену кислотної фракції домінувала і в інших водних об'єктах. Максимальною вона була у воді р. Прип'ять та Дніпровських водосховищах, що характеризуються високим вмістом ГР [4].

Отже, ГР відіграють найважливішу роль в комплексоутворенні молібдену, а також в його трансформації та міграції у водному середовищі. Найбільшу частку комплексів молібдену з ними спостерігали навесні (69,0 % $M_{\text{розч}}$). Під час весняного

водопілля ГР вимиваються талими водами з ґрунтів території, що належать до водозбору озер, тоді зростає частка комплексів молібдену з ними.

Вагому роль в зв'язуванні $Mo(VI)$ відіграють також вуглеводи, що переважно утворюють нейтральну групу РОР. Зростання вмісту вуглеводів у воді, зазвичай, відбувається влітку в період розвитку і відмирання водоростей. Частка нейтральних комплексів молібдену в цей час становила 43,7 % $Mo_{розч}$. Восени вона лишалася такою ж високою через продовження активного розкладу водоростей. А найменшою вона виявилася навесні – 24,8 % $Mo_{розч}$.

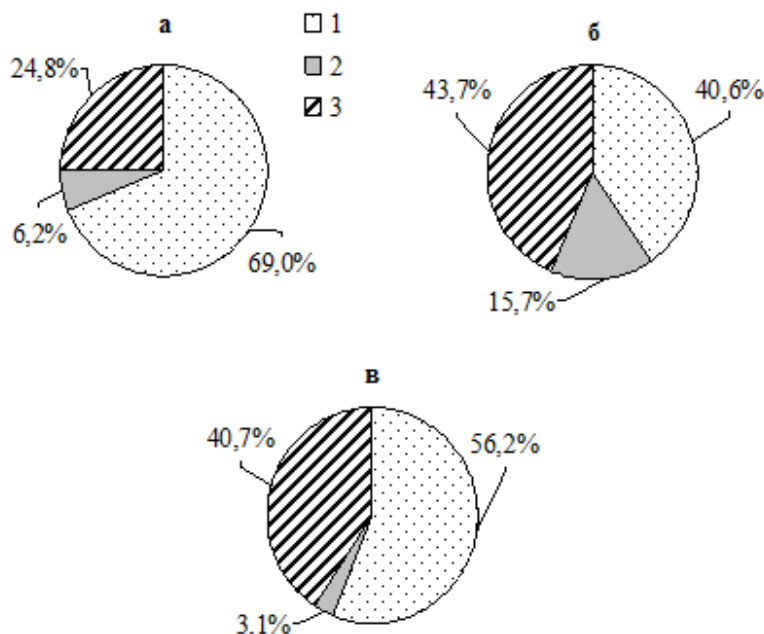


Рис. Розподіл молібдену серед комплексних сполук з РОР різної хімічної природи у воді оз. Кирилівського навесні (а), влітку (б) і восени (в) 2015 р.: 1, 2, 3 – аніонні, катіонні і нейтральні комплекси молібдену відповідно з кислотною, основною і нейтральною групами РОР

Частка сполук молібдену основної фракції, порівняно з кислотною та нейтральною фракціями, була низькою 3,1–15,7 % $Mo_{розч}$. Проте відмічено максимальне її зростання влітку. Саме влітку відбувається підвищення вмісту білковоподібних речовин, що переважно утворюють основну фракцію РОР, відповідно зростає і частка комплексних сполук молібдену з ними.

Висновки. Ступінь насичення води киснем досліджуваних водних об'єктів у поверхневому горизонті становив 57,6–323,8 %, що зумовлено інтенсивним розвитком водоростей. У придонному горизонті води озер Мінського, Лугового, Андріївського влітку і восени спостерігався дефіцит кисню або він практично не визначався (0–2,4 мг/дм³), внаслідок відсутності перемішування придонного та поверхневого горизонтів води.

У воді системи озер Опечень та р. Сирець загальна концентрація молібдену становила 1,9–9,5 мкг/дм³. Серед сполук молібдену переважала розчинна форма (71,1–95,2 % $Mo_{заг}$), що представлена комплексними сполуками з РОР. Частка $Mo_{зав}$ загалом була невисокою, проте підвищувалася у воді р. Сирець та оз. Кирилівського (30,0 та 28,9 % $Mo_{заг}$) внаслідок надходження води з підвищеним вмістом завислої речовини з глинистих кар'єрів Петрівського цегляного заводу. Серед розчинних комплексів молібдену з органічними лігандами домінували сполуки з ГР – 40,6–69,0, проте частка сполук нейтральної природи (в основному вуглеводи) також виявилася значною – 24,8–43,7 % $Mo_{розч}$.

Список літератури

1. Грициняк І.І., Янович Д.О., Швець Т.М. Біологічна роль та токсична дія молібдену в гідроєкосистемах (огляд). Рибогосподарська наука України. 2016. № 3. С. 32-46.
2. Гідрохімічний режим озер системи Опечень (м. Київ) /П. М. Линник, Жежеря В.А., Жежеря Т.П. і ін./ Наук. праці Укр. наук.-досл. гідрометеорологічного ін-ту. Вип. 269. К.: Ніка-центр, 2016. С. 59-69.
3. Ігнатенко І.І. Міграція молібдену у водоймах з уповільненим водообміном. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. / Гол. редактор В.К. Хільчевський./ Наук. Збірник. К., 2013. Т. 4 (31). С. 67-73.
4. Линник П.Н., Игнатенко И.И. Молибден в природных поверхностных водах: содержание и формы нахождения. Гидробиол. журн. 2015. Т. 51, № 2. С. 89-113.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. К.:Логос, 2006. 408 с.
6. Основы аналитической химии. Практич. руководство / В.И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др. /под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
7. Якість води у міських водоймах та характер освоєння водоохоронних зон (на прикладі озер системи «Опечень», м. Київ) / Панасюк І.В., Томільцева А.І., Зуб Л.М., Погорелова Ю.В./ Екологічна безпека та природокористування. К., 2015. № 4 (20). С. 63-69.
8. Шерхова Х.И. Структурные и функциональные изменения в органах пищеварения под действием молибдена: дисс. канд. биол. наук за спец. 03.00.13. Нальчик., 1999. 157 с. URL: <http://www.dissercat.com/content/strukturnye-i-funktsionalnye-izmeneniya-v-organakh-pishchevareniya-pod-deist-viem-molibdena#ixzz5GtEwizgr>.
9. Goodman B.A., Cheshire M.V. Reduction of molybdate by soil organic matter: EPR evidence for formation of both Mo(V) and Mo(III). Nature. 1982. V. 299. P. 618-620.
10. Kinetics of metal-fulvic acid complexation using a stopped-flow technique and three-dimensional excitation emission fluorescence spectrophotometer / Wu F.C., Mills R.B., Evans R.D., Dillon P.G. / Anal. Chem. 2004. V. 76. P. 110-113.

References

1. Hrytsyniak I.I., Yanovych D.O., Shvets' T.M. Biologichna rol' ta toksychna diia molibdenu v hidroekosystemakh (ohliad). Rybohospodars'ka nauka Ukrainy. 2016. № 3. S. 32-46.
2. Hidrokhimichnyj rezhym ozer systemy Opetchen' (m. Kyiv) /P. M. Lynnyk, Zhezheria V.A., Zhezheria T.P. i in./ Nauk. pratsi Ukr. nauk.-dosl. hidrometeorologichnoho in-tu. Vyp. 269. K.: Nika-tsentr, 2016. S. 59-69.
3. Ihnatenko I.I. Mihratsiia molibdenu u vodojmakh z upovil'nenym vodoobminom. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiia. / Hol. redaktor V.K. Khil'chevs'kyj./ Nauk. Zbirnyk. K., 2013. T. 4 (31). S. 67-73.
4. Linnik P.N., Ignatenko I.I. Molibden v prirodnyh poverhnostnyh vodah: soderzhanie i formy nahozhdenija. Hidrobiol. zhurn. 2015. T. 51, № 2. S. 89-113.
5. Metody hidroekolohichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod. / O.M. Arsan, O.A. Davydov, T.M. D'iachenko ta in. K.:Lohos, 2006. 408 s.
6. Osnovy analiticheskoy himii. Praktich. rukovodstvo / V.I. Fadeeva, T.N. Shehovcova, V.M. Ivanov i dr. /pod red. Ju.A. Zolotova. M.: Vyssh. shk., 2001. 463 s.
7. Yakist' vody u mis'kykh vodojmakh ta kharakter osvoiennia vodookhoronnykh zon (na prykladi ozer systemy «Opetchen'», m. Kyiv) / Panasiuk I.V., Tomil'tseva A.I., Zub L.M., Pohorielova Yu.V./ Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia. K., 2015. № 4 (20). S. 63-69.
8. Sherhova H.I. Strukturnye i funkcional'nye izmeneniya v organah pishhevareniya pod dejstviem molibdena: diss. kand. biol. nauk za spec. 03.00.13. Nal'chik., 1999. – 157 s. URL: <http://www.dissercat.com/content/strukturnye-i-funktsionalnye-izmeneniya-v-organakh-pishchevareniya-pod-deist-viem-molibdena#ixzz5GtEwizgr>.
9. Goodman B.A., Cheshire M.V. Reduction of molybdate by soil organic matter: EPR evidence for formation of both Mo(V) and Mo(III). Nature. 1982. V. 299. P. 618-620.
10. Kinetics of metal-fulvic acid complexation using a stopped-flow technique and three-dimensional excitation emission fluorescence spectrophotometer / Wu F.C., Mills R.B., Evans R.D., Dillon P.G. / Anal. Chem. 2004. V. 76. P. 110-113.

Молібден у водних об'єктах урбанізованих територій (на прикладі озер Опечень) Ігнатенко І.І.

Розглянуто результати дослідження міграції молібдену у воді системи озер Опечень та р. Сирець, в яку потрапляють води із кар'єрів цегляного заводу. Загальний вміст молібдену знаходився в межах 1,9–9,5 мкг/дм³. Підвищення вмісту і частки молібдену у зависі спостерігалось в р. Сирець і оз. Кирилівському (30,0 і 28,9 % Мо_{заб}), нижче впадіння річки. Головним чином молібден знаходився в розчинній формі, що представлена комплексними сполуками з РОР.

Комплексоутворення молибдену відбувалося переважно за участі ГР та вуглеводів. Також показано кисневий режим водних об'єктів в різні сезони року.

Ключові слова: молибден; міграція; водойми урбанізованих територій.

Молибден в водних об'єктах урбанізованих територій (на прикладі озер Опечень)

Игнатенко И.И.

Рассмотрены результаты исследования миграции молибдена в воде системы озер Опечень и р. Сирец, в которую поступают воды с карьеров кирпичного завода. Общее содержание молибдена находилось в пределах 1,9–9,5 мкг/дм³. Повышенное содержание и доля молибдена во взвеси наблюдалась в р. Сирець и оз. Кирилловском (30,0 и 28,9 % Mo_{общ}), ниже впадения реки. Главным образом молибден находился в растворенной форме, которая представлена комплексными соединениями с растворенными органическими веществами. Комплексообразование молибдена происходило с участием гумусовых веществ и углеводов. Также представлен кислородный режим водных объектов в разные сезоны года.

Ключевые слова: молибден; миграция; водоемы урбанізованих територій.

The molybdenum in water bodies of the urbanized territories (the example of Opechen lakes)
Ignatenko I.I.

The results of investigation of molybdenum migration in water of Opechen lakes system and Syrets river, which receives water from the dump of the brick factory are discussed. The total molybdenum content was within the range of 1,9–9,5 µg/dm³. The increased molybdenum content and part in suspended matter was observed in the Syrets river and Kirillovsky lake (30,0 and 28,9 % Mo_{total}), below its confluence. Mainly molybdenum in a dissolved form, which is complex compounds with dissolved organic ligands represented. Among them, compounds with humic substances dominated (40,6–69,0 % Mo_{dissolv}), but the complexes of a neutral nature (mainly carbohydrates) part was 24,8–43,7 % Mo_{dissolv}. This indicates the significant role of the biota in the molybdenum migration and distribution among its coexistence forms.

In the investigated reservoirs the degree of oxygenous saturation of water in surface layer of the lakes was 57,6–323,8 %, as a result of the intensive development of algae. In water of the bottom layer of Minske, Lugove, Andriijivske lakes, there was practically no oxygen (0–2,4 mg/dm³) in summer and autumn, because wasn't mixing of the bottom layer water in these seasons of the year.

Keywords: molybdenum; migration; reservoirs of urbanized territories.

Надійшла до редколегії 25.04.2018

УДК 556.531.4 (282.247.32)

Осипенко В.П.

Институт гідробіології НАН України, м. Київ

СЕЗОННИЙ РОЗПОДІЛ РОЗЧИНЕНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН У ВОДІ ОЗЕРА ВЕРБНОГО (м. КИЇВ)

Ключові слова: гумінові кислоти; фульвокислоти; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонна динаміка; озеро Вербне.

Вступ. Відомо, що якість води у водоймах міської зони м. Києва залежить від комплексу природних та антропогенних чинників, які все частіше мають негативний вплив [1, 6]. У зв'язку з цим стає важливим вивчення самоочисної здатності цих водних об'єктів шляхом дослідження сезонних змін гідрохімічних показників, у тому числі вмісту розчинених органічних сполук і їхніх окремих компонентів.

Розчинені органічні речовини (РОР) беруть участь у багатьох гідрохімічних й гідробіологічних процесах, які відбуваються у водоймі [3, 7]. Вміст РОР у поверхневих водах – невід'ємна характеристика їхньої якості. Життєдіяльність водяних організмів також залежить від розчинених органічних сполук і, в першу чергу, від їхнього компонентного складу. Однак, в результаті споживацького

втручання в навколишнє середовище спостерігається різка зміна якісного і кількісного складу органічних речовин в природних водах, що завдає шкоди розвитку гідробіонтів. До абіотичних чинників, які значною мірою впливають на загальний вміст і компонентний склад РОР у воді, належать температура, активна реакція водного середовища (рН), вміст розчиненого кисню.

Метою цієї роботи було вивчення сезонної динаміки загального вмісту РОР і деяких їхніх компонентів – гумінових і фульвокислот (ГК і ФК), вуглеводів (В) і білковоподібних речовин (БПР) – у поверхневому і придонному шарах води, а також у поровій воді з донних відкладів оз. Вербного у взаємозв'язку з такими гідрохімічними чинниками, як рН і вміст розчиненого у воді кисню.

Об'єкт і методика досліджень. Озеро Вербне розташоване у правобережній частині Києва на півдні житлового масиву Оболонь у ложі колишньої річкової долини. Воно утворене в результаті заповнення водою кар'єру гідронамиву при будівництві прилеглих будинків, але має гідравлічний зв'язок з Канівським водосховищем. Озеро непроточне і використовується для відпочинку. Його площа становить 16,4 га, довжина 1100 м, ширина 60–240 м, площа прибережної смуги 16,1 га. Водний режим озера в основному залежить від поверхневого стоку, який може збільшуватись під час повеней і дощів. Підняття рівня ґрунтових вод на території заплави під час весняного водопілля також впливає на водний режим озера [11].

Проби води у досліджуваному об'єкті відбирали з поверхневого та придонного шарів води і з донних відкладів протягом 2017 р. посезонно: у квітні, липні та жовтні. Відбір води проводили на ділянці з глибиною 18 м у центральній частині озера. Порову воду одержували центрифугуванням мулу зі швидкістю 6000 об/хв. У нефільтрованій воді вимірювали температуру, рН і визначали концентрацію розчиненого кисню та хімічне споживання кисню (ХСК). Для відокремлення зависі від фракції РОР використовували мембранні фільтри "Synpro" з діаметром пор 0,4 мкм, Чехія. У відфільтрованій воді визначали перманганатну і біхроматну окиснюваність (ПО і БО) [5].

Для вивчення компонентного складу РОР методом іонообмінної хроматографії застосовували ДЕАЕ- і КМ-целюлози [10], в результаті чого одержували три фракції розчинених органічних сполук: кислотну, основну і нейтральну. В кислотній групі РОР досліджували ГК і ФК, в основній – БПР, а в нейтральній – В. БПР визначали методом Фоліна-Лоурі [2], В – за допомогою антрону [9], ГК і ФК – спектрофотометричним методом за їхнім власним забарвленням при $\lambda=400$ нм і за реакцією азосполучення з діазотованим 4-нітроаніліном [8].

Результати досліджень та їх обговорення. Як було сказано, до важливих абіотичних чинників, які визначають загальний вміст і компонентний склад РОР у воді, належать температурний режим, рН, вміст розчиненого кисню та ХСК. Узагальнені результати вивчення сезонної динаміки цих показників представлені у таблиці.

Температура в обох горизонтах води відповідала сезонним змінам температури атмосферного повітря. Через значну глибину водойми на досліджуваній ділянці (18 м) температура води у поверхневому та придонному шарах помітно відрізнялась і коливалась від 10,5°C до 24,4°C та від 8,2°C до 12,1°C відповідно. Як відомо, сезонний вплив температури на гідробіологічні процеси у водоймі призводить до зміни розчиненого у воді кисню і рН [4].

Навесні на відкритих, добре прогрітих і освітлених ділянках водойми інтенсивно відбувались процеси фотосинтезу за участю фітопланктону. В цей період спостерігали високий вміст розчиненого кисню і лужні показники рН як у

поверхневому – 19,5 мг/дм³ (рН 9,6), так і у придонному – 17,7 мг/дм³ (рН 8,0) – шарах води.

Таблиця. Величини температури, рН, розчиненого кисню, ступеня насичення киснем, ХСК води оз. Вербного, 2017 р.

Пори року	t _в , °С	рН	O ₂ , мг/дм ³	Ступінь насичення киснем, %	ХСК, мгО/дм ³
Поверхневий шар					
Весна	10,5	9,6	14,5	132,4	49,0
Літо	24,4	8,3	7,2	84,8	68,0
Осінь	14,0	8,4	5,9	56,3	29,9
Придонний шар					
Весна	10,6	8,0	13,9	127,2	28,2
Літо	12,1	7,7	0,0	0,0	68,0
Осінь	8,2	7,1	1,5	12,6	35,4

Влітку внаслідок високої температури води та інтенсифікації процесів розпаду і окиснення відмерлого фітопланктону у воді виник дефіцит кисню. За таких умов вміст кисню на поверхні зменшився вдвічі – до 7,2 мг/дм³ (рН 8,0), а у придонному шарі утворились анаеробні зони, що відобразилось на розподілі органічних речовин. Восени за зниження температури води і осідання органічних решток на дно відмічали невисокий вміст розчиненого кисню на поверхні – 5,9 мг/дм³ (56,3% насичення), а на дні – лише 1,5 мг/дм³ (12,63% насичення) за зменшення рН до 7,1.

Сезонний розподіл РОР (поверхневий шар). Загальний вміст РОР у воді визначали за показниками ПО і БО. Як видно з рис. 1а, б, величини ПО і БО у поверхневій воді змінювалися відповідно в межах 9,5–14,4 та 24,5–54,4 мг О/дм³ з максимальними показниками у літній період. Найвищий вміст ГК, ФК, В та БПР (рис. 1в, г, д, е) також припадав на літо і становив 0,40; 6,20; 2,75 та 0,88 мг/дм³ відповідно, що пов'язано, насамперед, з високою фотосинтетичною активністю фітопланктону. Максимальні значення ХСК у нефільтрованій воді влітку (68,0 мг О/дм³) це підтверджують (див. табл.).

Отже, у поверхневому шарі води відмічали традиційний сезонний розподіл органічних речовин [7]. Хоча велика частина водозбірної території озера зайнята житловими масивами, навесні суттєво збільшується поверхневий стік (у тому числі стік РОР). Влітку спостерігали максимальний вміст РОР у воді на фоні її інтенсивного “цвітіння”, а восени – знову поступове зниження їхньої загальної концентрації, що може свідчити про хорошу самоочисну здатність озера.

Сезонний розподіл РОР (придонний шар). Сезонна динаміка величин ПО і БО у придонному горизонті води показала, що вони коливалися від 8,8 до 13,5 мг О/дм³ та від 24,4 до 46,2 мг О/дм³ відповідно з найвищими показниками влітку. Значення ХСК також зросли влітку у 2,5 разів порівняно з весною. Максимальні концентрації ГК, В і БПР відмічали також в цей період, вони становили 0,30; 2,76 і 0,86 мг/дм³ відповідно. Лише максимальний вміст ФК у воді придонного шару спостерігали восени – 6,70 мг/дм³.

Слід відмітити, що сезонна динаміка вмісту ГК і ФК співпадала зі змінами загального вмісту важкоокиснюваних РОР (показники БО), а сезонна динаміка В і БПР – з розподілом легкоокиснюваних сполук (показники ПО) як в поверхневому, так і придонному шарах води.

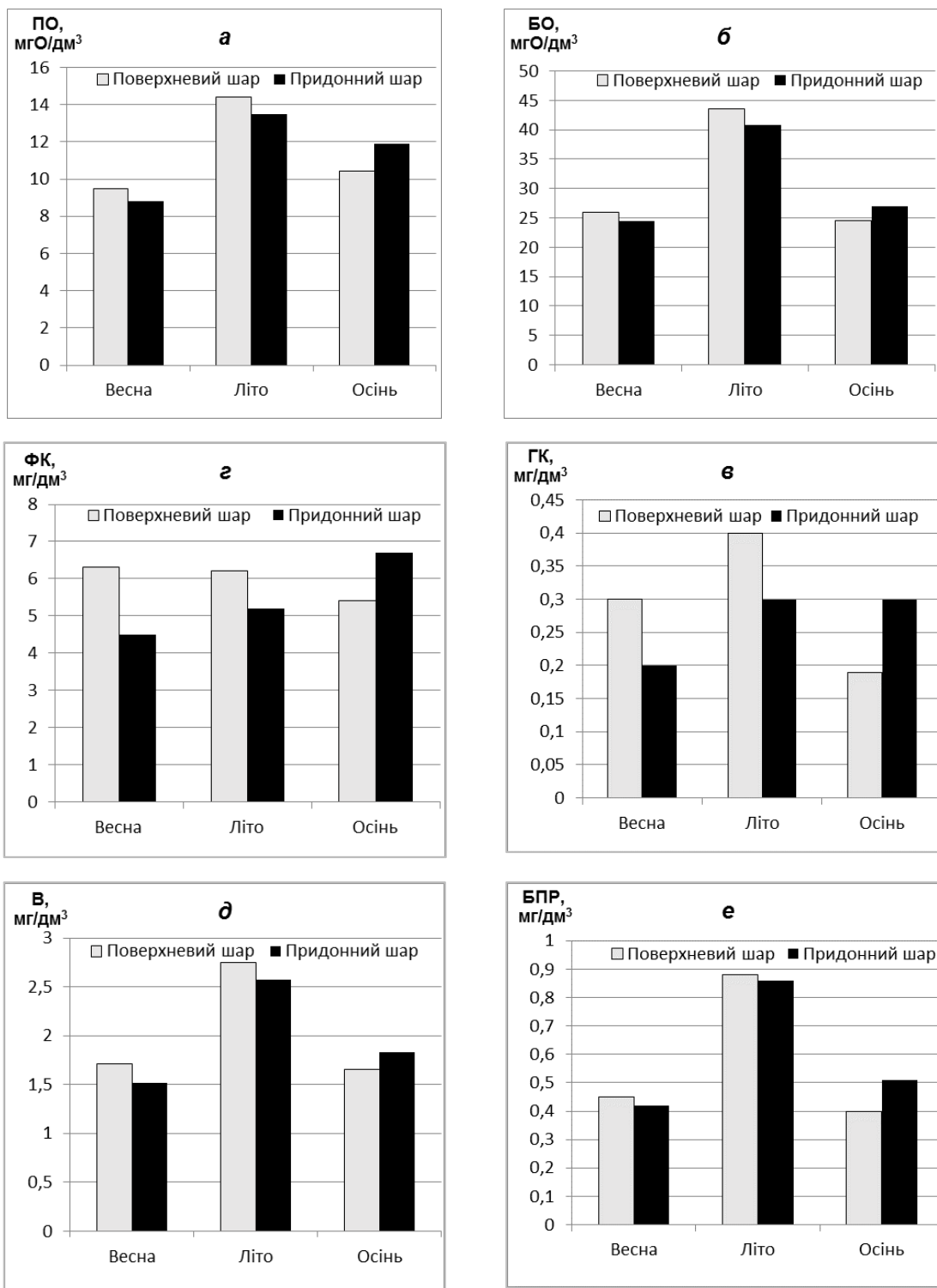


Рис. 1. Сезонна динаміка показників ПО (а), БО (б), вмісту ГК (в), ФК (г), В (д) та БПР (е) у воді оз. Вербоного, 2017 р.

Просторовий розподіл POP. З результатів, представлених на рис. 1, витікає, що протягом періоду весна-літо спостерігали незначне перевищення загального вмісту POP у воді поверхневого шару. Восени навпаки переважали величини БО і ПО у придонному шарі. Показники БО, наприклад, становили 24,5 та 27,0 мг О/дм³ у воді поверхневого та придонного шарів відповідно.

Порівнюючи вміст ГК, ФК, В і БПР у двох горизонтах води, можна зазначити, що їхній просторовий розподіл відповідав просторовій динаміці БО і ПО. Так, навесні

і влітку концентрації досліджуваних органічних компонентів також були вищі у поверхневому шарі води. А восени у придонному шарі на глибині 18 м за концентрації розчиненого кисню $1,5 \text{ мг/дм}^3$ відмічали перевищення вмісту всіх груп POP. І хоча ми спостерігали традиційне осіннє зниження абсолютних концентрацій органічних сполук у кожному шарі окремо, відносний загальний вміст POP і вміст окремих груп POP превалювали у придонній воді. Таку ситуацію можна пояснити поєднанням у цей період року декількох природних процесів: седиментації органічних решток на дно, активізації анаеробної мікрофлори і десорбції POP з донних відкладів за анаеробних умов (відповідно мінімальне рН 7,1) [12].

Порова вода. Порова вода є проміжною ланкою між донними відкладами і придонним шаром води. На її склад у різні пори року впливає багато чинників: гідрологічні, фізико-хімічні, біологічні, антропогенні тощо.

На рис. 2 наведені результати вивчення розчиненої органічної складової порової води, виділеної з донних відкладів. Аналізуючи сезонні зміни вмісту POP, можна зазначити, що за показниками ПО і БО їхнє співвідношення було досить стабільним протягом року і становило приблизно 1:2. Максимальні їхні величини ($52,4$ і $108,0 \text{ мг О/дм}^3$ відповідно) припадали на весну. Можна припустити, що ці показники відобразили вміст не тільки природних POP, які ми вивчали, але й забруднювальних речовин, “законсервованих” взимку у донних відкладах до початку активних весняних гідрологічних процесів. В літньо-осінній період сезонна динаміка загального вмісту POP відповідала такій для окремих груп розчинених органічних сполук.

Так, концентрації ГК, ФК, В і БПР навесні були мінімальні. Влітку вони зросли, а в осінній період досягнули максимуму, як і більшість досліджуваних органічних сполук у придонному шарі, що підтверджує активний процес седиментації за зниження температури води.

Потрібно відмітити, що при порівнянні вмісту POP у поровій і поверхневій воді найбільшу різницю спостерігали восени (у 3 і 4 рази для БО і ПО відповідно та у 3–15 разів для різних класів POP). Влітку ці співвідношення були мінімальними і становили 2 і 3 для БО і ПО відповідно та від 2 до 4 для окремих компонентів POP. Така різниця є показовою для сезонних продукційно-деструкційних процесів, які відбуваються у водоймі.

Висновки. Як видно з наведених результатів, сезонні коливання загального вмісту POP і їхніх окремих компонентів (ГК, ФК, В і БПР) у воді оз. Вербного співпадали у часі з продукційно-деструкційними процесами у водоймі. Зміна температури, рН, розчиненого у воді кисню можуть по різному впливати на розподіл органічних сполук у поверхневій, придонній і поровій воді.

У поверхневому шарі води за значеннями ПО і БО відмічали традиційну сезонну динаміку вмісту органічних речовин, що може свідчити про хорошу самоочисну здатність озера. Максимальні показники POP спостерігали у літній період, що пов'язано, насамперед, з високою фотосинтетичною активністю фітопланктону.

У придонному шарі максимальні величини ПО і БО влітку, ймовірно, були спричинені адсорбцією органічних сполук з донних відкладів за анаеробних умов, що може становити потенційну небезпеку вторинного забруднення водойми. Восени загальна концентрація POP і окремих груп POP навіть перевищувала аналогічні показники у поверхневому шарі води внаслідок поєднання у цей період року декількох природних процесів: седиментації органічних решток на дно, активізації анаеробної мікрофлори і десорбції POP з донних відкладів за збереження дефіциту кисню і низького рН.

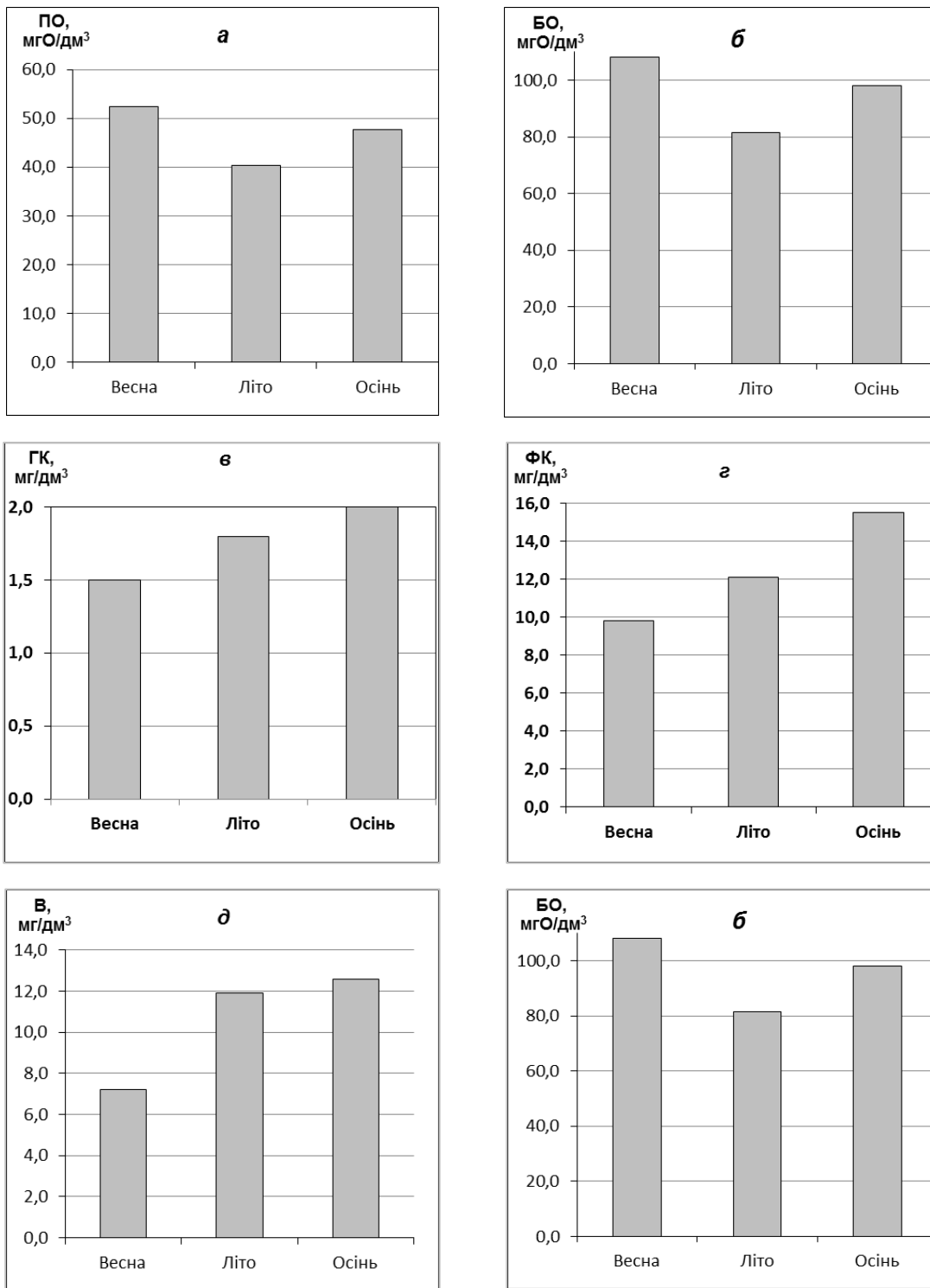


Рис. 2. Сезонна динаміка показників ПО (а), БО (б), вмісту ГК (в), ФК (г), В (д) та БП (е) у поровій воді з донних відкладів оз. Вербного, 2017 р.

Сезонний розподіл POP у поровій воді, яка є проміжною ланкою між донними відкладами і придонним шаром води, відображає тенденцію до накопичення в ній органічних сполук від літа до осені з одночасним зменшенням цих сполук у придонній воді. Така ситуація також вказує на самоочисний потенціал оз. Вербного.

Отже, сезонна динаміка окремих груп POP є показником функціонування гідробіоценозів, і різкі зміни їхнього традиційного розподілу між абіотичними

компонентами можуть свідчити про порушення природного балансу внаслідок кліматичних чи антропогенних чинників.

Список літератури

1. *Афанасьєва О.А., Багацька Т.С., Оляницька Л.Г.* Екологічний стан київських водойм. К.: Фітосоцінцентр, 2010. 256 с. 2. *Дебейко Е.В., Рябов А.К., Набиванец Б.И.* Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах. Гидробиол. журн. 1973. Т. 9. № 6. С. 109–113. 3. *Зобкова М.В., Ефремова Т.А., Лозовик П.А., Сабиліна А.В.* Органическое вещество и его компоненты в поверхностных водах гумидной зоны. Усп. совр. Естествознания. 2015. № 12. С. 115–120. 4. *Константинов А.С.* Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. 472 с. 5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. / за ред. В.Д. Романенка.* К.: Логос, 2006. 408 с. 6. *Осадчий В.І., Осадча Н.М., Мостова Н.М.* Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. С. 242–261. 7. *Осипенко В.П., Васильчук Т.О., Євтух Т.В.* Сезонна динаміка вмісту основних груп органічних речовин у різних водних об'єктах. Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. 2012. № 1(26). С. 134–140. 8. *Попович Г.М.* Сорбционное концентрирование и спектрофотометрическое определение гуминовых и фульвокислот в водах: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. К.: 1990. 23 с. 9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова.* Л.: Гидрометеиздат, 1977. 542 с. 10. *Сироткина И.С., Варшал Г.М., Лурье Ю.Ю., Степанова Н.П.* Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод. Журн. аналит. Химии. 1974. Т. 29. № 8. С. 1626–1632. 11. *Хильчевський В.К., Бойко В.К.* Гідролого-гідрохімічна характеристика озер і ставків Києва. Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. 2005. Т. 2. С. 529–535. 12. *Шилькрот Г.С.* Биогеохимические процессы и потоки веществ и энергии в нарушенных водных экосистемах. Изв. РАН. Серия: География. 2008. № 3. С. 35–44.

References

1. *Afanas'ieva O.A., Bahats'ka T.S., Olyanyts'ka L.H.* Ekolohichnyj stan kyivs'kykh vodojm. K.: Fitosotsintsentr, 2010. 256 s. 2. *Debejko E.V., Rjabov A.K., Nabivanec B.I.* Prjamoe fotometricheskoe opredelenie rastvorimyh belkov v prirodnyh vodah. Hidrobiol. zhurn. 1973. T. 9. № 6. S. 109–113. 3. *Zobkova M.V., Efremova T.A., Lozovik P.A., Sabilina A.V.* Organicheskoe veshhestvo i ego komponenty v poverhnostnyh vodah gumidnoj zony. Usp. sovr. Estestvoznaniya. 2015. № 12. S. 115–120. 4. *Konstantinov A.S.* Obshhaja gidrobiologija. M.: Vysshaja shkola, 1986. 472 s. 5. *Metody hidroekolohichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod / O.M. Arsan, O.A. Davydov, T.M. D'iachenko ta in. / za red. V.D. Romanenka.* K.: Lohos, 2006. 408 s. 6. *Osadchij V.I., Osadcha N.M., Mostova N.M.* Vplyv urbanizovanykh terytorij na khimichnyj sklad poverkhnevyykh vod basejnu Dnipra. Nauk. pr. UkrNDHMI. 2002. Vyp. 250. S. 242–261. 7. *Osypenko V.P., Vasylychuk T.O., Yevtukh T.V.* Sezonna dynamika vmistu osnovnykh hrupp orhanichnykh rehovyn u riznykh vodnykh ob'iektakh. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidro ekolohiia. 2012. № 1(26). S. 134–140. 8. *Popovich G.M.* Sorbcionnoe koncentrirovanie i spektrofotometricheskoe opredelenie guminovyh i ful'vokislot v vodah: Avtoref. dis. ... kand. him. nauk. K.: 1990. 23 s. 9. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi / pod red. A.D. Semenova.* L.: Gidrometeoizdat, 1977. 542 s. 10. *Sirotkina I.S., Varshal G.M., Lur'e Ju.Ju., Stepanova N.P.* Primenenie celljuloznych sorbentov i sefadeksov v sistematicheskom analize organicheskikh veshhestv prirodnyh vod. Zhurn. analit. Himii. 1974. T. 29. № 8. S. 1626–1632. 11. *Khil'chevs'kyj V.K., Bojko V.K.* Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka ozer i stavkiv Kyieva. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidro ekolohiia. 2005. T. 2. S. 529–535. 12. *Shil'krot G.S.* Biogeoхимические процессы и потоки veshhestv i jenerгии v narushennyh vodnyh jekosistemah. Izv. RAN. Serija: Geografija. 2008. № 3. S. 35–44.

Сезонний розподіл розчинених органічних речовин у воді озера Вербного (м. Київ)

Осипенко В.П.

Представлено результати вивчення сезонної динаміки вмісту розчинених органічних речовин у воді озера Вербного у 2017 р. Наведено основні гідрохімічні характеристики, загальний вміст розчинених органічних речовин, а також концентрації їхніх окремих компонентів (гумінових

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 2 (49)**

кислот, фульвокислот, вуглеводів і білковоподібних речовин) у поверхневій, придонній й поровій воді з донних відкладів досліджуваної водойми.

Ключові слова: розчинені органічні речовини; гумінові кислоти; фульвокислоти; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонна динаміка; озеро Вербне.

Сезонное распределение растворенных органических веществ в воде озера Вербного (г. Киев)

Осипенко В.П.

Представлены результаты изучения сезонной динамики содержания растворенных органических веществ в воде озера Вербного в 2017 г. Приведены основные гидрохимические характеристики, общее содержание растворенных органических веществ, а также концентрации их отдельных компонентов (гуминовых кислот, фульвокислот, углеводов и белковоподобных веществ) в поверхностной, придонной и поровой воде из донных отложений исследуемого водоема.

Ключевые слова: растворенные органические вещества, гуминовые кислоты; фульвокислоты; углеводы; белковоподобные вещества; сезонная динамика; озеро Вербное.

The seasonal distribution of the dissolved organic substances in water of the Verbne lake (Kyiv city)

Osyenko V.P.

The results of investigations of the dissolved organic substances distribution in water of the Verbne lake in 2017 are presented and analysed. In particular the seasonal values of the total dissolved organic substances content are defined by parameters of bichromate and permanganate oxidizability. Also the seasonal dynamics of such different organic compounds as humic acids, fulvic acids, carbohydrates and protein-like substance in surface water, in bottom water and in water from bottom sediments of the lake are considered. The major hydrochemical characters of water (pH, dissolved oxygen concentration, degree of oxygen saturation of water, chemical oxygen demand) and their correlation with the seasonal changes of the general dissolved organic substances content and different organic compounds are studied. The traditional seasonal distribution of these organic substances indicates a good self-cleaning ability of the Verbne lake.

Keywords: dissolved organic matters; humic acids; fulvic acids; carbohydrates; proteins; seasonal dynamics; Verbne lake.

Надійшла до редколегії 27.04.2018

УДК 556.114:546.56(282.247)

Жежеря В.А.¹, Линник П.М.¹, Линник Р.П.²

¹Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЛАБІЛЬНА ФРАКЦІЯ МЕТАЛІВ У РІЗНОТИПНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВМІСТУ І КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ РОЗЧИНЕНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ЇЇ БІОЛОГІЧНА РОЛЬ

Ключові слова: лабільна фракція; метали; розчинені органічні речовини; гумусові речовини; вуглеводи; білкові сполуки; поверхневі води

Постановка та актуальність проблеми. Як відомо, сполуки металів у поверхневих водах – це невід’ємна складова їхнього хімічного складу, що формується як природним, так і антропогенним шляхом. Дослідження співіснуючих форм металів у поверхневих водних об’єктах проводяться тривалий період, причому їхня важливість не втрачає своєї актуальності і в сучасних умовах. Це зумовлено, з одного боку, необхідністю з’ясування шляхів міграції та трансформації сполук металів у різномісних водних об’єктах, а з іншого, оцінкою їхньої потенційної біологічної ролі, яка істотним чином залежить від фізико-хімічного стану металів у природному водному середовищі. Результати багаточисельних досліджень показують, що біодоступність та токсичність важких металів залежать не стільки від їхньої загальної концентрації у воді, як від співвідношення різних форм, що може змінюватись за дії низки як абіотичних, так і біотичних чинників середовища. На сучасному етапі досліджень вважається, що так звані вільні (гідратовані) йони металів, їхні гідросокомплекси, а також комплексні сполуки з неорганічними лігандами проявляють найбільшу токсичність, оскільки вони біодоступні та здатні проникати через біологічну мембрану [1–4]. Водночас, хімічна й біологічна активність металів істотно знижується, коли вони знаходяться у воді в розчиненому стані у вигляді комплексних сполук з природними органічними лігандами або ж мігрують у складі завислих частинок різного походження [5–7]. На це не завжди звертається належна увага, а часто допускається некоректне порівняння загальної концентрації металів у природній воді з гранично допустимою (ГДК), на підставі чого робиться висновок про їхню небезпечність для нормального розвитку й функціонування водної біоти. Проте не всі співіснуючі форми металів становлять небезпеку для гідробіонтів, що мешкають у водному середовищі. У разі оцінки їхньої ролі важливо спиратися на результати визначення потенційно токсичних і біодоступних форм, що було зазначено вище, і саме їхню концентрацію порівнювати з ГДК для того чи іншого металу. Безперечно, дослідження співіснуючих форм металів у природних водах як багатокомпонентних і складних хіміко-біологічних системах вимагає комплексного підходу та застосування сучасних методів розділення й аналітичного їх детектування, що не завжди співпадає з можливостями лабораторій, які задіяні у проведенні моніторингових досліджень.

Останнім часом кількість публікацій, присвячених дослідженню частки лабільної фракції металів у поверхневих водних об’єктах, невпинно зростає,

оскільки саме ця фракція найбільшою мірою визначає їхню потенційну біодоступність для водних організмів.

Метою нашої роботи стало узагальнення результатів багаторічних досліджень частки лабільної фракції розчинених металів у поверхневих водних об'єктах, що відрізняються гідрологічними умовами їхнього функціонування та хімічним складом води, передусім, його органічною складовою, оскільки саме вона значною мірою впливає на стан металів у природному водному середовищі.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктами досліджень у різні роки були водосховища Дніпровського каскаду, Кілійська дельта р. Дунай, річки басейну р. Прип'ять, а також Десна (гирло), Тетерів, Самара, Гірський Тікич, озерні і ставкові системи м. Києва, зокрема озера Тельбін, Вербне, системи Опечень, Китаївські ставки. Проби води (0,5 або 1,0 дм³) відбирали в поліетиленові ємкості з поверхневого (~ 0,5 м) та придонного (~ 0,5 м від поверхні дна) горизонтів, використовуючи різні батометри (Молчанова, Руттнера, батометр-пляшка) залежно від типу водних об'єктів і умов проведення експедицій. Після відбору проб їх у максимально стислі терміни пропускали через мембранні фільтри Synpro (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм. Аліквоту фільтратів (~ 150–200 см³) заморожували і доставляли в лабораторію для подальших досліджень або ж одразу після фільтрації вимірювали в них концентрацію металів. Метали, вміст яких визначений у фільтратах води без попередньої пробопідготовки, відносять до лабільної фракції. Консервування проб води підкисленням на місці відбору неприпустиме, оскільки призводить до порушення рівноваги та дисоціації частини комплексних сполук, що унеможлиблює коректну оцінку частки лабільної фракції металів.

Загальну концентрацію розчинених у воді металів можна визначити лише після руйнування розчинених органічних речовин (POP), яке досягалось шляхом УФ-опромінення аліквот фільтратів (~ 30–50 см³) у кислому середовищі з додаванням 5–6 краплин 35%-ного розчину пероксиду водню. Для УФ-опромінення, що тривало 2,0–2,5 год., використовували лампу ДРТ-1000.

Концентрацію досліджуваних металів визначали за допомогою методик хемілюмінесцентного (Fe, Mn, Cu) і фотометричного (Al, Fe) аналізу та анодної інверсійної вольтамперометрії (Zn, Pb), що детально описані у відповідних статтях та методичних настановах [8–13].

Концентрацію гумусових речовин (ГР), вуглеводів та білкових сполук вимірювали після їхнього розділення на колонках з целюлозними іонітами ДЕАЕ і КМ (діетиламіноетилцелюлоза і карбоксиметилцелюлоза відповідно) за допомогою методик фотометричного аналізу [14–16].

Результати досліджень та їхнє обговорення.

Вміст розчинених металів у воді досліджуваних об'єктів з різною концентрацією ГР. Оскільки ГР відіграють першочергову роль у комплексоутворенні в поверхневих природних водах та істотно впливають на ступінь зв'язування металів у комплекси, водні об'єкти було розділено на дві групи – з масовою часткою ГР > 70% та 50–70% C_{орг}. У річкових водах басейну Прип'яті концентрація ГР, а відповідно і їхня частка у загальному балансі POP найбільша. Певною мірою це стосується верхніх водосховищ Дніпровського каскаду – Київського та Канівського, а в нижніх водосховищах, зокрема в Дніпровському та Каховському, вона істотно знижується, хоча й залишається домінуючою. Порівняно невисокими величинами концентрації ГР характеризуються річкові води (Кілійська дельта Дунаю, Тетерів, Самара, Гірський Тікич) та озерні й ставкові системи, що знаходяться в межах м. Києва. В цьому можна пересвідчитись, взявши до уваги результати раніше проведених досліджень компонентного складу POP у воді зазначених об'єктів [14, 17, 18].

Результати досліджень, що стосуються співвідношення концентрацій ГР та карбону органічних сполук ($C_{орг}$), наведено на рис. 1. Концентрацію $C_{орг}$ розраховували на підставі величин хімічного споживання кисню (ХСК, дихроматний метод). В озерних і ставкових системах м. Києва, що характеризуються високим рівнем евтрофування, помітну частку у загальний баланс РОР вносять вуглеводи як продукти метаболізму фітопланктону та вищої водної рослинності. Водночас, вони зв'язують йони металів у нейтральні комплексні сполуки, сприяючи їхньому знаходженню у водному середовищі в розчиненому стані. Безперечно, стійкість комплексних сполук металів з ГР й вуглеводами відрізняється, а це може впливати на частку лабільної фракції розчинених металів.

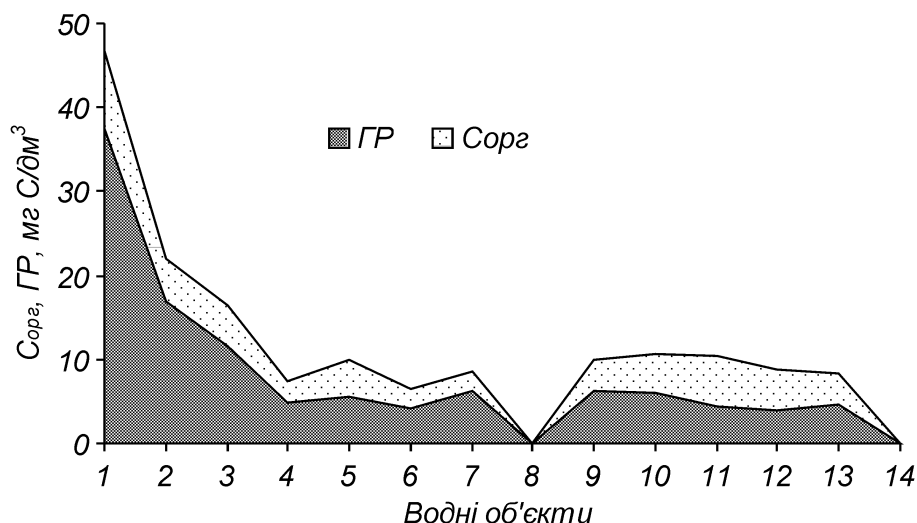


Рис. 1. Усереднені величини концентрації ГР і $C_{орг}$ у воді досліджуваних об'єктів. Тут і на рис. 2, 3, 5: 1 – річки басейну р. Прип'яті, 2–5 – Київське, Канівське, Дніпровське і Каховське водосховища, 6–9 – річки Дунай (Кілійська дельта), Десна (гурло), Тетерів і Гірський Тікич, 10 – Китаївські ставки, м. Київ, 11, 12 – озера Тельбін і Вербне, м. Київ, 13 – озера системи Опечень, м. Київ, 14 – р. Либідь, м. Київ

Нижче (таблиця) наведено концентрацію розчиненої форми досліджуваних нами металів у водних об'єктах з різним вмістом ГР. Можна помітити, що для деяких металів зростання концентрації ГР у воді неминуче супроводжується збільшенням їхнього вмісту в розчиненому стані. Це стосується, передусім, алюмінію, феруму і мангану. Перші два метали утворюють стійкі комплекси з ГР, внаслідок чого зростає концентрація їхньої розчинної форми як в абсолютному, так і відносному вимірі. Це позначається меншою мірою на концентрації мангану, який не так активно зв'язується в комплекси з РОР поверхневих природних вод. Тим не менше, у високо кольорових водах річок басейну Прип'яті вміст $Mn(II)$ у воді тісно корелює з концентрацією ГР, що є наслідком зв'язування йонів Mn^{2+} цими природними органічними лігандами. Переважання комплексних сполук з ГР характерне і для інших металів, однак не завжди можна помітити зростання їхньої концентрації у воді зі збільшенням вмісту цієї групи РОР. Доволі високі концентрації феруму і мангану у воді озерних систем м. Києва зумовлені дещо іншими причинами, зокрема дефіцитом розчиненого кисню, що виникає у придонних шарах води через його витрати на окиснення органічних речовин, головним чином легкоокиснюваних, до яких відносяться вуглеводи та білкові сполуки.

Масова частка лабільної фракції досліджуваних металів та чинники, що на неї впливають. Концентрація лабільної фракції розчинених металів у природних

поверхневих водах, а також її масова частка залежать від низки чинників, передусім, від методів її детектування, вмісту та компонентного складу POP, що беруть участь у комплексоутворенні, стійкості комплексних сполук з різними групами POP та хімічної природи органічних сполук.

Таблиця. Концентрація розчиненої форми досліджуваних металів у водних об'єктах з різною масовою часткою ГР

Об'єкти дослідження	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb
	мкг/дм ³					
<i>Водні об'єкти з масовою часткою ГР > 70% C_{орг}</i>						
Річки басейну Прип'яті	<u>17,2–580</u> 48,7	<u>33–1306</u> 231	<u>14,2–150</u> 56,7	×	<u>4,3–17,0</u> 10,4	×
Київське водосховище	<u>11,3–153</u> 44,8	<u>192–846</u> 475	<u>8,7–120</u> 75,5	<u>9,7–48,6</u> 32,8	<u>14,5–25,0</u> 17,7	<u>1,3–5,9</u> 2,9
Канівське водосховище	<u>7,0–127</u> 43,1	<u>20–678</u> 227	<u>14,8–450</u> 86,4	<u>6,8–43,5</u> 21,7	<u>17,2–32,5</u> 22,8	<u>1,9–7,5</u> 2,8
р. Десна (гирло)	<u>5,2–128</u> 44,1	<u>45–191</u> 103	<u>16,1–58,5</u> 39,8	<u>12,5–54,0</u> 19,5	<u>8,9–55,3</u> 22,0	<u>0,7–7,6</u> 4,3
<i>Водні об'єкти з масовою часткою ГР 50–70% C_{орг}</i>						
Запорізьке водосховище	<u>6,5–67</u> 30,4	×	<u>5,2–140</u> 51,0	<u>19,4–130</u> 57,2	<u>19,4–32,6</u> 23,9	<u>1,6–4,8</u> 2,9
Кілійська дельта Дунаю	<u>3,3–95,3</u> 45,5	<u>35–80,3</u> 60,5	<u>4,5–168</u> 26,5	<u>5,4–92,4</u> 25,2	<u>5,5–48,4</u> 15,3	<u>0,8–28,6</u> 4,7
р. Тетерів	<u>5,7–122</u> 46,2	<u>2,2–262</u> 134,3	×	×	<u>7,6–17,2</u> 10,8	×
р. Самара (гирло)	<u>3,5–57,8</u> 28,0	×	×	×	×	×
р. Гірський Тікич, с. Чорна Кам'янка	<u>6,5–122</u> 46,1	<u>8,7–407</u> 116,4	×	×	<u>5,1–58</u> 23,0	×
р. Либідь, м. Київ	<u>19–105</u> 39,2	<u>97,0–308</u> 151	<u>17,2–188</u> 115	<u>22,6–81</u> 47,8	<u>7,0–82,5</u> 35,6	<u>33,7–1081</u> 59,6
оз. Тельбін, м. Київ	<u>3,2–52,1</u> 21,0	<u>98,9–325</u> 142	<u>34,5–2005</u> 504	<u>21,6–88</u> 52,5	<u>7,6–47,4</u> 23,5	<u>0,3–16,3</u> 3,6
оз. Вербне, м. Київ	<u>13,9–133</u> 42,3	<u>16,9–808</u> 188	<u>5,0–860</u> 167	<u>7,8–107</u> 29,5	<u>21,4–36,5</u> 28,0	<u>0,2–4,2</u> 1,5
Озера системи Опечень, м. Київ	<u>2,2–69,0</u> 19,2	<u>50,0–625</u> 144	<u>31,8–870</u> 263	<u>20,6–142</u> 62,4	<u>1,5–65,9</u> 18,0	<u>3,3–49,0</u> 15,8
Китаївські ставки, м. Київ	<u>3,8–35</u> 15,2	<u>7–187</u> 68	<u>32,5–900</u> 204	×	<u>4,3–16,1</u> 7,9	×

Примітка. Над ризикою – граничні, під ризикою – усереднені величини концентрації.

З багаточисельних аналітичних методів визначення концентрації металів у природних поверхневих водах для прямого детектування лабільної фракції придатні лише деякі з них. Серед них каталітичні, зокрема хемілюмінесцентні методи, анодна й катодна інверсійна вольтамперометрія, диференційна імпульсна полярографія тощо. Зазначені методи характеризуються високою чутливістю (10^{-8} – 10^{-10} моль/дм³), що дозволяє уникати необхідності концентрування проб води та проводити прямий аналіз, і селективністю. Згадані методи придатні для визначення концентрації тієї частини розчиненого металу, яка знаходиться у воді у вигляді так

званих вільних (гідратованих) йонів або неорганічних комплексів, у тому числі гідросокомплексів. Концентрація зазначених форм розчиненого металу, зазвичай, невисока, особливо у водоймах і річках з високим вмістом POP. Такі методи аналізу, як мас-спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) і атомно-абсорбційна спектроскопія з електротермічною атомізацією (ETAAS), дають можливість вимірювати загальну концентрацію металів у воді, визначити їхню лабільну фракцію можна лише після її попереднього відокремлення, для якого найчастіше використовують різні іонообмінні смоли.

Нижче (рис. 2) наведено результати досліджень частки лабільної фракції розчинених мангану і купруму ($Mn_{розч}$ і $Cu_{розч}$) у воді досліджуваних об'єктів. Для її визначення використовувались методики хемілюмінесцентного аналізу [9, 10]. Можна пересвідчитись, що частка лабільної фракції мангану змінюється в середньому від 40 до 84% $Mn_{розч}$. Максимальні ж значення досягають 90–98% $Mn_{розч}$. Це свідчення того, що $Mn(II)$, на відміну від більшості інших металів, не активно вступає в реакції комплексоутворення у природних поверхневих водах, за винятком тих водних об'єктів, що характеризуються високим вмістом ГР. До таких належать річки басейну Прип'яті, Київське водосховище, де ступінь зв'язування йонів Mn^{2+} в комплекси досягає в середньому 60%. Частка лабільної фракції купруму значно менша і становить у середньому 15–28% $Cu_{розч}$. У більшості поверхневих водних об'єктів ступінь зв'язування йонів Cu^{2+} в комплекси, зазвичай, високий, оскільки $Cu(II)$ активно вступає в реакції комплексоутворення, що відбуваються у природному водному середовищі, передусім з ГР. Лише у водних об'єктах м. Києва частка лабільної фракції купруму виявилась дещо більшою, що пояснюється нижчою концентрацією ГР.

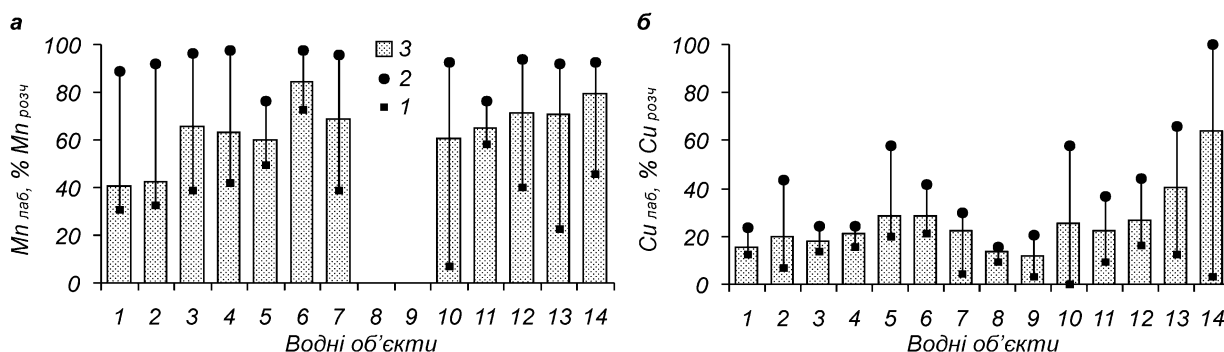


Рис. 2. Масова частка лабільної фракції $Mn(II)$ і $Cu(II)$ у воді досліджуваних водних об'єктів. Тут і на рис. 3–6: 1, 2 – граничні, 3 – усереднені величини

Концентрацію лабільної фракції $Al_{розч}$ і $Fe_{розч}$ визначали безпосередньо у фільтратах природної води за допомогою методик фотометричного аналізу [11, 12]. Незважаючи на те, що обидва метали активно зв'язуються в комплекси з ГР, частка лабільної фракції як $Al_{розч}$, так і $Fe_{розч}$ виявилась доволі високою (рис. 3), що важко пояснити з хімічної точки зору. Можна лише зазначити, що за своєю стійкістю комплекси обох металів у поверхневих природних водах істотно відрізняються. У зв'язку з цим не слід нехтувати тим, що і алюміній, і ферум можуть вилучатися зі складу комплексних сполук невисокої стійкості та зв'язуватись в комплекси з хромазуолом S і о-фенантроліном, що використовуються як фотометричні реагенти для визначення $Al(III)$ і $Fe(II)$ [11, 12]. Для $Al(III)$ цей факт був підтверджений отриманими раніше результатами досліджень. Виявилось, що частина $Al(III)$ визначалась зазначеним методом у складі фракцій ГР, отриманих за допомогою гель-хроматографії, до їхньої фотохімічної деструкції [19]. За рахунок цього частка лабільної фракції зазначених

металів може зростати та не відповідати істинному значенню, що характерне для нативної води з того чи іншого об'єкта. Це підтверджується відповідними результатами вимірювання концентрації лабільної фракції $Fe_{розч}$, що були отримані за допомогою хемілюмінесцентного й фотометричного методів аналізу (рис. 4).

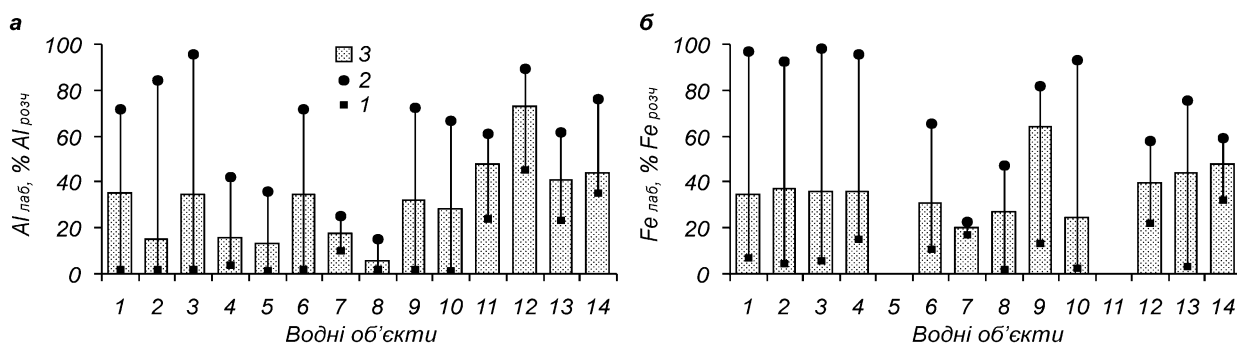


Рис. 3. Масова частка лабільної фракції Al(III) і Fe(III) у воді досліджуваних водних об'єктів

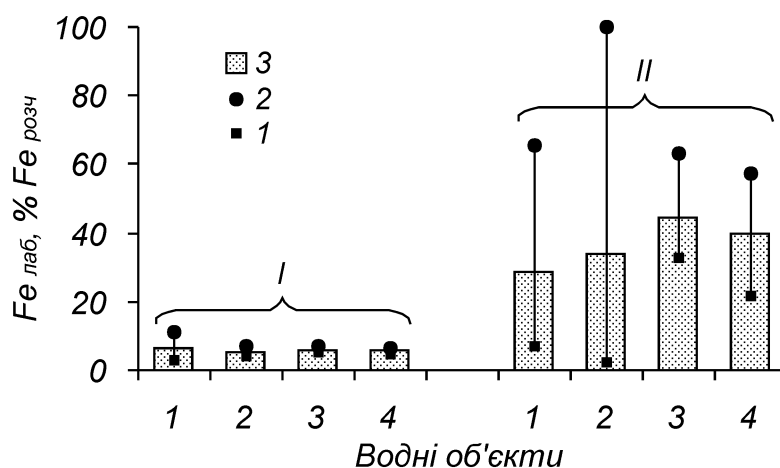


Рис. 4. Масова частка лабільної фракції феруму у воді деяких водних об'єктів залежно від методу її детектування: I – хемілюмінесцентний метод, II – фотометричний метод. 1, 2 – Київське і Канівське водосховища, 3, 4 – озера Тельбін і Вербне (м. Київ)

Виявилось, що частка лабільної фракції феруму при хемілюмінесцентному її визначенні не перевищувала в середньому 6–8% $Fe_{розч}$, причому це характерно для різних водних об'єктів [20]. За результатами фотометричного визначення частка цієї фракції у декілька разів вища.

Істотно відрізняється частка лабільної фракції для розчинних цинку і плюмбуму (рис. 5), що було встановлено за допомогою методу анодної інверсійної вольтамперометрії [13]. Для $Pb_{розч}$ характерний високий ступінь зв'язування в комплекси з природними органічними лігандами, тому частка лабільної фракції, зазвичай, низька. Для $Zn_{розч}$ вона виявилась дещо більшою і становить у середньому 18–30%. Лише у воді озер системи Опечень і р. Либідь частка лабільної фракції обох металів була найбільшою, що зумовлено, вірогідно, впливом антропогенного чинника. Це стосується, передусім, р. Либідь, для якої характерний високий ступінь антропогенного забруднення.

У поверхневих водах компонентний склад POP протягом року зазнає сезонних та просторових змін. Влітку та восени абсолютний і відносний вміст вуглеводів і

білкових речовин зростає, а тому і частка металів у складі комплексів з цими РОР збільшується. Зазвичай, ГР відносять до сполук, які відносно біологічно і хімічно стійкіші, ніж вуглеводи і білкові речовини. Тому метали, які зв'язані останніми в комплексні сполуки, по-перше можуть бути більш лабільними, а по-друге більш біодоступними для гідробіонтів за рахунок їхнього активного споживання ними та деструкції. На прикладі двох металів Al і Fe нами показано зростання частки лабільної фракції цих металів у водних об'єктах з різним вмістом ГР, яке спостерігалось переважно влітку і восени (рис. 6).

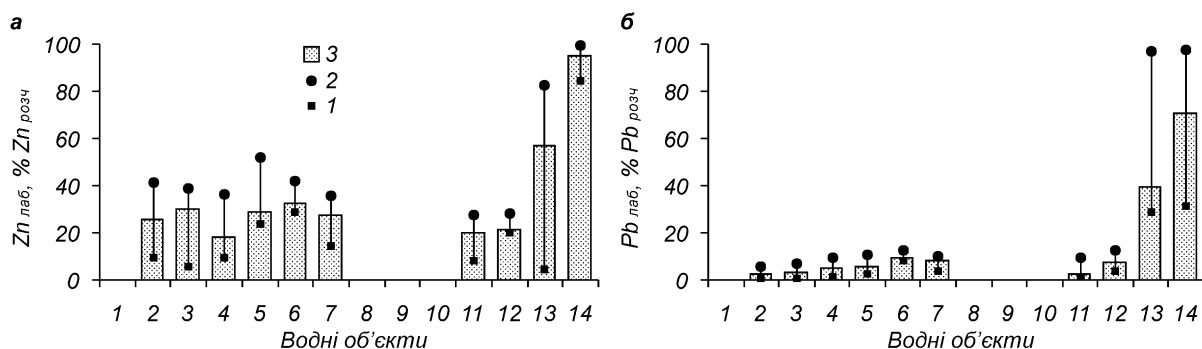


Рис. 5. Масова частка лабільної фракції Zn(II) і Pb(II) у воді досліджуваних водних об'єктів

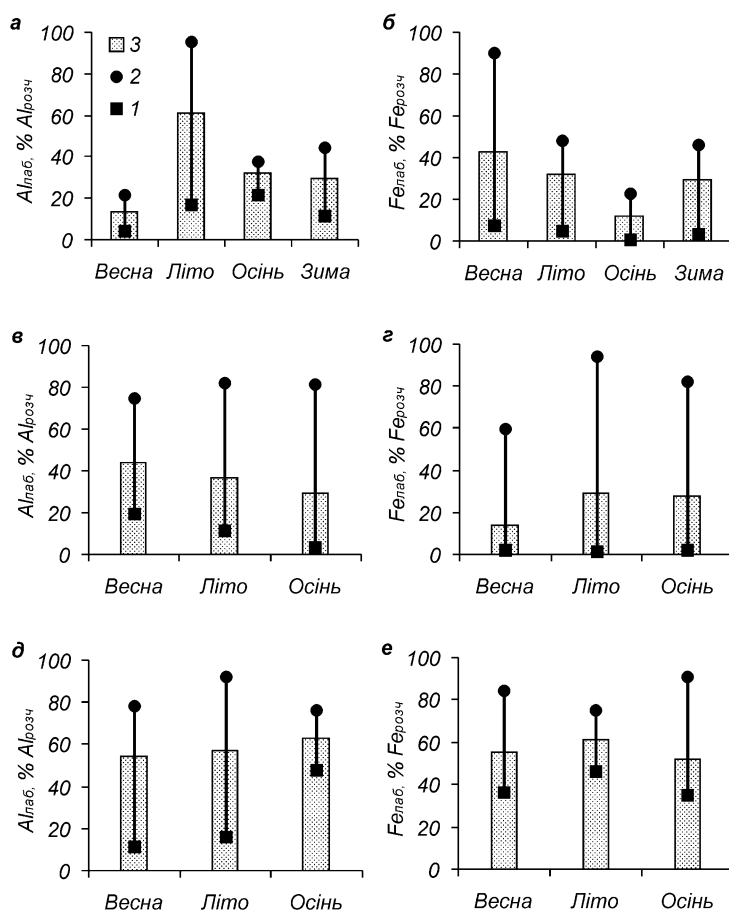


Рис. 6. Сезонні зміни масової частки лабільної фракції алюмінію і феруму у воді Канівського водосховища (а, б), озер системи Опечень (в, г) і р. Либідь (д, е)

Для р. Либідь, яка зазнає значного антропогенного навантаження [21], сезонних змін вмісту лабільної фракції металів не було виявлено. На нашу думку, це пов'язано з домінуванням антропогенних чинників над природними у формуванні гідрохімічного режиму цієї річки. Водночас, вміст лабільної фракції металів зазнає не лише сезонних змін, але й за глибиною водойм. Це стосується, передусім, водних об'єктів з уповільненим водообміном, для яких характерне формування у придонних ділянках дефіциту розчиненого кисню. За таких умов у водоймі відбувається вторинне забруднення водного середовища РОР біогенними елементами і сполуками деяких металів внаслідок їхнього надходження з донних відкладів. За результатами досліджень оз. Вербного встановлено, що максимальні значення концентрації лабільної фракції Al, Fe і Mn спостерігаються найчастіше саме влітку у придонному шарі води (рис. 7). За анаеробних умов, які формуються в озері з весни до пізньої осені, зростає не лише абсолютний, але й відносний вміст лабільних Fe і Mn. Це пов'язано з їхнім надходженням з донних відкладів переважно у вигляді гідроксокомплексів і комплексів з неорганічними лігандами. Отже, у водних об'єктах з дефіцитом розчиненого кисню слід очікувати не лише сезонних, але й просторових змін вмісту лабільної фракції металів.

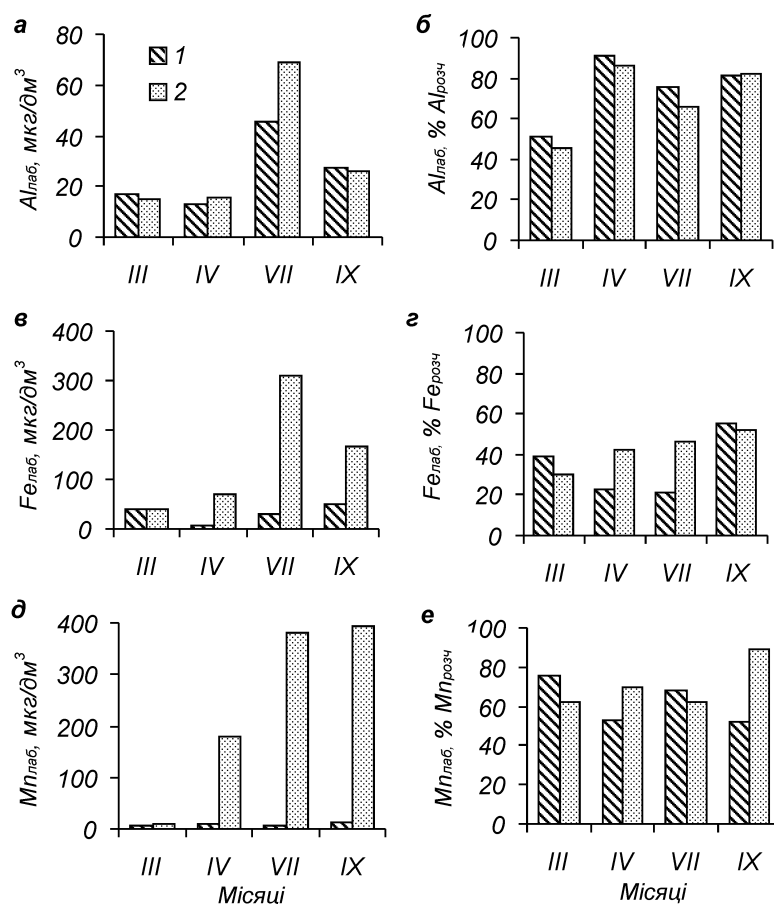


Рис. 7. Середні значення абсолютного (а, в, д) і відносного вмісту (б, г, е) лабільного Al, Fe і Mn у воді поверхневого (1) і придонного (2) шару оз. Вербного протягом 2017 р.

Висновки. Дослідження лабільної фракції металів у поверхневих водах набуває все більшої актуальності з екологічних позицій, оскільки саме вона визначає їхню біологічну активність та доступність для гідробіонтів. Серед наявних аналітичних методів прямого визначення концентрації лабільної фракції металів у природних водах

заслужують на увагу методи інверсійної вольтамперометрії і хемілюмінесцентного аналізу, що характеризуються високою чутливістю та селективністю. Використання фотометричних методів для прямого детектування зазначеної фракції металів призводить до отримання завищених результатів, що зумовлено вилученням певної кількості металу зі складу слабостійких комплексних сполук за участю фотометричного реагента. У досліджуваних водних об'єктах України частка лабільної фракції металів зростає зі зниженням вмісту ГР у воді. В сезонному аспекті збільшення вмісту зазначеної фракції спостерігається, передусім, влітку та восени. У водних об'єктах, які зазнають значного антропогенного впливу, таких сезонних змін не спостерігається. Просторові зміни вмісту лабільної фракції металів за вертикаллю характерні для водних об'єктів, в яких формуються анаеробні умови. За рахунок вторинного забруднення водного середовища вміст лабільної фракції металів, зокрема Al, Fe і Mn, у придонному горизонті води завжди більший, ніж у поверхневому.

Список літератури

1. *Линник П.Н., Набиванец Б.И.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 271 с.
2. *Osadchyy V., Nabyvanets B., Linnik P., Osadcha N., Nabyvanets Yu.* Processes determining surface water chemistry. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 270 p.
3. *De Paiva Magalhães D., da Costa Marques M.R., Baptista D.F., Buss D.F.* Metal bioavailability and toxicity in freshwaters // *Environ. Chem. Lett*, 2015. Vol. 13, N 1. P. 69–87.
4. *Dragun Z., Raspor B., Roje V.* The labile metal concentrations in Sava River water assessed by diffusive gradients in thin films. *Chemical Speciation and Bioavailability*, 2008. Vol. 20, N 1. P. 33–46.
5. *Peakall D., Burger J.* Methodologies for assessing exposure to metals: speciation, bioavailability of metals, and ecological host factors. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 2003. Vol. 56. P. 110–121.
6. *Cleven R., Nur Y., Krystek P., van den Berg G.* Monitoring metal speciation in the rivers Meuse and Rhine using DGT. *Water, Air, Soil. Pollut.*, 2005. Vol. 165. P. 249–263.
7. *Campbell P.G.C.* Interactions between trace metals and aquatic organisms: a critique of the free-ion activity model. *Metal speciation and bioavailability in aquatic systems* / A.Tessier, D.R. Turner, Eds. IUPAC. New York: John Wiley and Sons Ltd, 1995. P. 45–102.
8. *Пилипенко А.Т., Терлецкая А.В., Богословская Т.А.* Определение микроколичеств железа в водах хемілюмінесцентным методом. *Журн. аналит. химии*, 1986. Т. 41. С. 498–499.
9. *Набиванец Б.И., Линник П.Н., Калабина Л.В.* Кинетические методы анализа природных вод. Киев: Наук. думка, 1981. 140 с.
10. *Linnik P.N.* Complexation as the most important factor in the fate and transport of heavy metals in the Dnieper water bodies. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2003. Vol. 376, N 3. P. 405–412.
11. *Аналитична хімія поверхневих вод* / Б.И. Набиванец та ін. К.: Наукова думка, 2007. 456 с.
12. *Савранский Л.И., Наджафова О.Ю.* Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуолом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ. *Журн. аналит. химии*, 1992. Т. 47. С. 1613–1617.
13. *Линник П.Н., Набиванец Ю.Б.* Применение метода инверсионной вольтамперометрии для определения свободных и связанных в комплексы ионов цинка и свинца в природных водах. *Гидробиол. журн.*, 1988. Т. 24, № 1. С. 68–71.
14. *Linnik P.N., Ivanechko Ya.S., Linnik R.P., Zhezherya V.A.* Humic substances in surface waters of the Ukraine. *Russian Journal of General Chemistry*, 2013. Vol. 83, N 13. P. 2715–2730.
15. *Дебейко Е.В., Рябов А.К., Набиванец Б.И.* Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах. *Гидробиол. журн.*, 1973. Т. 9, № 6. С. 109–113.
16. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши* / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
17. *Linnik P.N., Ivanechko Ya.S.* Dissolved carbohydrates in the surface water bodies of Ukraine. *Hydrobiol. J.*, 2014. Vol. 50, N 6. P. 87–107.
18. *Linnik P.N., Ivanechko Ya.S.* Dissolved protein-like substances in surface water bodies of various types. *Hydrobiol. J.*, 2015. Vol. 51, N 2. P. 85–104.
19. *Линник П.Н., Жежеря В.А., Линник Р.П.* О некоторых особенностях комплексообразования Al(III) с гумусовыми веществами. *Методы и объекты химического анализа*, 2009. Т. 4, № 1. С. 73–84.
20. *Линник Р.П., Запорожец О.А.* Сравнительная оценка расчетных и экспериментальных данных о сосуществующих формах железа, кобальта и никеля в пресных поверхностных водах. *Экологическая химия*, 2003. Т. 12, № 2. С. 79–92.
21. *Жежеря В.А., Линник П.М., Жежеря Т.П.* Особливості міграції й

трансформації біогенних речовин і сполук металів у воді р. Либідь (м. Київ). Наукові праці УкрНДГМІ, 2014. Вип. 266. С. 45–57.

References

1. Linnik P.N., Nabivanec B.I. Formy migracii metallov v presnyh poverhnostnyh vodah. L.: Gidrometeoizdat, 1986. 271 s.
2. Osadchyy V., Nabyvanets B., Linnik P., Osadcha N., Nabyvanets Yu. Processes determining surface water chemistry. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 270 p.
3. De Paiva Magalhães D., da Costa Marques M.R., Baptista D.F., Buss D.F. Metal bioavailability and toxicity in freshwaters // Environ. Chem. Lett, 2015. Vol. 13, N 1. P. 69–87.
4. Dragun Z., Raspor B., Roje V. The labile metal concentrations in Sava River water assessed by diffusive gradients in thin films. Chemical Speciation and Bioavailability, 2008. Vol. 20, N 1. P. 33–46.
5. Peakall D., Burger J. Methodologies for assessing exposure to metals: speciation, bioavailability of metals, and ecological host factors. Ecotoxicol. Environ. Safety, 2003. Vol. 56. P. 110–121.
6. Cleven R., Nur Y., Krystek P., van den Berg G. Monitoring metal speciation in the rivers Meuse and Rhine using DGT. Water, Air, Soil. Pollut., 2005. Vol. 165. P. 249–263.
7. Campbell P.G.C. Interactions between trace metals and aquatic organisms: a critique of the free-ion activity model. Metal speciation and bioavailability in aquatic systems / A. Tessier, D.R. Turner, Eds. IUPAC. New York: John Wiley and Sons Ltd, 1995. P. 45–102.
8. Pilipenko A.T., Terleckaja A.V., Bogoslovskaja T.A. Opredelenie mikrokolichestv zheleza v vodah hemiljuminescentnym metodom. Zhurn. analit. himii, 1986. T. 41. S. 498–499.
9. Nabivanec B.I., Linnik P.N., Kalabina L.V. Kineticheskie metody analiza prirodnyh vod. Kiev: Nauk. dumka, 1981. 140 s.
10. Linnik P.N. Complexation as the most important factor in the fate and transport of heavy metals in the Dnieper water bodies. Anal. Bioanal. Chem., 2003. Vol. 376, N 3. P. 405–412.
11. Analitichna khimiiia poverkhnevyykh vod / B.J. Nabyvanets' ta in. K.: Naukova dumka, 2007. 456 s.
12. Savranskij L.I., Nadzhafova O.Ju. Spektrofotometricheskoe issledovanie kompleksobrazovaniya Cu, Fe i Al s hromazurolokom S v prisutstvii smesi kationnogo i neionogennogo PAV. Zhurn. analit. himii, 1992. T. 47. S. 1613–1617.
13. Linnik P.N., Nabivanec Ju.B. Primenenie metoda inversionnoj vol'tamperometrii dlja opredeleniya svobodnyh i svyazannyh v kompleksoobrazovaniya ionov cinka i svinca v prirodnyh vodah. Gidrobiol. zhurn., 1988. T. 24, № 1. S. 68–71.
14. Linnik P.N., Ivanechko Ya.S., Linnik R.P., Zhezherya V.A. Humic substances in surface waters of the Ukraine. Russian Journal of General Chemistry, 2013. Vol. 83, N 13. P. 2715–2730.
15. Debejko E.V., Rjabov A.K., Nabivanec B.I. Prjamoje fotometricheskoe opredelenie rastvorimyykh belkov v prirodnyh vodah. Gidrobiol. zhurn., 1973. T. 9, № 6. S. 109–113.
16. Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi / Pod red. A.D. Semenova. L.: Gidrometeoizdat, 1977. 542 s.
17. Linnik P.N., Ivanechko Ya.S. Dissolved carbohydrates in the surface water bodies of Ukraine. Hydrobiol. J., 2014. Vol. 50, N 6. P. 87–107.
18. Linnik P.N., Ivanechko Ya.S. Dissolved protein-like substances in surface water bodies of various types. Hydrobiol. J., 2015. Vol. 51, N 2. P. 85–104.
19. Linnik P.N., Zhezherja V.A., Linnik R.P. O nekotoryh osobennostyah kompleksobrazovaniya Al(III) s gumusovymi veshhestvami. Metody i ob#ekty himicheskogo analiza, 2009. T. 4, № 1. S. 73–84.
20. Linnik R.P., Zaporozhec O.A. Sravnitel'naja ocenka raschetnyh i jeksperimental'nyh dannyh o sosushhestvujushhih formah zheleza, kobal'ta i nikelja v presnyh poverhnostnyh vodah. Jekologicheskaja himija, 2003. T. 12, № 2. S. 79–92.
21. Zhezheria V.A., Lynnyk P.M., Zhezheria T.P. Osoblyvosti mihratsii j transformatsii biohennykh rehovyn i spoluk metaliv u vodi r. Lybid' (m. Kyiv). Naukovi pratsi UkrNDHMI, 2014. Vyp. 266. S. 45–57.

Лабільна фракція металів у різнотипних водних об'єктах України залежно від вмісту і компонентного складу розчинених органічних речовин та її біологічна роль

Жежеря В.А., Линник П.М., Линник Р.П.

Розглянуто результати досліджень вмісту лабільної фракції розчинених Al, Fe, Cu, Mn, Zn і Pb у різнотипних водних об'єктах України. Встановлено зростання масової частки лабільної фракції зазначених металів у воді зі зниженням концентрації гумусових речовин. Виявлено вплив сезонних змін компонентного складу розчинених органічних речовин на її вміст. Максимальні значення лабільної фракції металів характерні, зазвичай, для літньо-осінньої пори року. У забруднених водних об'єктах подібних сезонних змін не виявлено. У водоймах з дефіцитом розчиненого кисню у придонному шарі води масова частка лабільної фракції металів, зокрема Al, Fe і Mn, значно більша, ніж у поверхневому. Обговорюється можливість використання різних аналітичних методів для дослідження лабільної фракції металів. Рекомендовано використання методів інверсійної вольтамперометрії і хемілюмінесцентного аналізу для отримання коректних

результатів. За неможливості застосування цих методів необхідне вилучення лабільної фракції з природної води з подальшим її детектуванням за допомогою інших методів аналізу.

Ключові слова: лабільна фракція; метали; розчинені органічні речовини; гумусові речовини; вуглеводи; білкові сполуки; поверхневі води.

Лабильная фракция металлов в разнотипных водных объектах Украины в зависимости от содержания и компонентного состава растворенных органических веществ и ее биологическая роль

Жежеря В.А., Линник П.Н., Линник Р.П.

Рассмотрены результаты исследований содержания лабильной фракции растворенных Al, Fe, Cu, Mn, Zn и Pb в разнотипных водных объектах Украины. Установлено рост массовой доли лабильной фракции указанных металлов в воде со снижением концентрации гумусовых веществ. Выявлено влияние сезонных изменений компонентного состава растворенных органических веществ на ее содержание. Максимальные значения лабильной фракции металлов характерны, как правило, для летне-осеннего периода года. В загрязненных водных объектах подобных сезонных изменений не выявлено. В водоемах с дефицитом растворенного кислорода в придонном слое воды массовая доля лабильной фракции металлов, в частности Al, Fe и Mn, существенно превышает таковую в поверхностном горизонте. Обсуждается возможность использования различных аналитических методов для исследования лабильной фракции металлов. Рекомендовано использование методов инверсионной вольтамперометрии и хемилюминесцентного анализа для получения корректных результатов. В случае невозможности применения этих методов необходимо извлечение лабильной фракции из природной воды с дальнейшим ее детектированием с помощью других методов анализа.

Ключевые слова: лабильная фракция; металлы; растворенные органические вещества; гумусовые вещества; углеводы; белковые соединения; поверхностные воды.

The labile fraction of metals in various types of water bodies in Ukraine, depending on the concentration and component composition of dissolved organic substances and its biological role

Zhezherya V.A., Linnik P.N., Linnik R.P.

There were considered the results of study of the labile fraction of dissolved Al, Fe, Cu, Mn, Zn and Pb in Ukrainian water bodies of different types. It was established that the share of the labile fraction of these metals increases in water when the concentration of humic substances decreases. The influence of seasonal changes in the composition of dissolved organic substances on the labile fraction content was revealed. The maximum values of the labile fraction of metals were typical, as a rule, for summer and autumn. In the contaminated water bodies such seasonal changes were not revealed. In water bodies with deficiency of dissolved oxygen in the bottom layer the share of labile fraction of metals, in particular Al, Fe and Mn, were significantly bigger than in the surface layer. The possibility of using different analytical methods to study the labile fraction of metals was discussed. It was recommended to use methods of inversion voltammetry and chemiluminescence analysis to obtain correct results. If these methods can not be used, you should extract the labile fraction from the water with further detection by other analytical methods.

Keywords: labile fraction; metals; dissolved organic substances; humic substances; carbohydrates; protein compounds; surface waters.

Надійшла до редколегії 03.05.2018

УДК 551.466.66

Анахов П. В.

ДП "НЕК "Укренерго", м. Київ

РУХ ВУЗЛОВОЇ ЛІНІЇ ЗАТУХАЮЧИХ ПРИБЕРЕЖНИХ СЕЙШ

Ключові слова: зсув вузлової лінії; напівзамкнутий басейн; прибережні сейші; сейшова течія; циркуляція течії.

Вступ. Водоймам властиві коливання стоячих хвиль (сейш), довжина λ і період T яких є функціями морфометричних характеристик басейну, зокрема довжини L і глибини D басейну. Звертає на себе увагу розподіл водойм на замкнуті (озера) і напівзамкнуті (бухти). Основною відмінною рисою є чверть-періодна різниця між довжинами їх хвиль, причому нижчою модою напівзамкнутого басейну є нульова, чверть періоду якої укладається в довжину водойми. Судячи з цього, вузлова лінія повинна перетинати гирло бухти [1].

Проте, повідомляється про формування вузла прибережних сейш поза межами бухти, у відкритому морі [1, 2], як це показано на рис. 1.

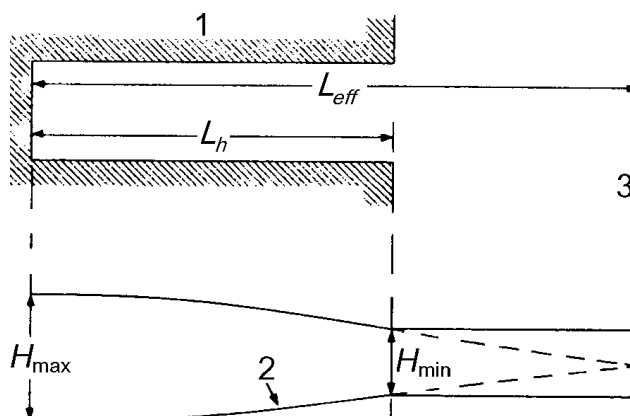


Рис. 1. Нульова мода сейш у напівзамкнутому басейні: 1 – план бухти, де L_h , L_{eff} – фізична і ефективна довжини бухти, відповідно; 2 – профіль хвилі, де H_{max} , H_{min} – максимальна і мінімальна висоти хвилі в бухті, відповідно; 3 – вузлова лінія [2]

Ефективна довжина напівзамкнутої акваторії є функцією швидкості поширення сейш і їх періоду. Вона розраховується за формулою [2]:

$$L_{eff} = V_w \frac{T}{4}. \quad (1)$$

Мінімальна висота хвилі в залежності від максимальної [2]:

$$H_{min} = H_{max} \cos\left(\frac{2\pi L_h}{V_w T}\right). \quad (2)$$

Горизонтальна швидкість поширення довгоперіодних стоячих хвиль розраховується за формулою [1-6]:

$$V_w = \sqrt{gD}, \quad D \ll \lambda, \quad (3)$$

де $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Повідомляється про приріст періоду сейшових хвиль, зумовлений їх затуханням [7].

Метою статті є дослідження можливих змін ефективної довжини напівзамкнутого водного басейну, зумовлених затуханням сейш, і визначення наслідків цього явища.

Автор не має інформації щодо досліджень описаного феномену.

Методика. Виходячи з положення про залежність ефективної довжини водойми від періодів затухаючих сейшових хвиль (див. формулу (1)), розглядатимемо зміни у водному середовищі (амплітуда A і період T коливань; ефективна довжина бухти L_{eff}) в інтервалі часу коливань t . Для цього визначимо характерні миттєвості – час початку коливань t_0 ; час релаксації коливань t_d ; деякий час завершення коливань t_r .

За час релаксації коливань t_d висота хвилі H зменшується в e разів від початкової H_0 [8]:

$$H_d = \exp(-1)H_0. \quad (4)$$

За час завершення коливань приймемо час реверберації, за який інтенсивність коливань зменшується в 10^6 разів, а рівень – на 60 дБ [9]:

$$H_r = 10^{-6} H_0. \quad (5)$$

На кінець інтервалу релаксації t_d період коливань T_d становитиме [8]:

$$T_d = \frac{2\pi}{\sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 - \beta^2}}, \quad (6)$$

де T_0 – початковий період коливань нульової моди; β – коефіцієнт затухання.

Оцінимо приріст періоду сейш функцією виду [7]:

$$T_t = T_0 \exp(k_T t), \quad (7)$$

де T_t – період коливань в довільний момент часу; $k_T = \beta \ln(T_d/T_0)$ – коефіцієнт періоду затухаючих сейш.

Тоді формула (1) перепишеться наступним чином:

$$L_{eff_t} = V_w \frac{T_t}{4}. \quad (8)$$

Остаточно, зміна ефективної довжини бухти за рахунок приросту періоду сейш на довільний момент часу t становитиме:

$$\Delta L_{eff}(T) = L_{eff_t} - L_{eff_0} \quad (9)$$

$\Delta L_{eff}(T)$ – зсув вузлової лінії за рахунок зростання періоду сейш.

Проте, поширення хвилі зі швидкістю V_w не є єдиною в системі горизонтальних рухів сейшових коливань. Т. Кравець у своїй теорії поширення сейш по річці [5] розглядає витрату води через живий переріз, як суму двох швидкостей – власне поширення хвилі V_w і течії річки V :

$$Q = (V_w + V)WA \quad (10)$$

де $A=H/2$; A – амплітуда коливань; W – ширина басейну.

Амплітуда хвиль у будь-який момент часу розраховується за формулою [1, 8]:

$$A_t = A_0 \exp(-\beta t) \cos(\omega t), \quad (11)$$

де $A_t=H/2$; A_0 – амплітуда на початку коливань $t=0$; $\omega=2\pi/T$ – кутова частота коливань.

В нашому випадку до руху хвиль у бік відкритого моря додаються властиві прибережними сейшам рухи води з бухти і назад [6, 10, 11].

На рис. 2 показано горизонтальні циркуляції води, які утворюються під дією вертикальних коливань (хвиль).

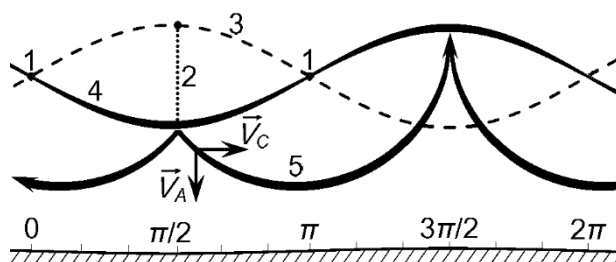


Рис. 2. Коливання стоячої хвилі на ділянці довжиною більше довжини хвилі 2π нестратифікованої водойми: 1, 2 – вузли і пучності, відповідно; 3 – амплітуда падаючої хвилі в момент часу $t=0$; 4 – амплітуда відбитої хвилі, без втрат, в момент часу $t=\pi$; 5 – напрямок течії безпосередньо перед досягненням хвилею максимуму в пучності ($t \rightarrow \pi$); \vec{V}_A , \vec{V}_C – вертикальна і горизонтальна складові коливань, відповідно (з [12], змінений)

Сейша з часовим інтервалом її півперіоду π змінює напрям коливань на протилежний.

Таким чином, до горизонтального переміщення хвилі додаються незалежні від нього циркуляції течії. Швидкість горизонтальних циркуляцій сейшової течії (коливального руху води на вузловій лінії) розраховується за формулою [1, 3, 4]:

$$V_C = A_t \sqrt{\frac{g}{D}} = A_0 \sqrt{\frac{g}{D}} \exp(-\beta t) \cos(\omega t). \quad (12)$$

Функцію пройденого стовпом води в околиці вузлової лінії шляху $L_C = V_C t$ складають відрізки одиночних прямих і зворотних коливань, як це показано на рис. 3.

Згідно умови (11), амплітуда хвилі протягом інтервалу часу $t=t_0 \div \pi$ падає, зменшуючись від максимуму позитивного значення до мінімуму негативного. Течія в цей час прямує в сторону відкритого моря, спочатку зростаючи до найбільшого свого значення, потім – спадаючи до нуля. Протягом наступного півперіоду $t=\pi \div 2\pi$

течія прямує в сторону берега. За рахунок згасання амплітуди хвилі течія згасає (див. формулу (12)); пройдений за цей час шлях зменшується по відношенню до попереднього згідно умови $LC=VCt$. Такі цикли згасаючих амплітуд/течія повторюються до повного згасання коливань. Оскільки функція амплітуди згасаючих хвиль несиметрична по відношенню до нульового рівня моря, вона стає причиною несиметричних по відношенню до вузлової лінії коливань згасаючої течії і, відповідно, зсуву вузлової лінії у відкрите море.

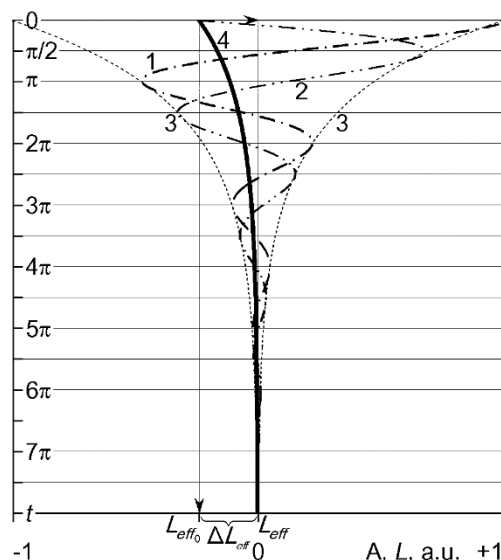


Рис 3. Рух вузлової лінії згасаючих прибережних сейш під дією горизонтальних циркуляцій води: 1 – амплітуда згасаючих коливань; 2 – варіації пройденого течією шляху в околицях вузлової лінії; 3 – огинаюча амплітуди і шляху; 4 – зсув вузлової лінії

Приріст ефективної довжини бухти на довільний момент часу t є результатом обчислення інтегралу від швидкості течії:

$$\Delta L_{eff,t}(V_C) = \int_{t_0}^{t_{res}} v_C(t) dt = k_A \exp(-\beta t) \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) + \Delta L_{eff}(V_C) \exp(-\beta t) \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right), \quad (13)$$

де k_A – коефіцієнт амплітуди згасаючих сейш; $\Delta L_{eff}(V_C)$ – зсув вузлової лінії за рахунок коливального руху (за рахунок циркуляції сейшової течії).

Сумарний зсув розраховується за формулою:

$$\Delta L_{eff}(T, V_C) = \Delta L_{eff}(T) + \Delta L_{eff}(V_C). \quad (14)$$

Область дослідження і дані. Розглянемо рух вузлової лінії згасаючих прибережних сейш на прикладі напівзамкнутого басейну, бухти порту Сьюдадела (Ciudadella), Іспанія. Довідкові дані водойми представлені в табл. 1.

Таблиця 1. Довідкові дані бухти порту Сьюдадела

Параметр	Значення
Довжина бухти L_h , м [1]	1 000,0
Середня глибина \bar{D} , м [1]	5,0
Період на початку коливань T_0 , с [1]	630
Коефіцієнт згасання β , s^{-1} [7]	$0,951 \times 10^{-3}$
Час релаксації t_d , с [7]	1 052

Результати числового аналізу. В табл. 2 зведені результати розрахунків щодо зсуву вузлової лінії затухаючих прибережних сейш.

Таблиця 2. Результати розрахунків щодо зсуву вузлової лінії затухаючих сейш в бухті порту Сьюдадела

Параметр	Значення
Горизонтальна швидкість руху хвилі V_w , за незмінної середньої глибини \bar{D} , м/с	7,0
Час реверберації t_r , с	14 533
Коефіцієнт зростання періоду k_T , од.	$2,74 \times 10^{-3}$
Коефіцієнт амплітуди затухаючих сейш k_A , м	139,2
Зсув вузлової лінії за рахунок коливального руху (циркуляції сейшової течії) $\Delta L_{eff}(V_C)$, м	13,3
Пройдений хвилею за час релаксації шлях L_d , км	7,4
Пройдений хвилею за час реверберації шлях L_r , км	101,8

Коливання затухаючих сейш в бухті порту Сьюдадела показані на рис. 4.

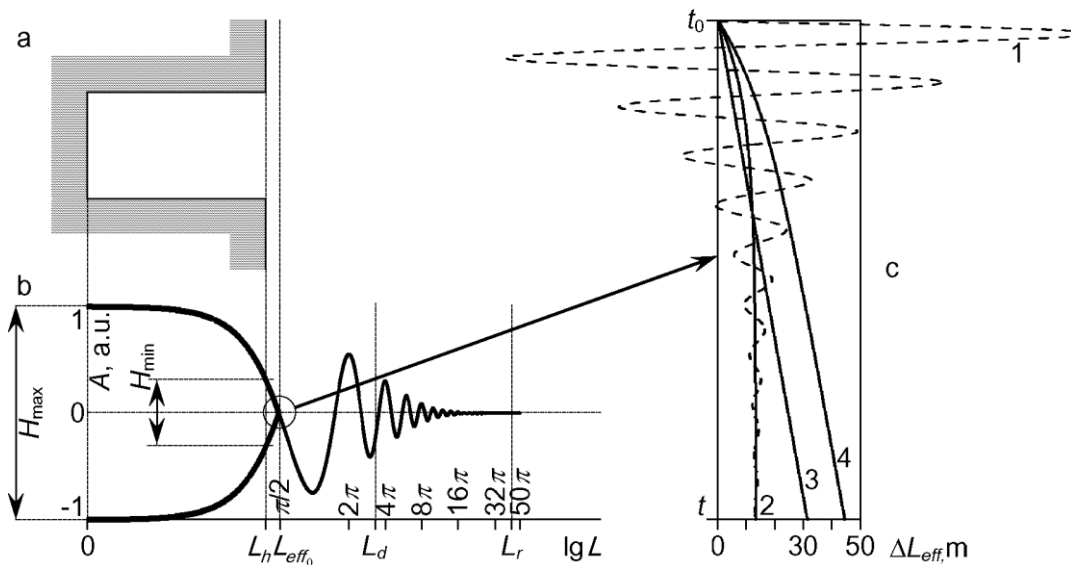


Рис. 4. Коливання затухаючих прибережних сейш в бухті порту Сьюдадела: **а** – план бухти; **б** – профіль нульової моди (позначення як на рис. 1); **с** – зсув вузлової лінії, де **1, 2** – варіації ефективної довжини бухти (горизонтальні коливання) і зсув за рахунок коливального руху, відповідно, **3** – зсув за рахунок зростання періоду сейш, **4** – сумарний зсув вузлової лінії

Затухання коливань на 60 дБ відбудеться за час реверберації $t_r = H_r \ln(H_r / H_0) / (-\beta) = 14\,533 \text{ с} = 4 \text{ год. } 2 \text{ хв. } 13 \text{ с}$ (див. рис. 4b). За цей час хвиля здійснить 21 повне коливання (42π) на шляху довжиною $L_r = V_w t = 101,8 \text{ км}$, що більш ніж у 100 разів перевищує довжину бухти L , в якій хвиля зародилася ($L_r \gg L_h$).

Зсув вузлової лінії показано на інтервалі часу $10T$ (див. рис. 4c), протягом якого амплітуда хвилі зменшується на -26,8 дБ (до $2,11 \times 10^{-3} H_0$).

Обговорення результатів. Дослідження показали приріст ефективної довжини водного басейну. Причому, виявлено два самостійні процеси, відповідальні за це, із порівняними результатами.

По-перше, ефективна довжина бухти зростає при горизонтальному поширенні сейш в сторону відкритого моря, за рахунок приросту періоду. В табл. 3 представлені значення періодів хвиль в характерні моменти, – на початку коливань t_0 , в час релаксації t_d і час реверберації t_r , – а також зсув вузлової лінії за рахунок зростання періоду сейш.

Таблиця 3. Порівняльні значення показників зсуву вузлової лінії затухаючих сейш в бухті порту Сьюдадела в характерні моменти часу

Параметр	Значення в момент:			
	t_0	$t_d \approx 1,7T$	$t_r = 10T$	$t_r \approx 21,7T$
Період хвилі T , с	630,0	632,9	648,0	671,0
Зсув вузлової лінії за рахунок зростання періоду сейш $\Delta L_{eff}(T)$, м	0,0	5,0	31,5	71,8
Зсув вузлової лінії за рахунок циркуляції сейшової течії $\Delta L_{eff}(V_C)$, м	0,0	8,4	13,2	13,3
Сумарний зсув вузлової лінії $\Delta L_{eff}(T, V_C)$, м	0,0	13,4	44,7	85,1

По-друге, вузол переміщується при реверсивних коливаннях затухаючої течії, за рахунок несиметричних по відношенню до вузлової лінії коливань. Результати розрахунків представлені в табл. 3.

Виконані дослідження дозволяють зробити попередні висновки щодо наслідків дії затухаючих прибережних сейш.

1. В міру поширення сейшових коливань, за межами бухти виникають ділянки течії змінних напрямків довжиною півперіоду коливань; при цьому відбійну течію сейшового походження з часом, що дорівнює півперіоду коливань, змінює прибійна.

2. За рахунок затухання сейшових хвиль зростає їх період; проте зменшуються амплітуда, швидкість і довжини пройденого супутньою течією шляху.

3. За рахунок зсуву вузлової лінії все, що потрапляє в сейшову течію, відносить від берега.

Наукова новизна. На основі отриманих даних висунуто гіпотезу щодо зсуву вузлової лінії затухаючих прибережних сейш в напрямі відкритого моря, яка полягає в тому, що величина зсуву, по-перше, пропорційна зростаючому періоду сейш і обумовлена їх рухом від берегової лінії, по-друге, пропорційна спадаючій швидкості течії сейш і обумовлена одиночними рухами води, що скорочуються по довжині і періодично змінюють напрям на протилежний.

Практична значущість. Виявлено небезпеку зсуву вузлової лінії затухаючих прибережних сейш. Небезпека полягає в тому, що плавців і плавзасоби, які потрапляють в сейшову течію, відносить від берега.

Отримані результати можуть бути використані для побудови карт сейшових течій. Це дозволить якщо не повністю запобігти їх негативній дії, то принаймні зменшити негативні наслідки. Робота знайде застосування при проектуванні гідротехнічних споруд та оптимізації їх роботи; розробці рекомендацій для пловців і водного транспорту.

Все це також стосується вкрай небезпечних для портів, які побудовані в захищених від хвилювання моря напівзамкнених басейнах, стоячих хвиль іншого типу – тягуну.

Висновки. Вважається, що бухта являє собою резонатор, який має стійку просторову структуру положення пучностей і вузлових ліній хвильової поверхні.

На основі отриманих даних висунуто гіпотезу щодо руху вузлової лінії затухаючих прибережних сейш в напрямі відкритого моря. Зсув вузлової лінії можуть обумовлювати щонайменше дві незалежні причини:

- зростання періоду хвилі, що рухається в сторону відкритого моря;
- одиночні реверсивні рухи течії, що скорочуються по довжині пропорційно спадаючій амплітуді хвиль.

Розроблено метод розрахунку зсуву вузлової лінії затухаючих прибережних сейш, який випробувано на прикладі бухти порту Сьюдадела.

Виявлено небезпеку зсуву вузлової лінії, яка полягає в тому, що плавців і плавзасоби, які потрапляють в сейшову течію, відносить від берега. Грамотна оцінка поведінки течії дозволить якщо не повністю запобігти її негативній дії, то принаймні зменшить негативні наслідки. Це також стосується вкрай небезпечного для портів тягуну.

Список літератури

1. *Rabinovich A. B.* Seiches and Harbor Oscillations / Handbook of Coastal and Ocean Engineering (ed. by Y. C. Kim). Singapoure: World Scientific Publ., 2009. P. 193-236. 2. *Forrester W. D.* Canadian Tidal Manual. Ottawa: Department of fisheries and oceans, 1983. 138 p. 3. *Судольский А. С.* Динамические явления в водоемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 263 с. 4. Волны, течения и водные массы водоемов. Конспект лекций / Под ред. проф. Б. Б. Богословского. Л.: Ленинградский гидрометеорологический институт, 1980. 57 с. 5. *Кравец Т. П., Топорец А. С.* Распространение байкальских сейш по реке Ангаре. Труды по физике. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1959. с. 273-295. 6. *Манилюк Ю. В., Черкесов Л. В.* Исследование сейшевых колебаний в бухте со свободным входом. Морской гидрофизический журнал, 2017. №4. С. 16-25. DOI: 10.22449/0233-7584-2017-4-16-25. 7. *Анахов П. В.* Гліссандо затухаючих сейш. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 1 (48). С. 67-73. 8. *Огурцов А.Н.* Физика для студентов. Колебания и волны. URL: <https://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/phys>. 9. Терминологический словарь по строительству на 12 языках: СНиП. [Чинний від 1986-01-01]. М.: Русский язык, 1986. 3015 с. 10. *Лоскутов А. В.* Динамика волн цунами в северо-западной части Тихого океана на основе инструментальных измерений и численного моделирования: Дис. ... канд. физ.-мат. наук: 25.00.29 "Физика атмосферы и гидросферы". Южно-Сахалинск, 2016. 115 с. 11. *Железняк М. И., Кантаржи И. Г., Сорокин М. В., Поляков А. И.* Резонансные характеристики акваторий морских портов. Инженерно-строительный журнал. 2015. №5. С. 3-19. DOI: 10.5862/MCE.57.1. 12. *Анахов П.В.* Сейшовий механізм формування руху водних мас. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. Т. 1(44). С. 131-135.

References

1. *Rabinovich A. B.* Seiches and Harbor Oscillations / Handbook of Coastal and Ocean Engineering (ed. by Y. C. Kim). Singapoure: World Scientific Publ., 2009. P. 193-236. 2. *Forrester W. D.* Canadian Tidal Manual. Ottawa: Department of fisheries and oceans, 1983. 138 p. 3. *Sudol'skij A. S.* Dinamicheskie javlenija v vodoemah (Dynamic events in water bodies). L.: Gidrometeoizdat, 1991. 263 s. 4. Volny, techenija i vodnye massy vodoemov. Konspekt lekciij (Waves, currents and water masses of water bodies. Lecture notes) / Pod red. prof. B. B. Bogoslovskogo. L.: Leningradskij gidrometeorologicheskij institut, 1980. 57 s. 5. *Kravec T. P., Toporec A. S.* Rasprostranenie bajkal'skih seish po reke Angare (Distribution of Baikal seiches along the Angara River). Trudy po fizike. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1959. S. 273-295. 6. *Maniljuk Ju. V., Cherkesov L. V.* Issledovanie sejshevyh kolebanij v buhte so svobodnym vhomom (Investigation of seiche oscillations in a free entrance bay). Morckoj gidrofizicheskij zhurnal, 2017. №4. P. 16-25. DOI: 10.22449/0233-7584-2017-4-16-25. 7. *Anahov P. V.* Glissando zatuhajuchyh sjeish (Glissando of damping seiches). Gidrologija, gidrohimija i gidrojekologija, 2018. №. 1(48). S. 67-73. 8. *Ogurcov A. N.* Fizika dlja studentov. Kolebanija i volny (Physics for students. Oscillations and waves) URL: <https://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/phys>. 9. Terminologicheskij slovar' po stroitel'stvu na 12 jazykah: SNiP (Dictionary of building terms:

SNiP). [Chinnij vid 1986-01-01]. M.: Russkij jazyk, 1986. 3015 s. **10.** Loskutov A. V. Dinamika voln cunami v severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana na osnove instrumental'nyh izmerenij i chislennogo modelirovanija (Dynamics of tsunami waves in the northwestern part of the Pacific Ocean based on instrumental measurements and numerical modeling): Dis. ... kand. fiz.-mat. nauk: 25.00.29 "Fizika atmosfery i gidrosfery". Juzhno-Sahalinsk, 2016. 115 s. **11.** Zheleznyak M. I., Kantarzi I. G., Sorokin M. V., Poljakov A. I. Rezonansnye harakteristiki akvatorij morskikh portov (Resonance properties of seaport water areas). Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal, 2015. №5. S. 3-19. DOI: 10.5862/MCE.57.1. **12.** Anahov P. V. Sjeishovyj mjehanizm formuvannja ruhu vodnyh mas (Seiche mechanism of water mass movement). Gidrologija, gidrohimija i gidrojekologija, 2017. V. 1(44). S. 131-135.

Рух вузлової лінії затухаючих прибережних сейш

Анахов П. В.

На основі отриманих при розрахунках даних висунуто гіпотезу щодо руху вузлової лінії затухаючих прибережних сейш в напрямі відкритого моря. Зсув вузлової лінії можуть обумовлювати щонайменше дві незалежні причини: зростання періоду хвилі та затухання швидкості реверсивних рухів супутньої течії. Отримані результати можуть бути використані для побудови карт сейшових течій. Робота знайде застосування при проектуванні гідротехнічних споруд та оптимізації їх роботи; розробці рекомендацій для пловців і водного транспорту.

Ключові слова: зсув вузлової лінії; напівзамкнутий басейн; прибережні сейші; сейшова течія; циркуляція течії.

Движение узловой линии затухающих прибрежных сейш

Анахов П. В.

На основе полученных при расчетах данных выдвинута гипотеза о движении узловой линии затухающих прибрежных сейш в направлении открытого моря. Смещение узловой линии могут обуславливать минимум две независимые причины: рост периода волны и затухание скорости реверсивных движений сопутствующего течения. Полученные результаты могут быть использованы для построения карт сейшевых течений. Работа найдет применение при проектировании гидротехнических сооружений и оптимизации их работы; разработке рекомендаций для пловцов и водного транспорта.

Ключевые слова: сдвиг узловой линии; полузамкнутый бассейн; прибрежные сейши; сейшевое течение; циркуляция течения.

Movement of the nodal line of damping coastal seiches

Anahov P. V.

***Purpose** of manuscript is to study the possible changes in effective length of open-ended water basin, conditioned by damping seiches, and to determine effects of this phenomenon. **Method.** Study was done by analytical and graphical methods of monitoring dynamic of wave, which described by its period and circulations of concomitant seiche current. **Results.** The calculations, performed on the example of the harbor of port of Ciudadela, showed an increase in the effective length due to the shift of the nodal line of damping seiche waves. With the spread of seiche oscillations, outside the harbor originate areas of current of alternating directions with length of half-period of oscillations; at the same time, outflow seiche current over time, which is equal to the half-period of oscillations, changes an inflow one. Due to damping of seiche oscillations, their period increases; the amplitude, velocity and length of the traversed by accompanying current path decreases. As a result of shift of node line everything, that falls into the seiche current, is moves from shore. **Originality.** On the basis of received data, it is put forward the hypothesis concerning the movement of the nodal line of damping coastal seiches. Shift of the nodal line may be caused at least by two independent reasons: growth of wave period and damping of the velocity of reversible movements of concomitant current. **Practical significance.** The obtained results can be used to construction of maps of seiche flows. This will allow, if not completely prevent the negative effects of damping coastal seiches, then at least reduce the negative effects. Work will find application in the design of hydraulic structures and optimize their operation; developing recommendations for swimmers and floating craft.*

Keywords: shift of node line; open-ended basin; harbor seiches; seiche current; circulation of current.

Надійшла до редколегії 23.04.2018

УДК 556

Гребень В.В.¹, Забокрицкая М. Р.²

¹ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

² Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОФЕССОРА В.К. ХИЛЬЧЕВСКОГО

Ключевые слова: гидрология, гидрохимия, гидроэкология, экспедиционные исследования, научная деятельность.

Введение. В 2018 г. исполняется 65 лет Валентину Кирилловичу Хильчевскому – украинскому гидрологу-гидрохимику, доктору географических наук, профессору, заслуженному деятелю науки и техники Украины, лауреату Государственной премии Украины в области науки и техники, почетному работнику гидрометслужбы Украины (родился 23 декабря 1953 г. в Киевской области).

Также исполняется 40 лет со времени публикации первой научной статьи с его участием. Статья вышла в 1978 г. в научном сборнике "Вестник Киевского университета. Серия: География" в соавторстве с В.И. Пелешенко и Д.В. Закревским и была посвящена изучению влияния осушительных мелиораций на химический состав природных вод в районе Шацких озер [37]. Публикация была создана по материалам летних экспедиционных исследований, которые проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрохимии Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко выполняла в 1975 г. на Волыни. Вспоминая лето 1975-го, В.К. Хильчевский отмечает три важных события, случившиеся тогда в его жизни, которые стали определяющими в будущем методическом становлении как специалиста гидролога-гидрохимика.

Первое событие – в июне месяце 1975 г. В.К. Хильчевский вместе с группой студентов 4-го курса кафедры гидрологии суши географического факультета Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко побывал в Государственном гидрологическом институте (ГГИ) Госкомгидромета СССР в Ленинграде (сейчас – Санкт-Петербург). Особенное впечатление произвело посещение Валдайской научно-исследовательской гидрологической лаборатории ГГИ имени В.А. Урываева (г. Валдай Новгородской области). Это – лаборатория-полигон, с новейшим в то время оборудованием, современными методиками гидрологических исследований, над разработкой которых работали в том числе и иностранные ученые по линии ВМО и ЮНЭСКО. Киевские студенты познакомились с локальными экспериментальными полигонами, расположенными в разных природных условиях: лес, поле, Валдайское озеро. Действовали хорошо оборудованные опытные водосливы на малых реках, стоковые площадки, на которых можно отобрать пробы воды любого типа поверхностно-склонового стока. Везде в мониторинговых точках были установлены самописцы уровня воды.



**Доктор географических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники Украины,
лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники,
почетный работник гидрометслужбы Украины
Хильчевский Валентин Кириллович –
заведующий кафедрой гидрологии и гидроэкологии
географического факультета Киевского национального университета
имени Тараса Шевченко, фото 2010 г.**

Второе событие (после поездки на Валдай) – прохождение преддипломной практики в недавно созданной (1971 г.) проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии при кафедре гидрологии суши географического факультета Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко с выездом в длительную экспедицию в район Шацких озер на Волыни.

Исследовался химический состав поверхностных (речных, озерных) и подземных вод, а также дренажных вод осушительных каналов Копаевской осушительной системы [37, 56]. Копаевская осушительная система расположена в бассейне р. Копаевка (правого притока Западного Буга), который протекает в Волынской области Украины и Брестской области Республики Беларусь. Определения некоторых химических компонентов в отобранных пробах выполнялись непосредственно около водного объекта. Часть компонентов анализировалась в стационарной лаборатории на базе экспедиции в пгт Шацке (главные ионы, биогенные элементы), микроэлементы – в университетской лаборатории в г. Киеве. За лето были собраны значительные массивы данных, которые дали возможность применить для обработки математические методы. Результатом исследований стали практические рекомендации для специалистов института "Укркипробводхоз" (сейчас – "Укрводпроект") по корректированию проекта реконструкции Копаевской осушительной системы, направленные на сохранение благоприятных экологических условий озера Луки-Перемут.

Третье событие – по результатам преддипломной практики он получил предложение от научного руководителя лаборатории В.И. Пелешенко: после окончания 5-го курса остаться работать в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии Киевского университета. Приняв это предложение, В.К. Хильчевский на многие десятилетия связал свою жизнь с Киевским национальным университетом имени Тараса Шевченко, географическим факультетом, кафедрой гидрологии и гидроэкологии [22].

Здесь уместно уточнить – поскольку в статье охватывается отрезок времени около 50 лет, то при характеристике разных периодов будут фигурировать несколько отличающиеся официальные названия университета и его структурных подразделений, которые за это время изменялись.

Названия Киевского университета, основанного в 1834 г. как Университет Святого Владимира, который до 1991 г. был единственным университетом в городе Киеве: Киевский государственный университет имени Т.Г. Шевченко – в 1939-1994 г. (КГУ); Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко – с 1994 г. (КНУ).

Названия университетской гидрологической кафедры на географическом факультете: кафедра гидрологии суши (1949-1976 гг.); кафедра гидрологии и гидрохимии (1976-2002 гг.); кафедра гидрологии и гидроэкологии (с 2002 г.).

Названия университетской лаборатории гидрохимии при этой кафедре: проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрохимии (1971-1992 гг.); проблемная научно-исследовательская лаборатория гидроэкологии и гидрохимии (1992-2002 гг.); научно-исследовательская лаборатория гидроэкологии и гидрохимии (2002-2008 гг.); научно-исследовательский сектор гидроэкологии и гидрохимии (с 2008 г.).

В целом, в творческом пути В.К. Хильчевского на географическом факультете Киевского национального университета имени Тараса Шевченко можно выделить четыре хронологических периода:

- 1) *студент кафедры гидрологии суши (1971-1976 гг.);*
- 2) *научный сотрудник в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии (1976-1989 гг.);*
- 3) *преподаватель (доцент, профессор) кафедры гидрологии и гидрохимии (1989-2000 гг.);*
- 4) *заведующий кафедрой (с 2000 г.), которая в 2002 г. переименована на кафедру гидрологии и гидроэкологии [21, 22].*

1. НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК В УНИВЕРСИТЕТЕ (1976-1989 гг.)

Как исследователь, В.К. Хильчевский формировался в процессе работы в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии географического факультета Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко (1976-1989 гг.), когда происходило становление университетской научной гидрохимической школы, которая в дальнейшем получила название «гидрохимии и гидроэкологии» [21]. В проблемной лаборатории он прошел путь от инженера до кандидата географических наук (1985 г.), ученое звание старшего научного сотрудника присвоено в 1988 г.

Работая в проблемной лаборатории гидрохимии, молодой ученый приобрел значительный научно-методический опыт, поскольку этому способствовало разнообразие задач, к решению которых он был причастен: 1) организация и проведение натурных исследований (был начальником экспедиций в бассейнах различных рек Украины и ответственным за исследования на кафедральном Богуславском гидролого-гидрохимическом стационаре); 2) партнерство с учеными ведущего, в бывшем Советском Союзе, Гидрохимического института (ГХИ) Госкомгидромета СССР (принимал участие в испытаниях со специалистами ГХИ дистанционных методов отбора проб воды с вертолета, разрабатывал карты для "Гидрохимического атласа СССР"); 3) сотрудничество с зарубежными учеными во время годичной стажировки в Бухарестском университете (Румыния) – от длительных международных экспедиций по Дунаю и других водных объектах до научных дискуссий на международных научных форумах.

1.1. Руководство экспедициями проблемной лаборатории гидрохимии.

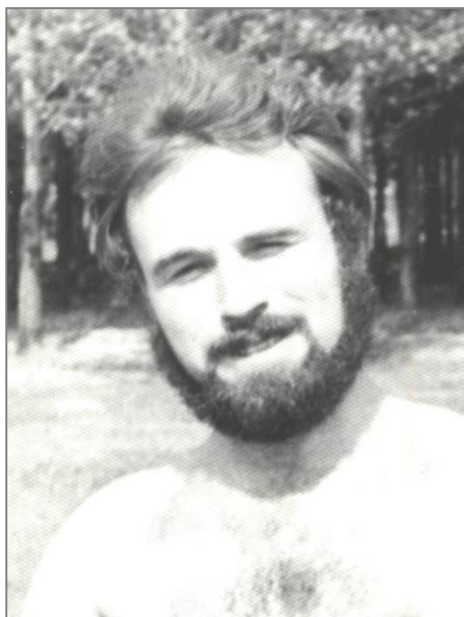
На протяжении длительного времени (1977-1987 гг.) В.К. Хильчевский руководил экспедиционными гидролого-гидрохимическими исследованиями водных объектов Украины по научной тематике проблемной лаборатории гидрохимии, связанной с изучением: влияния осушительных и оросительных мелиораций на химический состав природных вод [56]; гидрохимического режима, ионного стока и качества воды рек Украины [12, 15, 19, 31, 40, 112, 115]. Эти экспедиции работали на крупных осушительных системах Украинского Полесья и оросительных системах юга Украины, на Шацких озерах, в бассейнах рек Западный Буг, Припять, Десна, Днепр, Днестр, Южный Буг.

Экспедиции работали в течение всего лета. Были еще и короткие выезды на гидролого-гидрохимические съемки во время весеннего половодья и осенней межени. Состав экспедиции достигал 15 человек, это были штатные сотрудники проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии, а также преподаватели кафедры гидрологии и гидрохимии. К тому же, в проблемную лабораторию постоянно направлялись на производственную практику два-три студента кафедры. В частности, в экспедициях, которые возглавлял В.К. Хильчевский, проходили преддипломную практику студенты: С.И. Снежко – в 1979 г. (сейчас доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии КНУ имени Тараса Шевченко); В.И. Осадчий – в 1980 г. (сейчас доктор географических наук, член-корреспондент НАН Украины, директор Украинского гидрометеорологического института ГСЧС Украины и НАН Украины).

Юридическим основанием для полевых экспедиционных исследований был ежегодный приказ ректора университета о создании экспедиции для выполнения определенной научно-исследовательской темы. Приказом определялся срок действия экспедиции (например, с 1 апреля по 30 декабря), начальник экспедиции и персональный состав ее членов с указанием сроков выездов.

Вторым важным документом была смета экспедиции, за соблюдение которой нес ответственность начальник экспедиции. Смета включала такие основные

статьи: полевое довольствие членов экспедиции; транспортные расходы (в экспедиции было 1-2 автомобиля, которые оплачивались по этой статье); средства на аренду базы экспедиции. Начальник экспедиции должен был отчитываться ежемесячно за расходы согласно смете.



В.К. Хильчевский – начальник экспедиции КГУ им. Т.Г. Шевченко, Шацкие озера, 1977 г.



Кандидат геогр. наук, с.н.с. проблемной н.-и. лаборатории гидрохимии КГУ им. Т.Г. Шевченко, 1985 г.

Несмотря на молодость, В.К. Хильчевский, как начальник экспедиции, быстро освоил все этапы работ, характерные для полевых исследований в то время:

- постановка задания для экспедиционных исследований;
- подготовка приказа об экспедиции и ее сметы;
- изучение литературных и архивных материалов о районе исследования;
- рекогносцировка на местности с выбором водных объектов и определением створов и точек локального мониторинга;
- выбор точек разового отбора проб воды при гидрохимических съемках;
- выбор места для базы экспедиции и ее аренда;
- выезд в экспедицию, организация работы и быта на месте дислокации;
- выполнение основных научных экспедиционных исследований;
- постоянный контроль за соблюдением запланированного графика работ;
- завершение экспедиции и возвращение в Киев;
- завершение химико-аналитических определений в университетской лаборатории;
- математическая обработка полученных материалов;
- обобщение полученных результатов.

Надо отметить, что экспедиционные исследования выполнялись эффективнее при условии установления контактов с учреждениями и организациями, которые занимались данной проблематикой на местах. Таким образом, сотрудники проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии привлекали материалы: гидрологических и водно-балансовых станций, областных управлений гидрометслужбы Украины; районных санитарно-эпидемиологических станций Минздрава Украины; лабораторий охраны окружающей среды больших предприятий (например, АЭС); подразделений

Минводхоза (сейчас – Госводагентства) Украины – бассейновых управлений водных ресурсов, гидрогеолого-мелиоративных экспедиций и партий, районных управлений эксплуатации осушительных (на Полесье) и оросительных (южные регионы Украины) систем.

1.2. Исследования на Богуславском гидролого-гидрохимическом стационаре. Приобретенный опыт по проведению экспедиционных исследований был применен ученым при организации гидрохимических исследований поверхностно-склонового стока на экспериментальных водосборах Богуславского гидролого-гидрохимического стационара (БГГС) кафедры гидрологии и гидрохимии КГУ имени Т.Г. Шевченко в бассейне р. Рось (г. Богуслав Киевской области). Университетский БГГС был основан в 1981 г. по инициативе заведующего кафедрой гидрологии и гидрохимии профессора В.И. Пелешенко для прохождения учебной гидрометрической и полевой гидрохимической практики студентов и проведения научных исследований [24, 93]. Университетский БГГС возник рядом с Богуславской полевой базой Украинского гидрометеорологического института (УкрГМИ) с договоренностью об общем использовании для исследований оборудованных институтом малых водосборов и стоковых площадок.

В 1985 г. решением кафедры гидрологии и гидрохимии научным руководителем исследований на университетском БГГС был утвержден старший научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии, кандидат географических наук В.К. Хильчевский. Впоследствии, при его участии был организован отбор проб атмосферных осадков, поверхностно-склонового стока на экспериментальных малых водосборах (с учетом агрофона), речных и грунтовых вод. Химические анализы проб воды выполняли на БГГС инженеры кафедры, которые постоянно проживают в Богуславе – Л.В. Литвин и Л.А. Красова. Полученные в течение 1986-1994 гг. на стационаре материалы были использованы В.К. Хильчевским при написании докторской диссертации, защищенной в 1996 г. [54, 62]. Кроме того, материалы по БГГС использовали при написании кандидатских диссертаций сотрудники проблемной лаборатории гидрохимии С.И. Снежко (1989 г.), В.И. Осадчий (1991 г.), В.В. Гребень (1998 г.).

1.3. Сотрудничество с учеными Гидрохимического института (г. Ростов-на-Дону, Россия). В течение 1980-х гг. коллектив проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии географического факультета КГУ имени Т.Г. Шевченко тесно сотрудничал с учеными Гидрохимического института (ГХИ) Госкомгидромета СССР, который возглавлял профессор А.М. Никаноров. В то время это был ведущий всесоюзный научный и методический центр по гидрохимии поверхностных вод, в котором действовал единственный на всю страну специализированный ученый совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности "Гидрохимия". Диссертации с региональной гидрохимической тематикой защищались на географические науки; исследования химических процессов в природных водах – на химические науки. Сотрудники кафедры гидрологии и гидрохимии, а также проблемной лаборатории гидрохимии КГУ имени Т.Г. Шевченко защитили в спецсовете ГХИ в разные годы 3 докторские и 4 кандидатские диссертации [57].

В.К. Хильчевским в 1985 г. в ГХИ была защищена кандидатская диссертация "Изменение химического состава речных вод бассейна Верхнего Днепра под влиянием антропогенного фактора" (Днепр до Киева, включительно с водосбором на территории России, Беларуси, Украины) [88]. ВАК СССР утвердил решение ученого совета ГХИ о присуждении ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.10 – "Гидрохимия" (приведен шифр специальности тех лет). Следует отметить, что по бассейну Днепра ученым был опубликован ряд

оригинальных работ, посвященных гидрохимическому режиму, ионному стоку и качеству вод [47, 87, 91].

Ученый также принимал участие в выполнении конкретных проектов совместно со специалистами из ГХИ. В частности, в 1987 г. он участвовал в испытании дистанционных методов отбора проб воды из вертолета с сотрудниками ГХИ. Были отработаны маршруты над Киевским водохранилищем (в рамках тематики о влиянии аварии на Чернобыльской АЭС) и на реках бассейна Южного Буга (от истока – до Бугского лимана и прилегающей акватории Черного моря).

Значительным был проект ГХИ по картографированию химического состава поверхностных вод территории бывшего СССР. Коллективу авторов КГУ имени Т.Г. Шевченко (В.И. Пелешенко, Л.Н. Гореву, Д.В. Закревскому, Н.И. Ромасю, В.К. Хильчевскому) была поручена разработка гидрохимических карт по территории Украины для "Гидрохимического атласа СССР", который был опубликован в 1990 г. [13].

1.4. Научная стажировка в Бухарестском университете (Румыния). В 1988-1989 гг. В.К. Хильчевский проходил годичную научную стажировку по квоте Министерства высшего и среднего специального образования СССР на географическом факультете Бухарестского университета (Румыния). Куратором стажировки от Бухарестского университета был профессор Valer Trufas'. Во время стажировки была возможность участвовать в нескольких экспедициях по Дунаю (Сулинское и Георгиевское гирла, дельта Дуная) и Черному морю, реках Южных Карпат и Трансильвании. Совместно с румынскими и югославскими учеными исследовал горное водохранилище на Дунае, созданное для функционирования румынско-югославской ГЭС "Железные ворота-1". Выступал с докладами на международных научных форумах. Проходил региональные стажировки в университетских центрах городов Яссы и Клуж-Напока (Трансильвания). Осуществил ряд публикаций в румынских периодических научных изданиях [102-104], а также отечественных и международных [42, 50, 113, 114].

2. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ УНИВЕРСИТЕТА (1989-2000 гг.)

В 1989 г. В.К. Хильчевский перешел на преподавательскую работу – на должность доцента кафедры гидрологии и гидрохимии географического факультета Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко. Этот период деятельности оказался достаточно многогранным по своей направленности, поскольку кроме преподавания пришлось выполнять ряд функций на общественных началах, которые требовали затрат времени не меньше, чем основная работа.

По формальным признакам в преподавательский период можно выделить прохождение им следующих рубежей: должность доцента (1989 г.); получение ученого звания доцента (1993 г.); защита докторской диссертации (1996 г.); должность профессора (1997 г.).

В.К. Хильчевский также активно продолжал заниматься научной работой: участие в исследованиях по научной тематике проблемной лаборатории гидрохимии (1989-2000 гг.); исследование на Богуславском гидролого-гидрохимическом стационаре (1986-1994 гг.); написание и защита докторской диссертации (1996 г.).

Выполнялся ряд функций на общественных началах: заместитель заведующего кафедрой гидрологии и гидрохимии (1990-1999 гг.); ученый секретарь специализированного ученого совета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности 11.00.07 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" и



В экспедиции с Д.В. Закревским (зав. проблемной научно-исследовательской лабораторией гидрохимии, слева) и инженером В.В. Гребнем (по центру), бассейн Припяти, 1987 г.



Практика студентов на Днепре в Каневском заповеднике. Доцент В.К. Хильчевский (2-й слева), ассистент Л.Ю. Науменко (3-я), ассистент А.Г. Ободовский (4-й), 1989 г.

2.1. Доцент кафедры гидрологии и гидрохимии. Работа со студентами была для В.К. Хильчевского знакомой, поскольку еще в проблемной лаборатории гидрохимии имел дело со студентами, которых направляли с кафедры на практику. Также руководил написанием дипломных работ, которые выполнялись в лаборатории. Но преподавательская работа обозначила новые системные методические требования: обновление учебных программ к спецкурсам, которые ему выпало читать студентам кафедры гидрологии и гидрохимии, и к нормативным курсам – для студентов всего географического факультета ("Общая гидрология" для заочников и "Основы океанологии" – для стационара и заочников). Возникла необходимость в написании новых учебно-методических разработок.

Период работы преподавателем кафедры гидрологии и гидрохимии был для В.К. Хильчевского достаточно плодотворным в плане создания и публикации учебно-методической литературы. За это время он стал автором и соавтором трех учебников с грифом МОН Украины: "Гидрохимия Украины" (1995 г.); "Общая гидрохимия" (1997 г.); "Водоснабжение и водоотведение: гидроэкологические аспекты" (1999 г.) [16, 38, 49]. Также были опубликованы пять учебных пособий, среди которых одно с грифом МОН Украины – "Радиоактивность природных вод" (1993 г.) [18].

2.2. Заместитель заведующего кафедрой. В 1990 г. решением кафедры В.К. Хильчевскому было поручено выполнять на общественных началах функции заместителя заведующего кафедрой гидрологии и гидрохимии. В результате, он был заместителем у заведующих кафедрой В.И. Пелешенко (1990-1993 г.) и Л.Н. Горева (1993-1999 гг.). Это был период, насыщенный организационной работой, составлением новых учебных планов, поскольку вводилась трехступенчатая система высшего образования (бакалавр, специалист, магистр). Надо отметить, что этот процесс начался еще во времена бывшего СССР. Так, В.К. Хильчевскому пришлось участвовать в начале 1991 г. в памятном первом (и последнем) всесоюзном научно-методическом совещании, посвященном переходу на трехступенчатую систему высшего образования в гидрометеорологии, которое

проходило в Ленинградском гидрометеорологическом институте (сейчас – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург). Он единственный представлял гидрологов и метеорологов Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко. С Украины была также группа представителей из Одесского гидрометеорологического института (сейчас – Одесский государственный экологический университет): первый проректор С.Н. Степаненко, заведующие кафедрами Е.Д. Гопченко, А.Г. Иваненко, А.Ф. Кивганов.

В 1998 г. кафедра гидрологии и гидрохимии осуществила первый выпуск бакалавров гидрометеорологии и специалистов по направлению "Гидрометеорология" специальности "Гидрология и гидрохимия". В 2000 г. на кафедре состоялся первый выпуск магистров по специальности "Гидрология и гидрохимия".

2.3. Научная работа, защита докторской диссертации. В.К. Хильчевский продолжал участвовать в выполнении научной тематики проблемной лаборатории гидрохимии, интенсивно проводил гидрохимические исследования на малых экспериментальных водосборах кафедрального Богуславского гидролого-гидрохимического стационара совместно с его сотрудниками. Полученные в течение 1986-1994 гг. на БГГС материалы были использованы им при написании докторской диссертации "Оценка влияния агрохимических средств на сток химических веществ и качество поверхностных вод (на примере бассейна Днепра)", защищенной в 1996 г. в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко по специальности 11.00.07 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" (на географические науки) [54]. В 1997 г. он перешел на должность профессора кафедры гидрологии и гидрохимии.

В этот период он опубликовал единолично монографию [62] и стал соавтором четырех монографических изданий.

2.4. Ученый секретарь специализированного ученого совета. В 1993 г. в Киевском университете был создан специализированный ученый совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальностям: 11.00.07 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" и 11.00.09 – "Метеорология, климатология, агрометеорология" – на географические науки. ВАК Украины утвердил председателем спецсовета доктора географических наук, профессора В.И. Пелешенко, ученым секретарем – кандидата географических наук, доцента В.К. Хильчевского. Функции ученого секретаря спецсовета он выполнял до 1998 г., получив новый опыт научно-организационной работы с соискателями из разных университетов и научно-исследовательских институтов страны, оппонентами, а также с представителями ВАК Украины.

3. ЗАВЕДУЮЩИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ КАФЕДРОЙ (с 2000 г.)

3.1. Заведующий кафедрой – изменение названия кафедры. В.К. Хильчевский возглавил кафедру гидрологии и гидрохимии географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в 2000 г. Он стал шестым заведующим этой кафедрой, которую в разные годы возглавляли: доктор технических наук, профессор В.А. Назаров (1949-1961 гг.); доктор технических наук, член-корреспондент АН УССР, профессор Б.А. Пышкин (1961-1967 гг.); кандидат географических наук, и.о. профессора С.Ф. Пустовойт (1967-1976 гг.); доктор географических наук, профессор заслуженный деятель науки и техники УССР В.И. Пелешенко (1976-1993 гг.); доктор географических наук, профессор Л.Н. Горев (1993-1999 гг.) [53].

Во время заведования кафедрой усилия В.К. Хильчевского были направлены на обеспечение организации учебного процесса, поскольку в этот период

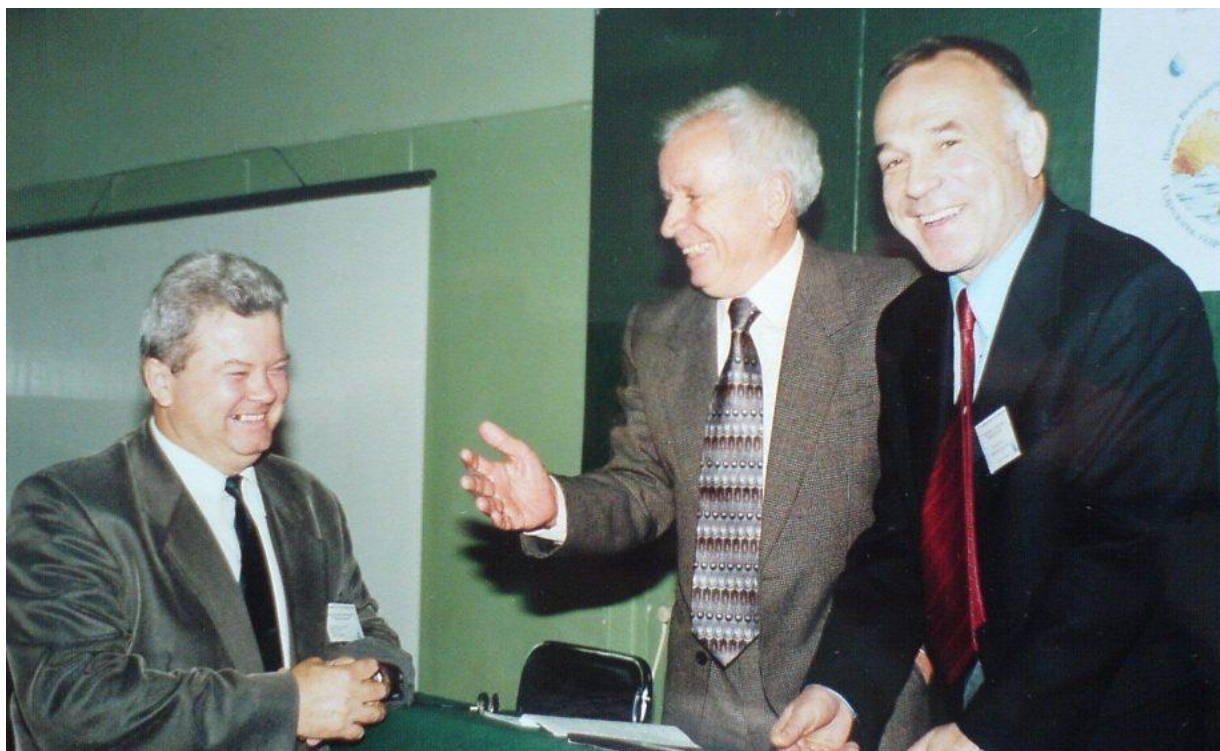
происходили значительные структурные изменения в системе высшего образования в Украине, а также на укрепление позиций университетской научной школы гидрохимии и гидроэкологии в профессиональной среде. Вот некоторые инициативы В.К. Хильчевского, которые стали заметными вехами не только в жизни кафедры, но и гидрологической общественности в Украине:

2000 г. – основан научный периодический сборник "Гидрология, гидрохимия и гидроэкология" [55, 63, 64];

2001 г. – состоялась Первая Всеукраинская научная конференция с международным участием "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии" [57, 59, 71];

2002 г. – переименована кафедра гидрологии и гидрохимии – на кафедру гидрологии и гидроэкологии, поскольку с 2000-х гг. на кафедре расширяются исследования по гидрологии и гидрохимии, связанные с гидроэкологической проблематикой.

В течение 2003-2018 гг. В.К. Хильчевский возглавлял специализированный ученый совет Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по защите докторских и кандидатских диссертаций по гидрологии и метеорологии, что укрепляло имидж кафедры как профессионального научно-методического центра [68, 95].



**Встреча заведующих гидрологическими кафедрами (слева направо):
Н.И. Алексеевский (МГУ им. М.В. Ломоносова); Е.Д. Гопченко (Одесский ГЭУ);
В.К. Хильчевский (КНУ им. Тараса Шевченко), Киев, 2001 г.**

В учебном процессе приходилось регулярно изменять учебные планы, реагировать на формальные изменения в подготовке специалистов в высших учебных заведениях Украины. Так, на протяжении 1998-2007 гг. кафедра осуществляла набор абитуриентов для подготовки специалистов по специальности "Гидрология и гидрохимия" направления "Гидрометеорология". В течение 2008-2015 гг. – по специальности "Гидрология" направления "Гидрометеорология". Из 2016 г. – по образовательной программе (специализации) "Гидрология"

специальности 103 "Науки о Земле".

В аспирантуру осуществлялся набор в течение 1991-2015 гг. на научную специальность 11.00.07 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" для подготовки кандидатов географических наук. Из 2016 г. – набор на образовательно-научную программу "Гидрология" по специальности 103 "Науки о Земле" для подготовки докторов философии (PhD).

Необходимо было работать над такими вопросами:

2002 г. – введение отдельных учебных планов по подготовке бакалавров, специалистов и магистров по направлению "Гидрометеорология" специальности "Гидрология и гидрохимия";

2008 г. – введение нового учебного плана подготовки бакалавров в соответствии со стандартом образования по направлению "Гидрометеорология" специальности "Гидрология";

2009 г. – введение нового учебного плана подготовки магистров специальности "Гидрология" в связи с переходом на шестилетний срок учебы;

2009 г. – введение вступительных экзаменов при вступлении в магистратуру;

2010 г. – введение единого учебного плана трехступенчатой подготовки студентов по специальности "Гидрология": бакалавр, специалист, магистр;

2016 г. – первый прием абитуриентов кафедры на 1-й курс на образовательную программу "Гидрология" по специальности 103 "Науки о Земле" (электронная подача документов абитуриентами);

2016 г. – первый прием в аспирантуру на образовательно-научную программу "Гидрология" по специальности 103 "Науки о Земле" для подготовки докторов философии (PhD).

За период заведования кафедрой гидрологии и гидроэкологии В.К. Хильчевский совместно с коллегами работал над созданием учебно-методической литературы. За это время опубликовано: 5 учебников с грифом МОН Украины – "Общая гидрология" (2000 г.); "Основы океанологии", 1-ое изд. (2001 г.); "Общая гидрология" (2008 г.); "Основы океанологии", 2-ое изд. (2008 г.); "Основы гидрохимии" (2012 г.) [27, 28, 72, 73, 79]; 8 учебных пособий, среди которых одно с грифом МОН Украины – "Гидрохимия океанов и морей" (2004 г.) [51].

3.2. Научная работа. В 2002 г. В.К. Хильчевский приказом ректора КНУ имени Тараса Шевченко был назначен научным руководителем научно-исследовательской лаборатории гидроэкологии и гидрохимии. Под руководством ученого в лаборатории было выполнено две пятилетние и одну трехлетнюю темы: "Исследования региональных изменений гидролого-гидрохимических процессов и явлений, климата Украины, их последствий" (2001-2005 гг.); "Анализ антропогенного влияния на гидрологический и гидрохимический режимы рек и уровень загрязненности атмосферного воздуха территории Украины" (2006-2010 гг.); "Анализ динамики стока наносов, трансформации химического состава воды рек и синоптически-циркуляционных условий формирования катастрофических паводков" (2011-2013 гг.). Он также был руководителем или соисполнителем 14 хозтем. В 2008 г. лаборатория стала называться научно-исследовательский сектор гидроэкологии и гидрохимии.

3.3. Научно-организационная работа. Член экспертного совета ВАК Украины. В течение 1998-2003 гг. В.К. Хильчевский был членом экспертного совета по географическим наукам ВАК Украины. Занимался экспертизой гидрологических работ, защищенных в спецсоветах разных учреждений страны, перед их утверждением ВАК Украины.

Председатель специализированного ученого совета. На протяжении 2003-2018 гг., В.К. Хильчевский был председателем специализированного ученого

совета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности 11.00.07 – "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" и 11.00.09 – "Метеорология, климатология, агрометеорология", в котором он работал с 1993 г. За весь период работы спецсовета (1993-2018 гг.) в нем защищено 105 диссертаций на географические науки (18 докторских и 87 кандидатских). Из них за период 2003-2018 гг. защищено 78 диссертаций или 74 % от общего количества за весь период деятельности совета (12 докторских и 66 кандидатских) [68, 95].

Главный редактор научного сборника "Гидрология, гидрохимия и гидроэкология". В 2000 г. по инициативе В.К. Хильчевского в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко был основан периодический научный сборник "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" ("Гидрология, гидрохимия и гидроэкология"), а он назначен главным редактором сборника. Сборник сразу был зарегистрирован, как профессиональный на географические науки в ВАК Украины, впоследствии зарегистрирован Минюстом Украины. За период 2003-2018 гг. вышло из печати 50 номеров сборника "Гидрология, гидрохимия, гидроэкология" [55, 63, 64].

Проведение традиционной Всеукраинской конференции с международным участием "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии". В 2001 г. ученый инициировал проведение Первой Всеукраинской научной конференции с международным участием "Гидрология, гидрохимия, гидроэкология" (г. Киев), которая стала традиционной. Всего проведено шесть конференции в разных городах Украины (первая-третья в Киеве, четвертая – в Луганске, пятая – в Черновцах, шестая – в Днепре). Начиная с шестой (в 2014 г.) – название конференции стало "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии" [57, 59, 71, 79]. Седьмая конференция запланирована в 2018 г. в Киеве.

Работа в Малой академии наук Украины. С 2012 г. профессор В.К. Хильчевский принимает активное участие в работе Малой академии наук Украины (МАН) - профильного внешкольного учебного заведения для детей, слушатели которого участвуют в научно-исследовательской, конструкторской и изобретательской работе в различных областях науки, техники, культуры и искусства. Ученый является председателем жюри секции гидрологии отделения наук о Земле на ежегодном Всеукраинском конкурсе-защите научно-исследовательских работ учеников-членов МАН Украины. Общаясь со школьниками, он советует заниматься в первую очередь исследованиями малых водных объектов своего родного края, направленными на их охрану и ревитализацию.

3.4. Научная школа профессора В.К. Хильчевского. Под руководством В.К. Хильчевского защищено 4 докторские и 10 кандидатских диссертаций по научной специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Научный консультант докторских диссертаций:

1. *Самойленко В.М.* Методология и применение стохастической экогидрологии в постчернобыльский период / Диссертация доктора геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко (КНУТШ). – Киев, 2000.

2. *Будник С.В.* Оценка взаимодействия гидрохимических и гидродинамических факторов склонового стока / Диссертация доктора геогр. наук: 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Воронежский государственный педагогический университет. – Воронеж, 2009 (Россия).

3. *Гребень В.В.* Региональный ландшафтно-гидрологический анализ современного водного режима рек Украины / Диссертация доктора геогр. наук:

ISSN:2306-5680 *Hidrolohiiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2018. № 2 (49)*

11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2011.

4. *Шерстюк Н.П.* Гидрохимия водных объектов железорудных бассейнов (на примере Криворожско-Кременчугской железорудной зоны) / Диссертация доктора геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Одесский государственный экологический университет. – Одесса, 2013.



Семинар с аспирантами (слева направо): М.Ю. Хорев (сейчас певый заместитель председателя Госводресурсов Украины); Р.В. Руденко; В.Н. Струтинская (сейчас главный редактор журнала «Чрезвычайная ситуация»), 2006 г.



В.К. Хильчевский с М.Р. Забокрицкой (сейчас доцент Восточноевропейского национального университета им. Леси Украинки, г. Луцк) после защиты кандидатской диссертации по бассейну трансграничной реки Западный Буг (Украина, Польша, Беларусь), 2006 г.

Научный руководитель кандидатских диссертаций:

1. *Яцюк М.В.* Оценка, прогнозирование и оптимизация гидрохимического режима в условиях техногенеза (на примере бассейна р. Самара) / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2001 .

2. *Аксем С.Д.* Оценка влияния сульфатного карста на химический состав природных вод (на примере южной части Западно-украинской лесостепной провинции) / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2002.

3. *Курило С.М.* Оценка миграции стронция-90 в природных водах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (на примере экспериментального водосбора р. Борщи) / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2002.

4. *Ромась И.Н.* Оценка гидролого-гидрохимических характеристик минимального стока рек бассейна Днепра (в пределах Украины) / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2004.

5. *Забокрицкая М.Р.* Гидрохимический режим и оценка качества речных вод бассейна Западного Буга на территории Украины / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2005 (второй руководитель).

6. *Чунарев А.В.* Оценка хозяйственной деятельности и качества поверхностных вод в бассейне Южного Буга / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2008.

7. *Кравчинский Р.Л.* Оценка гидрохимического режима и качества поверхностных вод бассейна г. Ингулец / Диссертация канд. географ. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2011.

8. *Гончар О.Н.* Оценка гидрохимического режима и качества поверхностных вод бассейна Днестра на территории Украины / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича. – Черновцы, 2012 .

9. *Винарчук О.А.* Гидрохимический режим и качество воды рек Левобережной лесостепи Украины / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2013.

10. *Ободовский Ю.А.* Гидроморфоэкологическая оценка русловых процессов и гидроэнергетического потенциала рек верхней части бассейна Тиссы (в пределах Украины) / Диссертация канд. геогр. наук: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – КНУТШ. – Киев, 2017.

3.5. Награды и отличия.

Государственные награды В.К. Хильчевского:

- почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины», 2009 г. (Указ Президента Украины № 867/2009 от 27 октября 2009 г.) [43];

- лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники 2017 года (Указ Президента Украины № 138/2018 от 19 мая 2018 г.) [44].

Отраслевые награды (отличия):

- нагрудный знак «Почетный работник гидромеслужбы Украины», 2003 г. (Государственная гидрометслужба Украины);

- нагрудный знак «Отличник образования Украины», 2004 г. (МОН Украины);

- нагрудный знак «За научные и образовательные достижения» (МОН Украины), 2004 г.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Всего в активе профессора В.К. Хильчевского около 400 научных трудов: 27 – монографий; 8 – учебников; 15 – учебных пособий; 160 – научных статей; 12 – гидрохимических и гидрологических карт; 32 – научных отчета; 60 – публикаций в материалах и тезисах конференций; 55 – статей в энциклопедиях; 17 – методических рекомендаций, учебных программ; 7 – научно-популярных изданий.

Интересы ученого охватывают широкий круг вопросов гидрологической науки, которые в целом вписываются в такие основные семь направлений: 1) теория, методика и практика гидрохимических исследований; 2) гидрохимическое и гидрографическое картографирование; 3) агрогидрохимические исследования на малых водосборах воднобалансовых станций; 4) гидрохимия региональных бассейновых систем; 5) управление водными ресурсами; 6) гидрологическое образование и наука; 7) история гидрологической науки в Украине.

4.1. Теория, методика и практика гидрохимических исследований в условиях антропогенного влияния. В.К. Хильчевский в своих исследованиях придерживается постулата, изложенного В.И. Вернадским о взаимосвязи различных типов вод в природе, который был реализован в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрохимии при оценке взаимосвязи химического состава различных типов природных вод на территории Украины. Чрезвычайно важным шагом в направлении развития и иллюстрации теории взаимосвязи вод стала опубликованная В.К. Хильчевским совместно с Л.Н. Горевым и В.И. Пелешенко в 1995 г. научная разработка "Гидрохимия Украины" (вышла как учебник) – фундаментальное обобщение по химическому составу различных типов вод Украины: атмосферных, поверхностных, подземных и морских [16].

В целом, в своих гидрохимических работах исследователь касается в разной степени многих направлений гидрохимии природных вод: химический состав атмосферных осадков [6, 76]; гидрохимия рек [7-9, 11, 14, 26, 96]; гидрохимия озер [37, 75]; агрогидрохимия [47, 54, 62, 85, 86, 109]; урбогидрохимия [25, 39, 49, 66, 67]; гидрохимия техногенных водных объектов [74, 94, 101]; качество воды источников водоснабжения [48, 81, 82]; интегральное антропогенное влияние на химический состав вод [40, 99, 100, 107, 110, 112].

В 1983 г. В.К. Хильчевский первым в лаборатории применил комплексные индексы качества вод [89], которые тогда только начинали использоваться в гидрохимической практике. В дальнейших исследованиях он увязывает вопросы классической гидрохимии с экологической и потребительской оценкой качества воды, т.е., выполняет эколого-гидрохимическую характеристику вод [39, 40, 98-100, 106, 107].

В 2003 г. ученым разработана и опубликована классификация природных вод по минерализации, в которой сделан акцент на современных подходах к потребительскому качеству воды [52].



Исследование качества воды со студентами в гидрохимической лаборатории кафедры гидрологии и гидроэкологии КНУ им. Тараса Шевченко, 2011 г.

В.К. Хильчевский со своими учениками предложил модернизированный вариант известной гидрохимической классификации О.А. Алекина (по главным ионам). Был введен таксон подтипа к существующим классу, группе, типу, что дало возможность использовать ее при исследованиях антропогенного влияния на химический состав поверхностных вод [96, 97].

Для учебных целей ученым самостоятельно и в соавторстве было разработано и осуществлено ряд методических изданий по определению химического состава природных вод (1993, 2004 г.), методов очистки вод (1993 г.), полевых и лабораторных исследований воды р. Рось (2012 г.) [17, 41, 65].

4.2. Гидрохимическое и гидрографическое картографирование.

Направлением, которое является вкладом в теорию и методологию гидрохимических исследований, стало гидрохимическое картографирование, которым В.К. Хильчевский начал заниматься с коллегами еще в университетской проблемной лаборатории гидрохимии. В 1985 г. в лаборатории был создан рукописный альбом картосхем стока химических компонентов рек Украины. Карты минерализации поверхностных вод Украины, среднего годового ионного стока рек, среднего годового речного стока органических веществ (М 1:4 000 000) вошли в опубликованный в 1990 г. "Гидрохимический атлас СССР", который разрабатывался в Гидрохимическом институте [13]. Впоследствии тематика гидрохимического картографирования развивалась совместно с коллегами из Украинского гидрометеорологического института. В результате был создан ряд карт химического состава поверхностных вод Украины, которые вошли в "Национальный атлас Украины" (2007 г.) [33]. Это карты минерализации и жесткости поверхностных вод, отдельные карты по концентрациям сульфатов, хлоридов, общего железа, аммонийного и нитратного азота (М 1:5 000 000), карта экологической оценки качества поверхностных вод (М 1: 4 000 000).

Согласно «Методик гидрографического и водохозяйственного районирования территории Украины...» [32] были разработаны две демонстрационные карты гидрографического и водохозяйственного районирования Украины (М 1: 635 000), которые ГНПП «Картография» выпустило в 2013 г. для структурных подразделений Госводагентства Украины.

4.3. Агрогидрохимические исследования на малых водосборах воднобалансовых станций В.К. Хильчевский начал на Богуславском гидролого-гидрохимическом стационаре с 1986 г. (лесостепная зона) [24, 93]. Исследовался химический состав атмосферных осадков, вод поверхностно-склонового стока, речных и подземных вод. Затем к исследованиям были подключены Придеснянская (зона смешанных лесов) и Велико-Анадольская (степная зона) воднобалансовые станции. Изучался режим и вынос биогенных компонентов (соединений азота и фосфора) и главных ионов с учетом агрофона на территории водосборов. Результаты этих исследований изложены в монографии "Роль агрохимических средств в формировании качества вод бассейна Днепра", опубликованной в 1996 г. [62], а также в других публикациях [85, 86, 109]. Получены важные данные о выносе нитратов и фосфатов с различных территорий: необрабатываемых площадей; сельхозугодий, залесенных участков. Была разработана методика оценки влияния агрохимических средств на химический состав поверхностных вод в различных природных зонах Украины (смешанных лесов, лесостепной и степной зонах) [62].

4.4. Гидрохимия региональных бассейновых систем. Фактически, гидрохимией региональных бассейновых систем В.К. Хильчевский начал заниматься во время работы над кандидатской диссертацией "Изменение химического состава речных вод бассейна Верхнего Днепра под влиянием антропогенного фактора", защищенной в 1985 г. в Гидрохимическом институте (ГХИ) Госкомгидромета СССР на географические науки по специальности 11.00.10 – "Гидрохимия" [88]. С использованием материалов собственных экспедиционных исследований и данных сети мониторинга Госкомгидромета СССР, им детально исследовался Днепр до Киева – включительно с водосбором на территории России, Беларуси и Украины. Кроме, собственно Днепра, изучались крупные притоки: Припять, Сож, Березина, Десна и их притоки. Был описан гидрохимический режим, сток химических веществ, рассчитана антропогенная составляющая ионного стока, и впервые на то время выполнена оценка качества речных вод.

В результате проведения нескольких десятков экспедиций и стационарных наблюдений была разработана модель гидрохимических исследований региональных бассейновых систем, которая включает следующие составляющие: малый экспериментальный водосбор – малая река – средняя река – большая река. На начальных этапах преобладают экспериментальные и экспедиционные гидрохимические исследования, на завершающих – гидрохимические съемки и использование данных отраслевых мониторингов качества вод. Впоследствии исследованиями были охвачены бассейны средних и больших рек Украины. Исследования включают такие вопросы: изучение общих закономерностей формирования химического состава поверхностных вод; выявление региональных отличий; установление локальных проявлений естественного и антропогенного влияния на качество вод.

Под руководством В.К. Хильчевского было выполнено исследование влияния сульфатного карста и хозяйственной деятельности на химический состав природных вод в бассейне Днестра [1, 11, 104], влияние агрофона на гидродинамику и гидрохимию склоновых водотоков [3], особенностей формирования качества вод трансграничных бассейнов Западного Буга [26, 90, Забокрицкая], Тисы [77, 108], Дуная [42, 50, 113, 114], гидрохимических аспектов минимального стока рек бассейна Днепра [9] и различных видов антропогенного влияния на качество речных вод его зарегулированных притоков [7, 8, 14, 74, 101, 111], формирования водных ресурсов и качества вод бассейна Южного Буга [4]. В значительной степени эти наработки были обобщены в 2012 г. в новом учебнике по основам гидрохимии [79] и в разработанных совместно с коллегами из Украинского гидрометеорологического института картах качества поверхностных вод для "Национального атласа Украины" [33].

4.5. Управление водными ресурсами. Профессор В.К. Хильчевский с 2015 г. является членом рабочей группы при Госводагентстве Украины по разработке предложений по имплементации Водной рамочной директивы ЕС. Вопросы управления водными ресурсами в Украине с учетом положений Водной рамочной директивы Европейского Союза (ВРД 2000/60/ЕС) заинтересовали В.К. Хильчевского в начале 2000 г. Так, в 2002 г. ученым совместно со специалистами Госводхоза Украины была опубликована статья, посвященная трансграничным водным проблемам Украины и Беларуси, связанным с эксплуатацией Верхне-Припятского гидроузла [2]. В 2002 г. он руководил разработкой ведомственного нормативного документа "Порядок организации и осуществления государственного мониторинга вод в системе Госводхоза Украины" (ВНД 33.-5.5-10-2002), а в 2005 г. – "Методических указаний относительно оптимизации системы наблюдений за состоянием поверхностных вод с учетом Водной рамочной директивы ЕС" [80].

Некоторые аспекты управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов на примере Западного Буга разрабатывались совместно с М.Р. Забокрицкой и изложены в монографии "Гидроэкологическое состояние бассейна Западного Буга на территории Украины" (2006 г.), в которой отражены проблемы обеспечения качества воды р. Западный Буг, касающиеся водоохраных органов Украины, Польши и Беларуси [26]. Такая же работа была выполнена и для Днестра, бассейн которого расположен на территории Украины и Молдовы [11].

В 2013 г. профессор В.К. Хильчевский совместно с коллегой по кафедре профессором В.В. Гребнем участвовали в коллективной разработке "Методик гидрографического и водохозяйственного районирования территории Украины в соответствии с требованиями Водной рамочной директивы Европейского Союза" (авторская группа ученых Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Винницкого национального политехнического университета и

специалистов Государственного агентства водных ресурсов Украины) [32]. Разработчиками "Методик ..." [32] была предложена схема гидрографического районирования, которая предусматривает выделение 9 районов речных бассейнов на территории Украины, как основных гидрографических единиц (районы бассейнов: р. Днепр, р. Днестр, р. Дунай, р. Южный Буг, р. Дон, р. Висла, рек Крыма, рек Причерноморья, рек Приазовья).

Чрезвычайную государственную важность приобрела разработанная в "Методиках ..." [32] схема гидрографического районирования территории Украины после ее официального утверждения Законом Украины "О внесении изменений к некоторым законодательным актам Украины относительно внедрения интегрированных подходов в управлении водными ресурсами по бассейновому принципу", принятому Верховной Радой Украины 4 октября в 2016 г. (№ 1641 – VIII) [29], и внесении новаций в Водный кодекс Украины (статья 131) [69].

В 2015 г. опубликован научный справочник "Водный фонд Украины. Искусственные водоемы – водохранилища и пруды" (коллективная разработка под редакцией В.К. Хильчевского и В.В. Гребеня) [5]. Гидрографическим открытием в этой работе стало полученное общее количество прудов в Украине – 49 444. Ведь это на 72 % больше чем 28,8 тыс. прудов – официально принятое количество прудов в Украине до публикации данного справочника. Авторами впервые опубликованы данные о средней доле арендованных водохранилищ и прудов по Украине (соответственно 39 % и 36 %), которая колеблется по областям в очень широких пределах (от 2 до 67 %). Как отмечает В.К. Хильчевский в работе [58], в настоящее время к изучению прудов в Украине нужно применять современные подходы, особенно если иметь ввиду изменяющийся гидрологический режим водных объектов [20].

В отдельных публикациях ученого совместно с коллегами отражены методические аспекты и ход имплементации положений ВРД ЕС в Украине, выполнен ряд исследований гидрографической сети речных бассейнов некоторых рек Украины с применением положений ВРД ЕС [34, 69]. Разрабатывался вопрос, касающийся классификации рек по площади водосбора (европейская классификация более дробная, чем в Водном кодексе Украины). Так, в бассейнах Западного Буга и Рози по классификации ВРД ЕС выявлено по одной очень большой и по две больших реки [23, 36, 70]. Эти исследования имеют особую ценность с позиций разработки в будущем планов управления речными бассейнами в Украине.

Совместно с Забокрицкой М.Р. научные разработки по вопросам управления качеством водных ресурсов были отображены в учебном пособии для студентов "Основные принципы управления качеством водных ресурсов и их охрана" (в 2015 г.) [35].

4.6. Гидрологическое образование и наука. Методическими вопросами высшего гидрологического образования ученый начал заниматься с переходом на преподавательскую работу. Самостоятельно и в соавторстве В.К. Хильчевским написано 8 учебников и 14 учебных пособий, целый ряд методических рекомендаций по выполнению лабораторных и практических работ. Тематика учебно-методических разработок очень разнообразна – фактически, представлены все учебные дисциплины, которые за много лет пришлось ученому преподавать студентам своей кафедры и географического факультета.

Перечень учебников с грифом МОН Украины: "Гидрохимия Украины" (1995 г.); "Общая гидрохимия" (1997 г.); "Водоснабжение и водоотведение – гидроэкологические аспекты" (1999 г.); "Общая гидрология" (2000 г.); "Основы океанологии" (2001, 2008 гг.); "Общая гидрология" (2008 г.); "Основы гидрохимии"

(2012 г.) [16, 27, 28, 38, 48, 72, 73, 79].

Перечень учебных пособий с грифом МОН Украины: "Радиоактивность природных вод" (1993 г.); "Гидрохимия океанов и морей" (2003 г.) [18, 51].

Некоторые из учебно-методических разработок были созданы и опубликованы впервые в Украине. Среди них учебник "Гидрохимия Украины" (1995 г.) написанный совместно с Л.Н. Горевым и В.И. Пелешенко [16].



В.К. Хильчевский с Учителем – профессором В.И. Пелешенко (справа), основателем гидрохимической школы КНУ им. Тараса Шевченко, 2012 г.

Первой украиноязычной публикацией, в которой изложены общие положения гидрохимии, стал учебник "Общая гидрохимия" (1997 г.), разработанный совместно с В.И. Пелешенко [37]. В 2012 г. по инициативе В.К. Хильчевского опубликован современный учебник "Основы гидрохимии" [79], укомплектованный цветными гидрохимическими картами, разработанными в Украинском гидрометеорологическом институте.

Оригинальным является учебник В.К. Хильчевского "Водоснабжение и водоотведение – гидроэкологические аспекты" (1999 г.), в котором акцентируется внимание на качестве воды, которая подается водопользователям, и качестве сточных вод, что сбрасывают в водные объекты после очистки на очистных сооружениях [48]. Этот учебник используется не только при подготовке по специальности 103 "Науки о Земле", но и экологов, и представителей технических специальностей.

Совместно с С.С. Дубняком был издан первый украиноязычный учебник "Основы океанологии" (2001 и 2008 гг.) [72, 73] для студентов географических факультетов и самостоятельно – учебное пособие "Гидрохимия океанов и морей" (2003 г.) для студентов-гидрологов [51].

4.7. История гидрологической науки в Украине. В 1977 г. В.К. Хильчевский принимал участие в обеспечении проведения на базе КГУ имени Т.Г. Шевченко

координационного совещания ВАК СССР с ведущими учеными-гидрохимиками, посвященном обсуждению эффективности деятельности профильных специализированных ученых советов в научно-исследовательских учреждениях бывшего Советского Союза. Совещание проходило в Каневском природном заповеднике. Непринужденная атмосфера способствовала знакомству молодого специалиста с известными советскими учеными-гидрохимиками: О.А. Алекиным (Институт озераведения АН СССР, г. Ленинград, бывший директор Гидрохимического института), А.М. Никаноровым, А.А. Зениным, М.Н. Тарасовым (Гидрохимический институт Госкомгидромета СССР, г. Ростов-на-Дону), А.И. Денисовой (Институт гидробиологии АН УССР, г. Киев), А.И. Симоновым (Государственный океанографический институт Госкомгидромета СССР, г. Москва), Г.В. Цыцариным (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) и др. Впоследствии это позволило наладить творческие контакты с некоторыми из этих ученых.

Став заведующим кафедрой, В.К. Хильчевский начал большее внимание уделять вопросам истории гидрологической науки в Украине, роли отдельных ученых в ее развитии. Так, в 2000 г. он опубликовал брошюру, посвященную кафедре гидрологии и гидрохимии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, в которой в историческом разрезе впервые охарактеризовал разные периоды в истории кафедры, подал информацию о заведующих кафедрой – своих предшественниках: В.А. Назарове, Б.А. Пышкине, С.Ф. Пустовойте, В.И. Пелешенко и Л.Н. Гореве [53]. Впоследствии ученый инициировал создание справочника по персоналиям "Украинские гидрологи, гидрохимики, гидроэкологи", который под его редакцией увидел свет в 2004 г. [45]. В справочнике впервые была систематизирована информация о 55 ученых, которые работали в сфере гидрологии в разные годы в Украине (в основном, во второй половине XX ст.).

Значительное внимание ученый уделяет биографистике известных украинских ученых-гидрологов: основоположника украинской гидрологии Е.В. Оппокова, который был репрессирован в 1937 г., и его ученика А.В. Огиевского [83, 84]. В 2013 г. В.К. Хильчевский вместе с А.А. Косовцом и В.В. Соколовым (Центральная геофизическая обсерватория) участвовал в организации и работе выездного заседания научной общественности, посвященного 145-летию со дня рождения Е.В. Оппокова на его малой родине в Рудом Селе Володарского района Киевской области. Заседание проходило в местной школе, после чего его участники посетили старинный православный храм, в котором в конце XIX - начале XX ст. служил священником отец Е.В. Оппокова.

Важное место в истории кафедры гидрологии и гидроэкологии имели творческие контакты с украинской гидрометслужбой. В публикации, посвященной 95-летию национальной гидрометслужбы в Украине (1921-2016 гг.), В.К. Хильчевский осветил, в частности, роль первого заведующего кафедрой гидрологии суши КГУ имени Т.Г. Шевченко В.А. Назарова в деятельности гидрометслужбы – в 1930 г. тот возглавлял первый научно-исследовательский гидрометеорологический институт гидрометслужбы Украины, а в 1946-1949 гг. – научно-исследовательскую гидрологическую обсерваторию гидрометслужбы Украины [78]. Показана также деятельность третьего заведующего кафедрой С.Ф. Пустовойта, который после Второй мировой войны занимался организацией гидрометеорологической сети на освобожденных от немецких захватчиков территориях.

В.К. Хильчевский профессионально освещает также знаковые события, которые происходят в гидрологической науке и образовании в наше время, в частности в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко,

понимая их важность для будущих исследователей. Это касается методических вопросов гидрологической науки и образования в университетах Украины [10, 30, 46, 60, 61], становления и деятельности университетской научной школы гидрохимии и гидроэкологии, основателем которой был В.И. Пелешенко [56], появления в 2000 г. и функционирования периодического научного сборника "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" ("Гидрология, гидрохимия и гидроэкология") [55, 63, 64], функционирование с 1993 г. специализированного ученого совета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по защите докторских и кандидатских диссертаций по гидрологии и метеорологии [68, 95], проведение Всеукраинских научных конференций с международным участием "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии" [57, 59, 71].

4.8. Государственная премия Украины в области науки и техники 2017 г. за цикл научных трудов "Оценка, прогнозирование и оптимизация состояния водных экосистем Украины". 19 мая 2018 г. вышел Указ Президента Украины № 138/2018 о присуждении авторскому коллективу Государственной премии Украины в области науки и техники 2017 года за работу "Оценка, прогнозирование и оптимизация состояния водных экосистем Украины" [44]. В состав авторского коллектива вошли восемь ведущих ученых Украины в этой области исследований: член-корреспондент НАН Украины, доктор географических наук *В.И. Осадчий* – директор Украинского гидрометеорологического института ГСЧС Украины и НАН Украины; член-корреспондент НАН Украины, доктор химических наук, профессор *Б.Ю. Корнилович* – заведующий кафедрой Национального технического университета "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"; член-корреспондент НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор *Е.И. Никифорович* – заведующий отделом Института гидромеханики НАН Украины; доктор химических наук, профессор *П.Н. Линник* – заведующий отделом Института гидробиологии НАН Украины; доктор биологических наук, профессор *А.А. Протасов* – ведущий научный сотрудник Института гидробиологии НАН Украины; доктор биологических наук, профессор *В.И. Щербак* – ведущий научный сотрудник Института гидробиологии НАН Украины; доктор географических наук, профессор *В.К. Хильчевский* – заведующий кафедрой Киевского национального университета имени Тараса Шевченко; кандидат географических наук *Ю.Б. Набиванец* – заместитель директора Украинского гидрометеорологического института ГСЧС Украины и НАН Украины.

Коллективом ученых в течение 1980-2016 гг. выполнены разработки, которые обосновывают новые прогрессивные принципы и методы, а также реализуют современные технологии оценивания, прогнозирования и оптимизации состояния водных экосистем Украины. Для этого создана химико-аналитическая и экспериментальная методические базы, углублена концепция "буферной емкости" водных экосистем, научные принципы и системы гидроэкологического мониторинга техноэкосистем (водохранилищ, водоемов-охладителей АЭС и ТЭС). Результаты исследований реализованы в системе Министерства экологии и природных ресурсов Украины, Министерства энергетики и угольной промышленности Украины, Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям, Государственного агентства водных ресурсов Украины.

Вклад В.К. Хильчевского заключается в обобщениях по гидрохимии различных водных объектов (реки, водохранилища, озера); разработке концепции трансформации химического состава поверхностных вод; разработке и реализации методологии гидрохимических исследований на малых экспериментальных водосборах в различных природных зонах Украины с целью исследования антропогенного влияния на качество вод.

Наработки авторского коллектива прошли широкую апробацию, в частности опубликовано: 65 монографий, в том числе одна на английском языке в издательстве Springer; 614 научных статей, из которых 172 – в международных изданиях, которые входят в наукометрическую базу Scopus. По этой тематике защищены 10 докторских и 32 кандидатские диссертации.



**Награждение школьников-победителей
Всеукраинского конкурса научных работ
МАН Украины (по гидрологии), 2017 г.**



**Профессор В.К. Хильчевский на
Красном море, соленость – 42 ‰,
2018 г.**

В завершение статьи хочется отметить, что профессор В.К. Хильчевский своей многолетней исследовательской и преподавательской работой снискал авторитет в научном сообществе, уважение студентов, отмечен государством. Он встречает свой юбилей исполненным творческих сил и энергии, которые необходимы для продолжения профессиональной деятельности на благо гидрологического дела в Украине, которому он служит свыше сорока лет.

Список литературы

1. Аксьом С.Д., Хильчевський В.К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. Київ. Ніка-Центр, 2002. 204 с.
2. Бабич М.Я., Хильчевський В.К., Яцюк М.В. Транскордонні проблеми, пов'язані з експлуатацією Верхньо-Прип'ятського гідровузла. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. Т. 4. С. 126-128.
3. Будник С.В., Хильчевский В.К. Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков. Киев. Обрії, 2005. 368 с.
4. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / В.К. Хильчевський, О.В. Чунарьов, М.І. Ромась та ін. / За ред. В.К. Хильчевського. Київ. Ніка-Центр, 2009. 183 с.
5. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / За ред. В.К. Хильчевського, В.В. Гребеня. Київ. Інтерпрес, 2014. 192 с.
6. Влияние антропогенных факторов на химический состав снежного покрова г. Киева и прилегающих районов / В.И. Пелешенко, Н.И. Ромась, В.К. Хильчевский и др. Гидрохимические материалы, 1986. Т. 13 (ДСП). С. 3-9.
7. Гідроекологічний стан басейну Горині (в районі Хмельницької АЕС) / В.К. Хильчевський, М.І. Ромась, О.В. Чунарьов та ін. / За ред. В.К. Хильчевського. Київ. Ніка-Центр, 2011. 176 с.

8. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / *В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського*. Київ: Ніка-Центр, 2009. 115 с.
9. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / *В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського*. Київ. Ніка-Центр, 2007. 184 с.
10. Гідрологія в університетах України – історія, стан, перспективи / *В.К. Хільчевський, Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, А.Г. і др.* Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. № 4 (47). С. 6-28.
11. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / *В.К. Хільчевський В.К., О.М. Гончар, М.Р. Забокрицька та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського, В.А. Сташука*. Київ. Ніка-Центр, 2013. 180 с.
12. Гідрохімічні проблеми освоєння природних ресурсів Української ССР / *В.І. Пелешенко, Д.В. Закревський, Л.Н. Горев, Н.І. Ромась, В.К. Хільчевський*. Известия Всесоюзного географ. общества, 1989. Т. 3 (121). С. 244-249.
13. Гідрохімічний атлас СРСР. Карты: Поверхностные воды Украины / *В.І. Пелешенко, Д.В. Закревський, Л.Н. Горев, В.К. Хільчевський* / Под ред. *А.М. Никанорова*. Москва. ГУГК, 1990. С.59-66.
14. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України / *В.К. Хільчевський, О.О. Винарчук, О.М. Гончар, М.Р. Забокрицька та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського, В.А. Сташука*. Київ. Ніка-Центр, 2014. 230 с.
15. Гідрохімія поверхневих вод УРСР в умовах антропогенного впливу / *В.І. Пелешенко, Д.В. Закревський, Л.Н. Горев, Хільчевський В.К.* і др. / *Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии*. Ленинград. Гидрометеиздат, 1988. С. 140-152
16. *Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Гідрохімія України. Київ. Вища школа, 1995. 307 с.
17. *Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Методи очистки вод. Київ. ВПЦ “Київський університет”, 1993. 117 с.
18. *Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Радіоактивність природних вод: навч. посібник. Київ. Вища школа, 1993. 174 с.
19. *Горев Л.Н., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Влияние хозяйственной деятельности на формирование качества воды. Метеорология, климатология и гидрология, 1983. Вып. 19. С. 11-16.
20. *Гребень В.В., Хільчевський В.К.* Современный водный режим рек Украины / *Материалы 7-го Всероссийского гидрологического съезда*. Санкт-Петербург. 2013. Опт. диск CD-ROM. – секция 4, тема 4.4, доклад № 47.
21. *Гребень В.В.* Про наукову школу гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2013. Т. 3 (38). С. 112-116.
22. *Гребень В.В.* Хільчевський Валентин Кирилович – вчений і наставник. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2013. Т. 4 (39). С. 64-71.
23. *Гребень В.В., Хільчевський В.К.* Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016, Т. 2 (41). С. 32-47.
24. Дослідження гідрохімічних умов на Богуславському гідролого-гідрохімічному стаціонарі Київського університету / *В.І. Пелешенко, Д.В. Закревський, В.К. Хільчевський та ін.* Вісник Київського університету. Серія: Географія, 1988. Вип. 30. С. 47-53.
25. *Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К.* Водні об'єкти Луцька: гідрографія, локальний моніторинг, водопостачання та водовідведення. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. № 3 (42). С. 64-76.
26. *Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.* Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ. Ніка-Центр, 2006. 184 с.
27. Загальна гідрологія: підручник / *С.С. Левківський, В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський та ін.* / За ред. *С.М. Лісогора*. Київ. Фітосоціоцентр, 2000. 264 с.

28. Загальна гідрологія: підручник / *В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського, О.Г. Ободовського.* Київ. ВПЦ «Київський університет», 2008. 399 с.
29. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом», прийнятий Верховною Радою України 4 жовтня 2016 р. (№ 1641-VIII).
30. *Закревський Д.В., Хільчевський В.К.* Гідрохімічні дослідження в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. Т. 2. С. 39-60.
31. *Закревський Д.В., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К.* Сток химических компонентов рек Украинской ССР. Водные ресурсы, 1988. № 6 (15). С. 63-73.
32. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / *В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський та ін.* Київ. Інтерпрес, 2013. 55 с.
33. Національний атлас України. 7 карт у розділі VI: Екологічний стан природного середовища: Гідросфера / *В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець, В.К. Хільчевський* / Гол. ред. *Л.Г. Руденко.* Київ. ДНВП «Картографія», 2007. С. 181, 409, 410.
34. *Ободовський Ю.О., Хильчевский В.К., Ободовский О.Г.* Гідроморфоекологічна оцінка руслових процесів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). Київ. Прінт-Сервіс, 2018.
35. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона / *В.К. Хільчевський, М.Р. Забокрицька, Р.Л. Кравчинський та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського.* Київ. ВПЦ «Київський університет», 2015. 154 с.
36. Оцінка річкової мережі басейну Росі за типологією річок згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу / *В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, П.О. Бабій, М.Р. Забокрицька.* Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2015. Т. 2 (37). С. 23-33.
37. *Пелешенко В.И., Закревський Д.В., Хильчевський В.К.* Про вплив осушувальних меліорацій на хімічний склад вод Шацького природного підрайону. Вісник Київського університету. Серія: Географія, 1978. Вип. 20. С. 56-60.
38. *Пелешенко В.И., Хильчевський В.К.* Загальна гідрохімія: підручник. Київ. Либідь, 1997. 384 с
39. *Пелешенко В.И., Горев Л.Н., Хильчевский В.К.* Качественная оценка вод водоемов и малых водотоков Киева и Киевской области // Физическая география и геоморфология, 1981. Вып. 25. С. 102-108.
40. *Пелешенко В.И., Закревський Д.В., Хильчевський В.К.* Оценка антропогенного воздействия на химический состав речных вод территории УССР / Материали 5-го Всесоюзного гідрологічного съезда. Секція: Якість вод і наукові основи їх охорони. Ленінград. Гідрометеоиздат, 1986. С. 53-55.
41. Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води річки Рось / *В.К. Хільчевський, В.М. Савицький, Л.А. Красова та ін.* / За ред. *В.К. Хільчевського.* Київ. ВПЦ «Київський університет», 2012. 143 с.
42. *Савицкий В.Н., Стецько Н.С., Осадчий В.И., Хильчевский В.К.* Содержание и распределение некоторых загрязняющих веществ в водах Дуная. Водные ресурсы, 1993. № 4(20). С. 462-468.
43. Указ Президента України № 867/2009 від 27 жовтня 2009 р. «Про відзначення державними нагородами України працівників Київського національного університету імені Тараса Шевченка». URL: <http://www.president.gov.ua/documents/8672009-9620>.
44. Указ Президента України № 138/2018 від 21 травня 2018 р. «Про присудження Державних премій України в галузі науки і техніки 2017 року». URL: <http://www.president.gov.ua/documents/1382018-24190>.
45. Українські гідрологи, гідрохіміки, гідроекологи: Довідник / *В.К. Хільчевський, В.І. Осадчий, В.М. Самойленко та ін.* / за ред. *В.К. Хільчевського.* Київ. Ніка-Центр, 2004. 176 с.
46. Університетська гідрологічна наука в Україні та перспективи подальшого її розвитку /

- В.К. Хільчевський, Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода та ін.* Український гідрометеорологічний журнал, 2017. № 19. С. 90-105.
47. *Хільчевський В.К.* Агрогідрохімія. Київ. ВПЦ «Київський університет», 1995. 162 с.
 48. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення - гідроекологічні аспекти: підручник. Київ. ВЦ «Київський університет», 1999. 319 с.
 49. *Хільчевський В. К.* Гідроекологічні проблеми ревіталізації річок на території міських агломерацій – міжнародний та український досвід. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. Т. 2 (45). С. 6-13.
 50. *Хільчевський В.К.* Гідролого-гідрохімічна характеристика середньої і нижньої частини басейну Дунаю. Вісник Київського університету. Серія: Географія, 1990. Вип. 32. С. 29-33.
 51. *Хільчевський В.К.* Гідрохімія океанів і морів: навч. посібник. Київ. ВПЦ «Київський університет», 2003. 114 с.
 52. *Хільчевський В.К.* До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. Т. 5. С. 11-18.
 53. *Хільчевський В.К.* Кафедра гідрології і гідрохімії: освіта і наука. Київ. Ніка-Центр, 2000. 22 с.
 54. *Хільчевський В.К.* Оцінка впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин та якість поверхневих вод (на прикладі басейну Дніпра). Автореферат дис. доктора геогр. наук. Спеціальність 11.00.07. Гідрологія суши, водне ресурси, гідрохімія. Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. Київ. 1996. 38 с.
 55. *Хільчевський В.К.* Передмова до наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2000. Т. 1. С. 7-8.
 56. *Хільчевський В.К.* Перші комплексні гідрохімічні дослідження Шацьких озер на Волині у 1975 р. – початок формування наукової школи гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2015. Т. 4 (39). С. 64-71.
 57. *Хільчевський В.К.* Про результати роботи Першої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (Київ, 2001 р.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2002. Т. 3. С. 9-14.
 58. *Хільчевський В. К.* Про функціонально-генетичну та гідрохімічну класифікації ставків. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. № 3 (46). С. 6-11.
 59. *Хільчевський В.К.* Про Четверту Всеукраїнську наукову конференцію «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія», м. Луганськ, 2009 р. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2010. Т. 2(19). С. 226-229.
 60. *Хільчевський В.К.* Розвиток гідрохімічних і гідроекологічних досліджень в Україні. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. Т. 2. С. 22-29.
 61. *Хільчевський В.К.* Розвиток та перспективи гідрологічних і гідрохімічних досліджень в Україні. Наукові записки Київського нац-го ун-ту ім. Т.Шевченка, 2004. С. 94-99.
 62. *Хільчевський В.К.* Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. К.: ВПЦ «Київський університет», 1996. 222 с.
 63. *Хільчевський В.К.* Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» за 2000-2010 рр. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011. Т. 2 (23). С. 185-231.
 64. *Хільчевський В.К.* Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" за 2011-2015 рр. (томи 1(22)–4(39)). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2015. Т. 4 (39). С. 72-90.
 65. *Хільчевський В.К.* Хімічний аналіз вод: навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2004. 61 с.
 66. *Хільчевський В.К., Бойко О.В.* Гідролого-гідрохімічна характеристика озер і ставків території м. Києва. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. № 2. С. 529-535.
 67. *Хільчевський В.К., Бойко О.В., Ободовський О.Г.* Малі річки Києва. Краєзнавство, географія, туризм, 2001. № 4(201). С. 4-6.
 68. *Хільчевський В.К., Гребінь В.В.* Аналіз підготовки спеціалістів вищої кваліфікації з гідрології та метеорології в Київському національному університеті імені Тараса

Шевченка (1993-2011 рр.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011. Т. 2(23). С. 168-184.

69. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. № 1 (44). С. 8-20.
70. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сяну) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т. 1(40). С. 29-41.
71. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Ющенко Ю.С. Про роботу П'ятої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія». Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2011. Т. 3(24). С. 193-199.
72. Хільчевський В.К. Дубняк С.С. Основи океанології: підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2001. 242 с.
73. Хільчевський В.К., Дубняк С.С. Основи океанології: підручник. - 2-е вид., доповнене. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. 255 с.
74. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунар'єв О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. К.: Ніка-Центр, 2012. 180 с.
75. Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б. Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 1 (48). С. 6-15.
76. Хільчевський В.К., Курило С.М. Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. № 4 (43). С. 63-74.
77. Хільчевський В.К., Лета В.В. Комплексна оцінка якості води р. Чорна Тиса. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. № 3(42). С. 50-56.
78. Хільчевський В.К., Осадчий В.І. Національній гідрометеорологічній службі в Україні – 95 років: хронологія змін // Наукові праці Українського гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ), 2016. Вип. 259. С. 67- 75.
79. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 326 с.
80. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Забокрицька М.Р. Порядок організації і здійснення державного моніторингу вод у системі Держводгоспу України / ВНД 33. -5.5-10-2002. К.: Держводгосп України, 2002. 27 с.
81. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Сілевич С.О. Про моніторинг та динаміку вмісту важких металів у районах водозаборів у басейні р. Дніпро. Захист довкілля від антропогенного навантаження. 2003. Вип. 8(10). С. 26-32.
82. Хільчевський В.К., Сілевич С.О., Савицький В.М. Проблема забруднення залізом і марганцем поверхневих вод басейну Дніпра та можливі шляхи її вирішення в районах водозаборів // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2004. №3. С. 22-30.
83. Хільчевський В.К., Соколов В.В. Відзначення 145-ї річниці від дня народження академіка ВУАН та ВАСГНІЛ Євгена Володимировича Оппокова (1869-1937). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2014. №. 1. С. 102-105.
84. Хільчевський В.К., Соколов В.В., Куций А.В. До 120-річчя вченого-гідролога А.В. Огієвського (деякі архівні дослідження). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2014. Т. 2 (33). С. 104-113.
85. Хильчевский В.К. Агрогидрохимические аспекты охраны речных вод / Материалы международ. симпозиума: Методы охраны атмосферы и водной среды. Санкт-Петербург, 1994. С. 19-21.
86. Хильчевский В.К. Влияние сельскохозяйственного производства на химический состав природных вод (обзор). Гидробиологический журнал, 1993. № 1(29). С. 74-85.
87. Хильчевский В.К. Изменение гидрохимического режима Днепра, Припяти, Десны под влиянием хозяйственной деятельности / Исследование гидрометеорологического режима (влияние антропогенного воздействия на окружающую среду). Паланга-Вильнюс, 1983. С. 126-128.

88. Хильчевский В.К. Изменение химического состава речных вод бассейна Верхнего Днепра под влиянием антропогенного фактора. Автореферат дис. канд. геогр. наук. Специальность 11.00.10. Гидрохимия. Гидрохимический институт. Ростов-на-Дону. 1985. 19 с.
89. Хильчевский В.К. Комплексная оценка качества речных вод бассейна Верхнего Днепра. Вестник сельскохоз. науки, 1983. № 11. С. 38-41.
90. Хильчевский В.К., Забокрицкая М.Р. Гидроэкологическое состояние бассейна Западного Буга на территории Украины и управление водными ресурсами. Природная асяродзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця, 2014. Вып. 7. С. 280-286. (Беларусь).
91. Хильчевский В.К., Пелешенко В.И. Влияние хозяйственной деятельности на химический состав речных вод бассейна Верхнего Днепра / Материалы 28-го Всесоюзного гидрохим. совещания (г. Ростов-на-Дону, 1984 г.). Ленинград. Гидрометеиздат, 1986. Часть II. С. 15-16.
92. Хильчевский В.К., Пелешенко В.И. Изменение ионного стока рек бассейна Верхнего Днепра в связи с хозяйственной деятельностью. Гидрохимические материалы, 1987. Т.14 (ДСП). С. 58-64.
93. Хильчевский В.К., Пелешенко В.И. О постановке и результатах исследований химического состава различных типов природных вод на стационаре Киевского университета / Материалы 29-го Всесоюзного гидрохимического совещания (г. Ростов-на-Дону, 1987 г.). Ленинград. Гидрометеиздат, 1987. Т. 1. С. 87-89.
94. Хильчевский В.К., Кравчинский Р.Л., Винарчук О.А. Особенности формирования химического состава воды р. Ингулец (бассейн р. Днепр) / Материалы междунар. научн. конф.: Современные проблемы гидрохимии и формирование качества вод. Ростов-на-Дону. 2010. С. 164-167.
95. Хильчевский В.К., Круковская А.В., Гребень В.В. 25 лет деятельности спецсовета по защите диссертаций по гидрологии и метеорологии в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (1993-2018 гг.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. №1 (48). С. 80-98.
96. Хильчевский В.К., Курило С.М. Трансформация химического состава речных вод Украины в условиях изменения климата / Материалы междунар. начн. конф.: Проблемы обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Минск, 2015. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/118468>.
97. Хильчевский В.К., Курило С.М., Руденко Р.В. Модернизация классификации природных вод О.А. Алекина для исследования трансформации химического состава поверхностных вод. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2006. Т. 11. С. 32-37.
98. Хильчевский В.К., Ромась Н.И., Савицкий В.Н. Современные приоритетные направления гидрохимических и гидроэкологических исследований в Украине / Материалы 6-го Всероссийского гидрологического съезда. Секция 4: Качество вод и научные основы их охраны. Санкт-Петербург. Гидрометеиздат, 2004. С. 280-282.
99. Хильчевский В.К., Хильчевский Р.В., Гороховская М.С. Экологические аспекты выноса с речным стоком химических веществ в водные объекты бассейна Днепра. Водные ресурсы, 1999. № 4(26). С. 506-511.
100. Хильчевский В.К., Чеботько К.А. Оценка эколого-гидрохимического состояния природных вод Украины. Водные ресурсы, 1994. № 2(21). С. 182-188.
101. Шерстюк Н. П., Хильчевський В. К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних і природних водних об'єктах Кривбасу. Дніпропетровськ. Акцент, 2012. 263 с.
102. Hilchevskiy V. Aspecte metodice ale cercetarii influentei agriculturii asupra calitatii apei riurilor // Studii si cercetari de geologie, geofisica si geografie. Seria: geografie, 1991. XXXIII. P. 48-53 (Romania).
103. Hilchevskiy V. Certcetari hidrochemice in cadrul bazinului experimental al unui riu mic, dintr-o zona de agricultura intennsiva // Analele Universitati Bucuresti: Geografie, 1990. XXXIX. P. 71-77 (Romania).
104. Hilchevskiy V. Resursele de apa ale Ucrainei si protectia calitatiilor // Terra. 1989. XXI (XLI), № 2. P. 55-57 (Romania).

105. *Hilcevski V.K., Goncear O.M., Zabocritca M.R.* Regimul hidrochimic si calitatea apelor de suprafata ale bazinului Nistru teritoriul Ucraine. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2013. Т. 1 (28). С. 68-76.
106. *Khil'chevskii V.K., Chebot'ko K.A.* Evaluation of the Ecological and Hydrochemical State of Natural Waters in Ukraine. *Water Resources*, 1994. 2(21). P. 166-172.
107. *Khil'chevskii V.K., Khil'chevskii R.V., Gorokhovskaya M.S.* Environmental Aspects of Chemical Substance Discharge with River Flow into Water Bodies of the Dnieper River Basin. *Water Resources*, 1999. 4(26). P. 453-458.
108. *Khilchevskiy V., Klebanov D., Savitskiy V.* On state monitoring of fluvial water quality of Tysa's basin in the freshet season // XXI Conference of the Danubian countries: Hydrological Forecasting and Hydrological bases of Water Management. Bucharest. 2002. P. 83
109. *Khilchevsky V.K.* Effect of agricultural production on the chemistry of natural waters: A survey. *Hydrobiological Journal*, 1994. 1(30). P. 82–93.
110. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.* Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2018. 1(1).
111. *Kowalczyk I., Hilchevskiy V.* Hydrologiczne i hydroecologiczne problemu Ukrainiskiego Polesia // *Acta Agrophysica*. 2002. № 68 (III). S. 73-88. (Polskiej Akademii Nauk).
112. *Peleshenko V.I., Zakrevskiy D.V., Gorev L.N., Romas' N.I., Khil'chevskiy W.K.* Hydrochemical problems in developing natural resources in the Ukrainian SSR. *Izvestiya Vsesoyuznogo Geograficheskogo Obshchestva*, 1989. 3(121). P. 244–249.
113. *Savitskii V.N., Stets'ko, N.S., Osadchii V.I., Khil'chevskii V.K.* Content and Distribution of Some Pollutants in Danube Water. *Water Resources*, 1993. 4(20). P. 64-71.
114. *Savitsky V.N., Khilchevsky V.K., Chebotko K.A., Stetsko N.S.* The content and dynamics of nitrogen-bearing and some other biologically active substances in the Danube. XXVII th. Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Budapest. 1994. 2(II). P. 771-775.
115. *Zakrevskii D.V., Peleshenko V.I., Khil'chevskii V.K.* Dissolved load of Ukrainian rivers. *Water Resources*, 1988. 6(15). P. 63–73.

References

1. *Aksom S.D., Khilchevskiy V.K.* Vplyv sulfatnoho karstu na khimichniy sklad pryrodnykh vod u baseini Dnistra. Kyiv. *Nika-Tsentr*, 2002. 204 s.
2. *Babych M.Ia., Khilchevskiy V.K., Yatsiuk M.V.* Transkordonnii problemy, poviazani z ekspluatatsiieiu Verkhno-Prypiatskoho hidrovuzla. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*. 2002. Т. 4. S. 126-128.
3. *Budnik S.V., Hilchevskiy V.K.* *Gidrodinamika i gidrohimiya sklonovyih vodotokov*. Kiev. *Obrii*. 2005. 368 s.
4. *Vodni resursy ta yakist richkovykh vod baseinu Pivdennoho Buhu / V.K. Khilchevskiy, O.V. Chunarov, M.I. Romas ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho*. Kyiv. *Nika-Tsentr*, 2009. 183 s.
5. *Vodnyi fond Ukrainy: Shtuchni vodoimy - vodoskhoverushcha i stavky: Dovidnyk / Za red. V.K. Khilchevskoho, V.V. Hrebenia*. Kyiv. *Interpres*, 2014. 192 s.
6. *Vliyanie antropogennyih faktorov na himicheskii sostav snezhnogo pokrova g. Kieva i privileyuschiy rayonov / V.I. Peleshenko, N.I. Romas, V.K. Hilchevskiy i dr.* *Gidrohimicheskie materialy*. 1986. Т. 13 (DSP). S. 3-9.
7. *Hidroekolohichniy stan baseinu Horyni (v raioni Khmelnytskoi AES) / V.K. Khilchevskiy, M.I. Romas, O.V. Chunarov ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho*. Kyiv. *Nika-Tsentr*, 2011. 176 s.
8. *Hidroekolohichniy stan baseinu richky Ros / V.K. Khilchevskiy, S.M. Kurylo, S.S. Dubniak ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho*. Kyiv: *Nika-Tsentr*, 2009. 115 s.
9. *Hidroloho-hidrokhiimichna kharakterystyka minimalnoho stoku richok baseinu Dnipra / V.K. Khilchevskiy, I.M. Romas, M.I. Romas ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho*. Kyiv. *Nika-Tsentr*, 2007. 184 s.
10. *Gidrologiya v universitetah Ukrainy – istoriya, sostoyanie, perspektivy / V.K. Hilchevskiy, E.D. Gopchenko, N.S. Loboda, A.G. i dr.* *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*, 2017. # 4 (47). S. 6-28.

11. Hidrokhimichniy rezhym ta yakist poverkhnevyykh vod baseinu Dnistra na terytorii Ukrainy / V.K. *Khilchevskiy* V.K., O.M. *Honchar*, M.R. *Zabokrytska ta in.* / Za red. V.K. *Khilchevskoho*, V.A. *Stashuka*. Kyiv. Nika-Tsentr, 2013. 180 s.
12. Gidrohimiicheskie problemy osvoeniya prirodnih resursov Ukrainskoy SSR / V.I. *Peleshenko*, D.V. *Zakrevskiy*, L.N. *Gorev*, N.I. *Romas*, V.K. *Hilchevskiy*. Izvestiya Vsesoyuznogo geograf. obschestva, 1989. T. 3 (121). S. 244-249.
13. Gidrohimiicheskiy atlas SSSR. Kartyi: Poverhnostnye vody Ukrainy / V.I. *Peleshenko*, D.V. *Zakrevskiy*, L.N. *Gorev*, V.K. *Hilchevskiy* / Pod red. A.M. *Nikanorova*. Moskva. GUGK, 1990. S.59-66.
14. Hidrokhimiia richok Livoberezhnogo lisostepu Ukrainy / V.K. *Khilchevskiy*, O.O. *Vynarchuk*, O.M. *Honchar*, M.R. *Zabokrytska ta in.* / Za red. V.K. *Khilchevskoho*, V.A. *Stashuka*. Kyiv. Nika-Tsentr, 2014. 230 s.
15. Gidrohimiya poverhnostnykh vod USSR v usloviyah antropogennogo vozdeystviya / V.I. *Peleshenko*, D.V. *Zakrevskiy*, L.N. *Gorev*, *Hilchevskiy* V.K. i dr. / Sovremennyye problemy regionalnoy i prikladnoy gidrokhimii. Leningrad. Gidrometeoizdat, 1988. S. 140-152.
16. *Horiev L.M.*, *Peleshenko V.I.*, *Khilchevskiy V.K.* Hidrokhimiia Ukrainy. Kyiv. Vyshcha shkola, 1995. 307 s.
17. *Horiev L.M.*, *Peleshenko V.I.*, *Khilchevskiy V.K.* Metody ochystky vod. Kyiv. VPTs "Kyivskiy universytet", 1993. 117 s.
18. *Horiev L.M.*, *Peleshenko V.I.*, *Khilchevskiy V.K.* Radioaktyvnist pryrodnykh vod: navch. posibnyk. Kyiv. Vyshcha shkola, 1993. 174 s.
19. *Gorev L.N.*, *Peleshenko V.I.*, *Hilchevskiy V.K.* Vliyanie hozyaystvennoy deyatel'nosti na formirovaniye kachestva vody. Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya, 1983. Vyip. 19. S. 11-16.
20. *Greben V.V.*, *Hilchevskiy V.K.* Sovremennyy vodnyy rezhim rek Ukrainy / Materialy 7-go Vserossiyskogo gidrologicheskogo s'ezda. Sankt-Peterburg, 2013. Opt. disk CD-ROM. – sektsiya 4, tema 4.4, doklad № 47.
21. *Hrebin V.V.* Pro naukovu shkolu hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2013. T. 3 (38). S. 112-116.
22. *Hrebin V.V.* *Khilchevskiy Valentyn Kyrylovych* – vchenyi i nastavnyk. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2013. T. 4 (39). S. 64-71.
23. *Hrebin V.V.*, *Khilchevskiy V.K.* Retrospektyvnyi analiz doslidzhen richkovoї merezhi Ukrainy ta zastosuvannya typolohii richok Vodnoi ramkovoї dyrektyvy YeS na suchasnomu etapi. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2016. T. 2 (41). S. 32-47.
24. Doslidzhennia hidrokhimichnykh umov na Bohuslavskomu hidroloho-hidrokhimichnomu statsionari Kyivskoho universytetu / V.I. *Peleshenko*, D.V. *Zakrevskiy*, V.K. *Khilchevskiy* ta in. Visnyk Kyivskoho universytetu. Seriya: Heohrafiia, 1988. Vyp. 30. S. 47-53.
25. *Zabokrytska M.R.*, *Khilchevskiy V.K.* Vodni obiekty Lutska: hidrohrafiia, lokalnyi monitorynh, vodopostachannia ta vodovidvedennia. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2016. № 3 (42). S. 64-76.
26. *Zabokrytska M.R.*, *Khilchevskiy V.K.*, *Manchenko A.P.* Hidroekolohichniy stan baseinu Zakhidnogo Buhu na terytorii Ukrainy. Kyiv. Nika-Tsentr, 2006. 184 s.
27. Zahalna hidrolohiia: pidruchnyk / S.S. *Levkivskiy*, V.K. *Khilchevskiy*, O.H. *Obodovskiy* ta in. / Za red. S.M. *Lisohora*. Kyiv. Fitosotsiotsentr, 2000. 264 s.
28. Zahalna hidrolohiia: pidruchnyk / V.K. *Khilchevskiy*, O.H. *Obodovskiy*, V.V. *Hrebin* ta in. / Za red. V.K. *Khilchevskoho*, O.H. *Obodovskoho*. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet», 2008. 399 s.
29. Zakon Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiaknykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo vprovadzhennia intehrovanykh pidkhodiv v upravlinni vodnymy resursamy za baseinovym pryntsyptom», pryiniaty Verkhovnoiu Radoiu Ukrainy 4 zhovtnia 2016. (№ 1641-VIII).
30. *Zakrevskiy D.V.*, *Khilchevskiy V.K.* Hidrokhimichni doslidzhennia v Kyivskomu natsionalnomu universyteti imeni Tarasa Shevchenka. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2001. T. 2. S. 39-60.
31. *Zakrevskiy D.V.*, *Peleshenko V.I.*, *Hilchevskiy V.K.* Stok himicheskikh komponentov rek Ukrainskoy SSR. Vodnyie resursy, 1988. № 6 (15). S. 63-73.

32. Metodyky hidrohrafichnoho ta vodohospodarskoho raionuvannia terytorii Ukrainy vidpovidno do vymoh Vodnoi ramkovoï dyrektyvy Yevropeiskoho Soiuzu / V.V. Hrebin, V.B. Mokin, V.A. Stashuk, V.K. Khilchevskiy ta in. Kyiv. Interpres, 2013. 55 s.
33. Natsionalnyi atlas Ukrainy. 7 kart u rozdil VI: Ekolohichnyi stan pryrodnoho seredovyscha: Hidrosfera / V.I. Osadchyi, N.M. Osadcha, Yu.B. Nabyvanets, V.K. Khilchevskiy / Hol. red. L.H. Rudenko. Kyiv. DNVP «Kartohrafiia», 2007. S. 181, 409, 410.
34. Obodovskiy Yu.O., Khilchevskiy V.K., Obodovskiy O.H. Hidromorfoekolohichna otsinka ruslovykh protsesiv richok verkhnoi chastyny baseinu Tysy (v mezhakh Ukrainy). Kyiv. Print-Servis, 2018.
35. Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhorona / V.K. Khilchevskiy, M.R. Zabokrytska, R.L. Kravchynskiy ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet», 2015. 154 s.
36. Otsinka richkovoï merezhi baseinu Rosi za typolohiïeu richok zghidno Vodnoi ramkovoï dyrektyvy Yevropeiskoho Soiuzu / V.V. Hrebin, V.K. Khilchevskiy, P.O. Babii, M.R. Zabokrytska. Hidrolohiia, hidrokhiïiia i hidroekolohiia, 2015. T. 2 (37). S. 23-33.
37. Peleshenko V.I., Zakrevskiy D.V., Khilchevskiy V.K. Pro vplyv osushuvalnykh melioratsii na khimichnyi sklad vod Shatskoho pryrodnoho pidraionu. Visnyk Kyivskoho universytetu. Serii: Heohrafiia. 1978. Vyp. 20. S. 56-60.
38. Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. Zahalna hidrokhiïiia: pidruchnyk. Kyiv. Lybid, 1997. 384 s.
39. Peleshenko V.I., Gorev L.N., Hilchevskiy V.K. Kachestvennaya otsenka vod vodoemov i malyih vodotokov Kieva i Kievskoy oblasti. Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya. 1981. Vyip. 25. S. 102-108.
40. Peleshenko V.I., Zakrevskiy D.V., Hilchevskiy V.K. Otsenka antropogennogo vozdeystviya na himicheskiiy sostav rechnyih vod territorii USSR / Materialy 5-go Vsesoyuznogo gidrologicheskogo s'ezda. Sektsiya: Kachestvo vod i nauchnyie osnovy ih ohranyi. Leningrad. Gidrometeoizdat, 1986. S. 53-55.
41. Polovi ta laboratorni doslidzhennia khimichnoho skladu vody richky Ros / V.K. Khilchevskiy, V.M. Savytskyi, L.A. Krasova ta in. / Za red. V.K. Khilchevskoho. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet», 2012. 143 s.
42. Savitskiy V.N., Stetsko N.S., Osadchiy V.I., Hilchevskiy V.K. Soderzhanie i raspredelenie nekotoryih zagryaznyayuschih veschestv v vodah Dunaya. Vodnyie resursy, 1993. # 4(20). S. 462-468.
43. Ukaz Prezidenta Ukrainy № 867/2009 vid 27 zhovtnia 2009 r. «Pro vidznachennia derzhavnymy nahorodamy Ukrainy pratsivnykiv Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka». URL: <http://www.president.gov.ua/documents/8672009-9620>
44. Ukaz Prezidenta Ukrainy № 138/2018 vid 21 travnia 2018 r. «Pro prysudzhennia Derzhavnykh premii Ukrainy v haluzi nauky i tekhniky 2017 roku». URL: <http://www.president.gov.ua/documents/1382018-24190>
45. Ukrainski hidrolohy, hidrokhiïiky, hidroekolohy: Dovidnyk / V.K. Khilchevskiy, V.I. Osadchyi, V.M. Samoilenko ta in. / za red. V.K. Khilchevskoho. Kyiv. Nika-Tsentr, 2004. 176 s.
46. Universytetska hidrolohichna nauka v Ukraini ta perspektyvy podalshoho yii rozvytku / V.K. Khilchevskiy, Ye.D. Hopchenko, N.S. Loboda ta in. Ukrainskiy hidrometeorolohichnyi zhurnal, 2017. № 19. S. 90-105.
47. Khilchevskiy V.K. Ahrohidrokhiïiia. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet», 1995. 162 s.
48. Khilchevskiy V.K. Vodopostachannia i vodovidvedennia - hidroekolohichni aspekty: pidruchnyk. Kyiv. VTs "Kyivskiy universytet", 1999. 319 s.
49. Khilchevskiy V. K. Hidroekolohichni problemy revitalizatsii richok na terytorii miskykh ahlomeratsii – mizhnarodnyi ta ukraïnskyi dosvid. Hidrolohiia, hidrokhiïiia i hidroekolohiia, 2017. T. 2 (45). S. 6-13.
50. Khilchevskiy V.K. Hidroloho-hidrokhiïichna kharakterystyka serednoi i nyzhnoi chastyny baseinu Dunaiu. Visnyk Kyivskoho universytetu. Serii: Heohrafiia, 1990. Vyp. 32. S. 29-33.
51. Khilchevskiy V.K. Hidrokhiïiia okeaniv i moriv: navch. posibnyk. Kyiv. VPTs "Kyivskiy universytet", 2003. 114 s.
52. Khilchevskiy V.K. Do pytannia pro klasyfikatsiiu pryrodnykh vod za mineralizatsiïeu. Hidrolohiia, hidrokhiïiia i hidroekolohiia, 2003. T. 5. S. 11-18.

53. *Khilchevskiy V.K.* Kafedra hidrolohii i hidrokhimii: osvita i nauka. Kyiv. Nika-Tsentr, 2000. 22 s.
54. *Khilchevskiy V.K.* Otsinka vplyvu ahrokhimichnykh zasobiv na stik khimichnykh rehovyn ta yakist poverkhnevyykh vod (na prykladi baseinu Dnipra). Avtoreferat dys. doktora heohr. nauk. Spetsyalnost 11.00.07. Hydrolohiya sushy, vodne resursy, hydrokhymia. Kyevskiy natsionalnyi unyversytet im. Tarasa Shevchenko. Kyev. 1996. 38 s.
55. *Khilchevskiy V.K.* Peredmova do naukovoho zbirnyka «Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia». Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2000. T. 1. S. 7-8.
56. *Khilchevskiy V.K.* Pershi kompleksni hidrokhimichni doslidzhennia Shatskykh ozer na Volyni u 1975 r. – pochatok formuvannia naukovo shkoly hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnoho unyversytetu imeni Tarasa Shevchenka. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2015. T. 4 (39). S. 64-71.
57. *Khilchevskiy V.K.* Pro rezultaty roboty Pershoi Vseukrainskoi naukovo konferentsii “Hidrolohiia, hidrokhimii, hidroekolohiia” (Kyiv, 2001). Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2002. T. 3. S. 9-14.
58. *Khilchevskiy V. K.* Pro fuktsionalno-henetychnu ta hidrokhimichnu klasyfikatsii stavkiv. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2017. № 3 (46). S. 6-11.
59. *Khilchevskiy V.K.* Pro Chetvertu Vseukrainsku naukovu konferentsiiu “Hidrolohiia, hidrokhimii, hidroekolohiia”, m. Luhansk, 2009. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2010. T. 2(19). S. 226-229.
60. *Khilchevskiy V.K.* Rozvytok hidrokhimichnykh i hidroekolohichnykh doslidzhen v Ukraini. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2001. T. 2. S. 22-29.
61. *Khilchevskiy V.K.* Rozvytok ta perspektivy hidrolohichnykh i hidrokhimichnykh doslidzhen v Ukraini // Naukovi zapysky Kyivskoho nats-ho un-tu im. T. Shevchenka, 2004. S. 94-99.
62. *Khilchevskiy V.K.* Rol ahrokhimichnykh zasobiv u formuvanni yakosti vod baseinu Dnipra. K.: VPTs “Kyivskiy unyversytet”, 1996. 222 s.
63. *Khilchevskiy V.K.* Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku «Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia» za 2000-2010. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2011. T. 2 (23). S. 185-231.
64. *Khilchevskiy V.K.* Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku "Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia" za 2011-2015. (tomy 1(22)–4(39)). Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2015. T. 4 (39). S. 72-90.
65. *Khilchevskiy V.K.* Khimichni analiz vod: navch. posibnyk. K.: VPTs “Kyivskiy unyversytet”, 2004. 61 s.
66. *Khilchevskiy V.K., Boiko O.V.* Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka ozer i stavkiv terytorii m. Kyieva. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2001. № 2.S. 529-535.
67. *Khilchevskiy V.K., Boiko O.V., Obodovskiy O.H.* Mali richky Kyieva. Kraieznavstvo, heohrafiia, turyzm, 2001. № 4(201). S. 4-6.
68. *Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V.* Analiz pidhotovky spetsialistiv vishchoi kvalifikatsii z hidrolohii ta meteorolohii v Kyivskomu natsionalnomu unyversyteti imeni Tarasa Shevchenka (1993-2011). Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2011. T. 2 (23). S. 168-184.
69. *Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V.* Hidrografichne ta vodohospodarske raionuvannia terytorii Ukrainy, zatverdzhene u 2016 – realizatsiia polozhen VRD YeS. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2017. № 1 (44). S. 8-20.
70. *Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V., Zabokrytska M.R.* Otsinka hidrografichnoi merezhi raionu richkovoho baseinu Visly (Zakhidnoho Buhu ta Sianu) na terytorii Ukrainy zghidno ty polohii Vodnoi ramkovo dyrektyvy YeS. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2016. T. 1 (40). S. 29-41.
71. *Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V., Yushchenko Yu.S.* Pro robotu Piatoi Vseukrainskoi naukovo konferentsii «Hidrolohiia, hidrokhimii, hidroekolohiia». Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohiia, 2011. T. 3 (24). S. 193-199.
72. *Khilchevskiy V.K. Dubniak S.S.* Osnovy okeanolohii: pidruchnyk. K.: VPTs “Kyivskiy unyversytet”, 2001. 242 s.
73. *Khilchevskiy V.K., Dubniak S.S.* Osnovy okeanolohii: pidruchnyk. - 2-e vyd. dopovnene. K.: VPTs «Kyivskiy unyversytet», 2008. 255 s.

74. *Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L., Chunarov O.V.* Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody Inhultsia v umovakh tekhnohenezu. K.: Nika-Tsentr, 2012. 180 s.
75. *Khilchevskiy V.K., Korchemliuk M.V., Kravchynskiy R.L., Savchuk B.B.* Umovy formuvannia khimichnogo skladu vody hirs'koho ozera Maricheika (masyv Chornohora, Ukrainski Karpaty). Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2018. № 1 (48). S. 6-15.
76. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M.* Khimichniy sklad atmosferykh opadiv na terytorii Ukrainy ta yoho antropohenna skladova. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2016. № 4 (43). S. 63-74.
77. *Khilchevskiy V.K., Leta V.V.* Kompleksna otsinka yakosti vody r. Chorna Tysa. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2016. № 3 (42). S. 50-56.
78. *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I.* Natsionalnii hidrometeorolohichnii sluzhbi v Ukraini – 95 rokiv: khronolohiia zmin. Naukovi pratsi Ukrain'skoho hidrometeorolohichnogo instytutu (UkrNDHMI), 2016. Vyp. 259. S. 67- 75.
79. *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Osnovy hidrokhimii: pidruchnyk. K.: Nika-Tsentr, 2012. 326 s.
80. *Khilchevskiy V.K., Savytskyi V.M., Zabokrytska M.R.* Poriadok orhanizatsii i zdiisnennia derzhavnogo monitoryngu vod u systemi Derzhvodhospu Ukrainy / VND 33.-5.5-10-2002. K.: Derzhvodhosp Ukrainy, 2002. 27 s.
81. *Khilchevskiy V.K., Savytskyi V.M., Silevych S.O.* Pro monitoryng ta dynamiku vmistu vazhkykh metaliv u raionakh vodozaboriv u baseini r. Dnipro // Zakhyst dovkillia vid antropohennoho navantazhennia. 2003. Vyp. 8(10). S. 26-32.
82. *Khilchevskiy V.K., Silevych S.O., Savytskyi V.M.* Problema zabrudnennia zalizom i marhantsem poverkhnevyykh vod baseinu Dnipro ta mozhlyvi shliakhy yii vyrishennia v raionakh vodozaboriv // Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiedialnosti. 2004. №3. S. 22-30.
83. *Khilchevskiy V.K., Sokolov V.V.* Vidznachennia 145-yi richnytsi vid dnia narodzhennia akademika VUAN ta VASHNIL Yevhena Volodymyrovycha Oppokova (1869-1937). Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2014. №. 1. S. 102-105.
84. *Khilchevskiy V.K., Sokolov V.V., Kutsyi A.V.* Do 120-richchia vchenoho-hidroloha A.V. Ohiievskoho (deiaki arkhivni doslidzhennia) // Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia, 2014. T. 2 (33) S. 104-113.
85. *Hilchevskiy V.K.* Agrogidrohimicheskie aspekty ohranyi rechnykh vod / Materialy mezhdunarod. simpoziuma: Metody ohranyi atmosfery i vodnoy sredy. Sankt-Peterburg, 1994. S. 19-21.
86. *Hilchevskiy V.K.* Vliyanie selskohozyaystvennogo proizvodstva na himicheskii sostav prirodnykh vod (obzor). *Gidrobiologicheskii zhurnal*. 1993. # 1(29). S. 74-85.
87. *Hilchevskiy V.K.* Izmenenie gidrohimicheskogo rezhima Dnepra, Prip'yati, Desnyi pod vliyaniem hozyaystvennoy deyatel'nosti / Issledovanie gidrometeorologicheskogo rezhima (vliyanie antropogennogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu). Palanga-Vilnyus, 1983. S. 126-128.
88. *Hilchevskiy V.K.* Izmenenie himicheskogo sostava rechnykh vod basseyna Verhnego Dnepra pod vliyaniem antropogennogo faktora. Avtoreferat dis. kand. geogr. nauk. Spetsialnost 11.00.10. *Gidrohimiya. Gidrohimicheskii institut. Rostov-na-Donu*. 1985. 19 s.
89. *Hilchevskiy V.K.* Kompleksnaya otsenka kachestva rechnykh vod basseyna Verhnego Dnepra. *Vestnik selskhoz. nauki*, 1983. № 11. S. 38-41.
90. *Hilchevskiy V.K., Zabokritskaya M.R.* *Gidroekologicheskoe sostoyanie basseyna Zapadnogo Buga na territorii Ukrainy i upravlenie vodnymi resursami // Prirodnaya asyrodze Palessya: asabllvastsl I perspektivyvi razvltstsya*. 2014. Vyip. 7. S. 280-286. (Belarus).
91. *Hilchevskiy V.K., Peleshenko V.I.* Vliyanie hozyaystvennoy deyatel'nosti na himicheskii sostav rechnykh vod basseyna Verhnego Dnepra / Materialy 28-go Vsesoyuznogo gidrohim. soveschaniya (g. Rostov-na-Donu, 1984 g.). Leningrad. *Gidrometeoizdat*, 1986. Chast II. S. 15-16.
92. *Hilchevskiy V.K., Peleshenko V.I.* Izmenenie ionnogo stoka rek basseyna Verhnego Dnepra v svyazi s hozyaystvennoy deyatel'nostyu. *Gidrohimicheskie materialy*, 1987. T.14 (DSP). S. 58-64.

93. *Hilchevskiy V.K., Peleshenko V.I.* O postanovke i rezultatah issledovaniy himicheskogo sostava razlichnykh tipov prirodnykh vod na statsionare Kievskogo universiteta / Materialy 29-go Vsesoyuznogo gidrohimicheskogo soveschaniya (g. Rostov-na-Donu, 1987 g.). Leningrad. Gidrometeoizdat, 1987. T. 1. S. 87-89.
94. *Hilchevskiy V.K., Kravchinskiy R.L., Vinarchuk O.A.* Osobennosti formirovaniya himicheskogo sostava vodyi r. Ingulets (basseyn r. Dnepr) / Materialy mezhdunar. nauchn. konf.: Sovremennyye problemy gidrohimii i formirovanie kachestva vod. Rostov-na-Donu. 2010. S. 164-167.
95. *Hilchevskiy V.K., Krukovskaya A.V., Greben V.V.* 25 let deyatel'nosti spetssoвета po zaschite dissertatsiy po gidrologii i meteorologii v Kievskom natsionalnom universitete imeni Tarasa Shevchenko (1993-2018 gg.). Hidrologiia, gidrokhimiia i hidroekologhiia, 2018. #1(48). S. 80-98.
96. *Hilchevskiy V.K., Kurilo S.M.* Transformatsiya himicheskogo sostava rechnykh vod Ukrainy v usloviyakh izmeneniya klimata / Materialy mezhdunar. nachn. konf.: Problemy obespecheniya hozyaystvennoy deyatel'nosti v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata. Minsk, 2015. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/118468>.
97. *Hilchevskiy V.K., Kurilo S.M., Rudenko R.V.* Modernizatsiya klassifikatsii prirodnykh vod O.A. Alekina dlya issledovaniya transformatsii himicheskogo sostava poverhnostnykh vod. Hidrologhiia, gidrokhimiia i hidroekologhiia, 2006. T. 11. S. 32-37.
98. *Hilchevskiy V.K., Romas N.I., Savitskiy V.N.* Sovremennyye prioritetnyye napravleniya gidrohimicheskikh i gidroekologicheskikh issledovaniy v Ukraine / Materialy 6-go Vserossiyskogo gidrologicheskogo s'ezda. Sektsiya 4: Kachestvo vod i nauchnyye osnovy ih ohranyi. Sankt-Peterburg. Gidrometeoizdat, 2004. S. 280-282.
99. *Hilchevskiy V.K., Hilchevskiy R.V., Gorohovskaya M.S.* Ekologicheskie aspekty vyinosa s rechnym stokom himicheskikh veschestv v vodnyie ob'ekty basseyna Dnepra. Vodnyie resursy, 1999. № 4(26). S. 506-511.
100. *Hilchevskiy V.K., Chebotko K.A.* Otsenka ekologo-gidrohimicheskogo sostoyaniya prirodnykh vod Ukrainy. Vodnyie resursy, 1994. № 2(21). S. 182-188.
101. *Sherstiuk N.P., Khilchevskiy V.K.* Osoblyvosti gidrokhimichnykh protsesiv u tekhnohennykh i pryrodnykh vodnykh ob'ektakh Kryvbasu. Dnipropetrovsk. Aktsent, 2012. 263 s.
102. *Hilchevskiy V.* Aspecte metodice ale cercetarii influentei agriculturii asupra calitatii apei riurilor // Studii si cercetari de geologie, geofisica si geografie. Seria: geografie, 1991. XXXIII. P. 48-53 (Romania).
103. *Hilchevskiy V.* Cercetari hidrochimice in cadrul bazinului experimental al unui riu mic, dintr-o zona de agricultura intensiva // Analele Universitatii Bucuresti: Geografie, 1990. XXXIX. P. 71-77 (Romania).
104. *Hilchevskiy V.* Resursele de apa ale Ucrainei si protectia calitatilor // Terra. 1989. XXI (XLI), № 2. P. 55-57 (Romania).
105. *Hilchevskiy V.K., Gonchar O.M., Zabocritca M.R.* Regimul hidrohemic si calitatea apelor de suprafata ale bazinului Nistru teritoriul Ucraine. Hidrologhiia, gidrokhimiia i hidroekologhiia, 2013. T. 1 (28) S. 68-76.
106. *Khilchevskiy V.K., Chebot'ko K.A.* Evaluation of the Ecological and Hydrochemical State of Natural Waters in Ukraine. Water Resources, 1994. 2(21). P. 166-172.
107. *Khilchevskiy V.K., Khilchevskiy R.V., Gorokhovskaya M.S.* Environmental Aspects of Chemical Substance Discharge with River Flow into Water Bodies of the Dnieper River Basin. Water Resources, 1999. 4(26). P. 453-458.
108. *Khilchevskiy V., Klebanov D., Savitskiy V.* On state monitoring of fluvial water quality of Tysa's basin in the freshet season // XXI Conference of the Danubian countries: Hydrological Forecasting and Hydrological bases of Water Management. Bucharest. 2002. P. 83
109. *Khilchevskiy V.K.* Effect of agricultural production on the chemistry of natural waters: A survey. Hydrobiological Journal, 1994. 1(30). P. 82-93.
110. *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.* Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 2018. 1(1).
111. *Kowalczyk I., Hilchevskiy V.* Hydrologiczne i hidroekologiczne problemu Ukrainiskiego Polesia // Acta Agrophysica. 2002. № 68 (III). S. 73-88. (Polskiej Akademii Nauk).

112. Peleshenko V.I., Zakrevskiy D.V., Gorev L.N., Romas' N.I., Khil'chevskiy W.K. Hydrochemical problems in developing natural resources in the Ukrainian SSR. *Izvestiya Vsesoyuznogo Geograficheskogo Obshchestva*, 1989. 3(121). P. 244–249.
113. Savitskii V.N., Stets'ko, N.S., Osadchii V.I., Khil'chevskii V.K. Content and Distribution of Some Pollutants in Danube Water. *Water Resources*, 1993. 4(20). P. 64-71.
114. Savitsky V.N., Khilchevsky V.K., Chebotko K.A., Stetsko N.S. The content and dynamics of nitrogen-bearing and some other biologically active substances in the Danube. XXVII th. Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Budapest. 1994. 2(II). P. 771-775.
115. Zakrevskii D.V., Peleshenko V.I., Khil'chevskii V.K. Dissolved load of Ukrainian rivers. *Water Resources*, 1988. 6(15). P. 63–73.

Університетська діяльність та основні напрямки гідролого-гідрохімічних досліджень професора В.К. Хільчевського

Гребінь В.В., Забокрицька М.Р.

Охарактеризована діяльність професора-гідролога В.К. Хільчевського, завідувача кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, який працює в університеті з 1976 р. Показано його внесок в основні напрями гідролого-гідрохімічних досліджень: теорія, методика і практика гідрохімічних досліджень; гідрохімічне та гідрографічне картографування; агрогідрохімічні дослідження на малих водозборах водобалансових станцій; гідрохімія регіональних басейнових систем; управління водними ресурсами; гідрологічна освіта і наука; історія гідрологічної науки в Україні.

Ключові слова: Київський університет, завідувач кафедри, гідрологія, гідрохімія, гідроекологія, експедиційні дослідження, наукова діяльність.

Университетская деятельность и основные направления гидролого-гидрохимических исследований профессора В.К. Хильчевского

Гребень В.В., Забокрицкая М.Р.

Охарактеризована деятельность профессора-гидролога В.К. Хильчевского, заведующего кафедрой гидрологии и гидроэкологии географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, который работает в университете с 1976 г. Показан его вклад в основные направления гидролого-гидрохимических исследований: теория, методика и практика гидрохимических исследований; гидрохимическое и гидрографическое картографирование; агрогидрохимические исследования на малых водозборах воднобалансовых станций; гидрохимия региональных бассейновых систем; управление водными ресурсами; гидрологическое образование и наука; история гидрологической науки в Украине.

Ключевые слова: Киевский университет, заведующий кафедрой, гидрология, гидрохимия, гидроэкология, экспедиционные исследования, научная деятельность.

University activity and the main directions of hydrological-hydrochemical studies of Professor V.K. Khilchevskyi

Grebin V.V., Zabokrytska M.R.

The activity of the professor-hydrologist V.K. Khilchevsky, head of the department of hydrology and hydroecology at the Geographical Faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, who has been working at the university since 1976. Its contribution to the main directions of hydrological and hydrochemical research is shown: the theory, methodology and practice of hydrochemical studies; hydrochemical and hydrographic mapping; agrohydrochemical research on small watersheds of water balance stations; hydrochemistry of regional basin systems; water resources management; hydrological education and science; history of hydrological science in Ukraine.

Key words: Kyiv University, head of the department, hydrology, hydrochemistry, hydroecology, expedition research, scientific activity.

Надійшла до редколегії 25.05.2018

Манукало В.О.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

ЙОСИП АРОНОВИЧ ЖЕЛЕЗНЯК – ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ В ГАЛУЗІ ГІДРОЛОГІЇ: 100 РОКІВ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ

Українська наука дала багато яскравих постатей вчених-гідрологів. Серед них чільне місце займає доктор технічних наук, професор Йосип Аронович Железняк, який зробив значний внесок в розвиток наукової та прикладної гідрології в Україні, сформував власну школу інженерної гідрології та «дав путівку» в наукове життя багатьом молодим вченим.



Й.А. Железняк народився 18 травня 1918 р. у м. Олевськ (нині -Житомирська область). Робота його батька, Арона Григоровича Железняка, в лісовому господарстві обумовила переїзд сім'ї на Київщину, де в Пущі-Водиці та в Бучі пройшли шкільні роки Й.А. Железняка. Закінчив школу, він вступив до Київського геологорозвідувального технікуму, після закінчення якого в 1938 р. вступив до Київського гідромеліоративного інституту (зараз - Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне).

Але навчання було перервано війною. Й.А. Железняк, як і багато його однокурсників, пішли на фронт добровольцями.

В серпні 1941 р. Й.А. Железняк отримав важке поранення в боях біля м. Канів. Після лікування його направили на навчання в Солікамське танкове училище, яке він закінчив з відзнакою та був призначений викладачем воєнної топографії в цьому училищі. В 1946 р., ще проходячи службу в армії, Й. А. Железняк закінчив Київський гідромеліоративний інститут та отримав рекомендацію для вступу до аспірантури. Після демобілізації в тому ж році Й.А. Железняк стає аспірантом професора Анатолія Володимировича Огієвського, завідувача відділу гідрології Інституту гідрології і гідротехніки Академії наук УРСР (у теперішній час - Інститут гідромеханіки НАН України), видатного вченого-гідролога, одного із засновників гідрологічної служби в Україні. А.В. Огієвський, який у свою чергу, був учнем засновника української гідрологічної науки, академіка Є.В. Оппокова, фактично заклав засади наукової школи інженерної гідрології в Україні. Й.А. Железняк все своє життя пам'ятав та високо цинив роль А.В. Огієвського в своєму формуванні як вченого-гідролога. Даниною пам'яті Вчителю стала книжка, видана Й.А. Железняком у 1973 р. - «Анатолій Владимирович Огиевский».

Успішно захистивши кандидатську дисертацію на тему «Побудова річних гідрографів стоку малих річок УРСР», Й.А. Железняк «з головою» поринув в наукову діяльність, продовжуючи та розвиваючи напрямки досліджень А.В. Огієвського. До

1963 р. наукова діяльність Й.А. Железняка була пов'язана з Інститутом гідрології і гідротехніки АН УРСР, де він пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до завідувача відділу. Протягом цього періоду вчений плідно працював в багатьох напрямках гідрологічної науки, перш за все, в інженерній гідрології.

В 1963 р. керований Й.А. Железняком відділ був переведений в повному складі (як окрема лабораторія) в Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут (УкрНДГМІ), який знаходився в системі Гідрометеорологічної служби колишнього СРСР. В цей період в інституті працювало також багато інших вчених-гідрологів, кожний із яких залишив яскравий слід в українській гідрологічній науці: П.Ф. Вишневський, М. С. Каганер, А.Б. Крижановська, В.І. Мокляк, Л. Г. Онуфрієнко, В.А. Романенко, М.В. Рудометов та ін. Це сприяло творчій співпраці, отриманню важливих наукових та практичних результатів.

В 1950–1970 рр. відбувалось масштабне гідротехнічне будівництво в Україні. Тому, нові методики гідрологічних розрахунків, розроблені керованим Й.А. Железняком колективом, були конче необхідні й широко впроваджувались в гідротехнічне проектування. З іншого боку, активне впровадження результатів в конкретні гідрологічні проекти породжувало постановку нових науково-практичних проблем.

Й. А. Железняком була розроблена методика визначення внутрішньорічного розподілу стоку в роки розрахункової водності для річкових водозборів, розташованих в різних фізико-географічних районах України. Ці рекомендації увійшли в довідкові та нормативні видання з гідрологічних розрахунків. Під науковим керівництвом Й.А. Железняка було побудовано найбільш точну для свого часу карту ізоліній норми і коефіцієнтів мінливості річкового стоку малих річок України і Молдавії, яку використовували для розрахунків водного балансу цієї території для потреб водогосподарського будівництва. В області регулювання стоку Й.А. Железняк розробив способи побудови розрахункових графіків притоку до гідротехнічних споруд на річках України у періоди високих водопіль та дощових паводків, а потім – розрахункові формули і графіки для визначення максимальних зарегульованих витрат води.

Розроблену методику, результати досліджень та рекомендації щодо проектування і прогнозування форми гідрографа паводку, врахування впливу водосховищ на паводковий стік, а також розрахунок переміщення паводку в річках та попусків у нижніх б'єфах ГЕС Й.А. Железняк опублікував у 1965 році в монографії «Регулювання паводкового стоку», яка впродовж десятиліть була настільною книгою для науковців та практиків у галузі гідрології, гідротехніки та водного господарства. За цю роботу в 1967 р. йому було присуджено вчений ступінь доктора технічних наук.

У наступні роки Й.А. Железняк продовжував та поглиблював дослідження з розрахунку гідрографів весняного водопілля та дощових паводків, оцінювання впливу водосховищ на паводковий стік. Колектив, очолюваний Й.А. Железняком, «вдихнув» нове життя у генетичну формулу стоку А.В. Огієвського, що дозволило уточнити графіки одиничних ширин водозборів з урахуванням різниці у швидкості переміщення хвилі паводку в головній річці та її притоках; уточнити побудову кривих об'ємів на основі морфометричних характеристик річкових русел; запропонувати метод визначення гідрометеорологічних параметрів розрахункових формул. У подальшому це дозволило вченому запропонувати оригінальний метод розрахунку гідрографів весняного водопілля та дощових паводків на основі типових графіків водовіддачі річкових басейнів. На базі цих досліджень було запропоновано рекомендації з визначення гідрографів розрахункового весняного водопілля та

дощових паводків за відсутності даних спостережень для малих річок різних природних зон України та Молдавії.

На посаді керівника лабораторії регулювання стоку УкрНДГМІ Железняк Й.А. працював до 1982 р., а з 1982 р. до 1990 р. – на посаді старшого наукового співробітника–консультанта в УкрНДГМІ, а потім – в Інституті гідротехніки і меліорації (зараз – Інститут водних проблем і меліорації НААН України).

Наукові публікації Й.А. Железняка (понад 170 наукових праць) були добре відомі не лише в Україні, але у професійному середовищі далеко за її межами. Його доповіді широко обговорювались на гідрологічних з'їздах і конференціях у 1950 – 1980 рр., як вагомий внесок української наукової школи в інженерну гідрологію того періоду.

Й.А. Железняк був нагороджений чотирма медалями та орденом Вітчизняної війни II-го ступеня.

Слід зазначити науково-педагогічну діяльність професора (з 1971 р.) Й.А. Железняка. Під його науковим керівництвом було підготовлено дванадцять кандидатів наук, які також залишили свій слід в гідрологічній науці. Й.А. Железняк у своїй науково-педагогічній діяльності дотримувався принципу: «спочатку здобувач повинен стати повноцінним науковим співробітником, а потім, кандидатом наук». Тому, навчатись у такого вимогливого керівника було дуже непросто, але всі аспіранти, крім диплома кандидата наук, отримували необхідні теоретичні знання та практичні навички відстоювання своєї наукової позиції.

26 грудня 1997 р. перестало битись серце видатного вченого, але його наукова спадщина залишиться в історії і матиме подальший вплив на розвиток гідрологічної науки.

Надійшла до редколегії 25.04.2018

ПОРЯДОК ПОДАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ ДО ПЕРІОДИЧНОГО НАУКОВОГО ЗБІРНИКА “ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ”

з урахуванням вимог нормативних документів ВАК України: Постанови ВАК України за №7-05/1 від 15 січня 2003 р., Наказу ВАК України №63 від 26 січня 2008 р. та Наказу ВАК України № 30 від 24 січня 2009 р.

Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” запланований до чотирьох випусків на рік. Він є міжвідомчим, готується до видання на базі кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також Комісії з гідрології та гідроекології Українського географічного товариства. Наказом Міністерства освіти і науки України № 515 від 16.05.2016 р. включено до переліку наукових фахових видань України за галуззю «Географічні науки»..

Наукова тематика збірника визначена його назвою і є досить широкою. Вона охоплює, насамперед, такі питання: теоретичні та експериментальні гідрологічні, гідрохімічні та гідроекологічні дослідження водних об'єктів; оцінка впливу господарської діяльності на гідрологічний і гідрохімічний режим та якість природних вод; аналіз катастрофічних гідрологічних явищ на водних об'єктах, методи їх прогнозування та попередження; раціональне використання та охорона водних ресурсів, якість питної води; водні меліорації; моніторинг забруднення природних вод; методи спостережень, методи хімічного аналізу природних вод, гідробіологічні аспекти стану природних вод; географічні аспекти гідрологічних досліджень.

Редакційна колегія приймає матеріали та інформацію про діяльність відомих вчених в області гідрології, гідрохімії та гідроекології, які будуть присвячені їх ювілейним датам, матеріали про фахові конференції, що відбулися в Україні і за кордоном, анотації монографій і навчально-методичних видань.

Редакційна колегія просить звернути увагу авторів статей на Постанову ВАК України “Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України” за №7-05/1 від 15 січня 2003 р. Зокрема, на пункти 3 і 4 цієї Постанови:

“3. Редакційним колегіям організувати належне рецензування та ретельний відбір статей до друку. Зобов'язати їх приймати до друку у виданнях, що виходитимуть у 2003 році та у подальші роки, лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: *постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.*

4. Спеціалізованим ученим радам при прийомі до захисту дисертаційних робіт *зарахувати статті,* подані до друку, починаючи з лютого 2003 р., як фахові лише за умови дотримання вимог до них, викладених у п.3 даної постанови”.

Відповідно до постанови ВАК України статті повинні мати такі чітко означені в тексті структурні елементи:

Вступ (*постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями*);

Вихідні передумови (*аналіз останніх досліджень і публікацій*);

Формулювання цілей статті, постановка завдання;

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому науковому напрямі;

Список літератури (7-10 джерел, в т. ч. інтернет-джерел, оформлених згідно з **ДСТУ 8302:2015** «Інформація та документація. Бібліографічне посилання...»).

Посилання на джерела у тексті подаються у квадратних дужках із зазначенням порядкового номера і використаних сторінок.

Мова публікацій – українська. Можуть бути статті російською та іншими іноземними мовами. Текст повинен бути відредагованим і оформленим без помилок.

Для одноосібних статей, поданих студентами, аспірантами, здобувачами обов'язковим є відгук наукового керівника.

Автори несуть повну відповідальність за зміст і достовірність викладених у статті матеріалів. Редколегія залишає за собою право відхилення статей, що не відповідають вимогам до наукових публікацій або у разі негативних рецензій.

Статті обсягом **5-10 сторінок** (разом із анотаціями, таблицями, рисунками (рисунки чорно-білі) та списком літератури) необхідно надсилати на адресу редколегії у **електронному вигляді** (з назвою файлу – прізвище автора латинськими літерами), а також у роздрукованому вигляді у 2-х примірниках (для рецензування), один – із підписами авторів; другий – копія першого без підпису. **Шрифт Arial, кегль 12, Word 6-8. Поля всі по 2.5 см; інтервал – 1, абзац – 1,00.**

Подані до збірника рукописи, обсягом **менше 5 сторінок**, а також ті, що не мають відповідної рубрикації, будуть розміщуватись у розділі **"Наукові повідомлення"**.

Необхідно мати на увазі, що одиниці вимірювання величин і характеристик у статтях треба наводити згідно системи СІ. Зокрема, концентрацію хімічних компонентів у воді – в **мг/дм³** (а не в мг/л).

Зразок оформлення статті (обов'язково ставити УДК, дотримуватися виділення шрифту і абзаців):

УДК 551.49

(кегель 12)

Петренко М.І.

(кегель 12, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

(кегель 11, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегель 12, напівжирний)

Ключові слова: *не більше 5 слів чи словосполучень (кегель 11, нахилений)*

Далі через інтервал починається текст статті (кегель 12). Усі підписи до рисунків та таблиці виконуються кеглем 11.

Кожна стаття супроводжується 2-ма списками літератури:

- 1). Список літератури оригінальний.
- 2). Список літератури транслітерований латиницею (із заголовком References).

Список літератури. Після основного тексту статті (висновків) через один інтервал розташовується підзаголовок "Список літератури" (**кегель 11, напівжирний**), а потім власне перелік джерел (також кегль 11). Список літератури має бути оформлений згідно вимог **ДСТУ 8302:2015** «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» чинний від 2016-07-01.

References. Після оригінального списку літератури через один інтервал додається транслітерований латиницею список літератури із заголовком «References». Сайт з програмою транслітерації україномовного тексту на латиницю: <http://litopys.org.ua>. Сайт з програмою транслітерації російськомовного тексту на латиницю: <http://www.translit.ru>.

Після "Списку літератури" та «References» через один інтервал через інтервал – **анотації** українською, російською і англійською мовами, що **додаються за схемою:**

- 1) **назва статті** (кегель 10, напівжирний) , **прізвище та ініціали автора(ів)** (кегель 10, напівжирний, нахилений);
- 2) **короткий текст анотації українською, російською та розширений – англійською (2000 знаків без пробілів)** (кегель 10, нахилений);
- 3) **ключові слова** (до 5 слів чи словосполучень), розділених крапкою з комою (кегель 10, нахилений).

Крім того, до статті додається **реферат**, рекомендований обсяг – 850 знаків.

Приклад оформлення реферату статті:

УДК 556.012 556.522

Типізація річок та озер української частини басейну Вісли та її узгодженість з дослідженнями в Польщі / Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. (№ і стор. - буде представлено в редакції).

Здійснена абіотична типізація річок, яка базується на вимогах ВРД ЄС і типологічній системі адаптованій в Польщі, дозволила виділити: для басейну Західного Бугу в межах України 5 абіотичних типів річок, в межах Польщі - 7; для басейну Сану в межах України - 4 типи річок, в межах Польщі - 10. Згідно ВРД ЄС у басейні р. Західний Буг до дуже великих річок належить, власне, Західний Буг, а до великих річок - Полтва, Рата, Луги і Ріта. У басейні р. Сан до дуже великих річок належить, власне, Сан, а до великих річок - Вишня і Завадівка (Любачівка). Для виконання типізації озер у басейні Західного Бугу на території України згідно вимог ВРД ЄС необхідно провести дослідження за комплексом показників (геологічних умов водозбору, співвідношення площі водозбору до об'єму озера, вертикальної стратифікації озерних вод).

Іл. 2. Табл. 3. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: Західний Буг, Сан, Водна рамкова директива Європейського Союзу, абіотичні типи, річка, озеро

Також до статті додаються **відомості про авторів** згідно зразка:

Прізвище, ім'я, по батькові;

Науковий ступінь та вчене звання;

Місце роботи;

Посада;

Службова адреса;

Контактний телефон,

E-mail.

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2018 рік

№ 2 (49)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – Москаленко С.О.

Підписано до друку 20.06.2018
Формат 60x90/8. Папір офсетний.
Гарнітура Arial. Друк різнограф.
Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.
Наклад 300 прим. Зам. № 52-014.



Видавництво географічної літератури “Обрії”

Свідоцтво Держкомінформ України

ДК № 23 від 30.03.2000 р.

Київ, вул. Старокиївська, 10

Тел.: (096) 882-30-30

e-mail: vgl_obrii@ukr.net

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 2 (49)