

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

Українське географічне товариство

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

**Періодичний науковий збірник
ТОМ 4 (21)**

Київ
2010

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Відп. ред. В.К.Хільчевський. – К. : ВГЛ “Обрії”, 2010. – Т.4 (21). – 168 с.

HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:

The scientific collection / The managing editor V.K.Khilchevskiy. – Kyiv : Obrii, 2010. – Vol. 4(21). – 168 p.

У збірнику вміщені статті, в яких викладені методичні розробки, а також результати теоретичних та прикладних гідрологічних, гіdroхімічних і гідроекологічних досліджень, що виконані в різних установах України.

- Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” заснований у травні 2000 року.
- Зареєстрований 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 року
- Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “Географічні науки”.
- Атестовано Вищою атестаційною комісією України, Постанова Президії ВАК України № 1-05/2 від 10 березня 2010 року.
- **Видавець:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка та Українське географічне товариство.
- Виходить чотири рази на рік.

*Рекомендовано до друку Вченими радами
географічного (15 листопада 2010 р., протокол № 9)
та біологічного (15 листопада 2010 р.) факультетів
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Адреса видавця та редколегії: м. Київ, МСП 680, проспект Глушкова, 2А, 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: hilchevskiy@ukr.net

luko15_06@ukr.net

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕТІЯ:

Хільчевський В.К., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (відповідальний редактор)*;

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Гопченко Є.Д., доктор географічних наук, *Одеський державний екологічний університет*;

Кілочницький П.Я., доктор біологічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Линник П.М., доктор хімічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Ободовський О.Г., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Осадчий В.І., доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України, *Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України*;

Пелешенко В.І., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Самойленко В.М., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Сніжко С.І., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Тімченко В.М., доктор географічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Шищенко П.Г., доктор географічних наук, член-кореспондент НАПН України, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Щербак В.І., доктор біологічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Якушин В.М., доктор біологічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Яцик А.В., доктор технічних наук, академік УААН, *Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем*;

Гребінь В.В., кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Лук'янець О.І., кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (відповідальний секретар)*.

З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гребінь В.В., Василенко Є.В.

Методичні аспекти виділення підземної складової у живленні річок..... 8

Ободовський О.Г., Онищук В.В., Корнєєв В.М., Тітов К.С.

Розроблення комплексу протипаводкових заходів для задамбового простору урбанізованих територій на водозборах малих гірських водотоків 16

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Ющенко Ю.С., Пасічник М.Д.

Морфологія річки Сірет в межах України..... 24

Сусідко М.М., Лук'янець О.І.

Багаторічні коливання водності в Україні 34

Настюк М.Г.

Деякі особливості руслоформування річок басейнів Прута і Сірету за даними експедиційних досліджень та гідрологічних спостережень..... 41

Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В.

Оцінка впливу зарегульованості стоку річок басейну Південного Бугу на характеристики льодового режиму..... 49

Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І.

Оцінка часового розподілу стоку води р. Десна за період весняного водопілля..... 56

Приймаченко Н. В.

Оцінювання водності річок Правобережжя Дністра на наступні періоди..... 67

Данько К.Ю., Коноваленко О.С.

Типологія та ідентифікація водних об'єктів басейнів річок Сірету та Пруту в межах України..... 75

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І.

Оцінка якості води річки Інгул за гідрохімічними показниками..... 83

Шерстюк Н.П.

Вплив гірничо-збагачувальної промисловості на міграційні властивості головних іонів у поверхневих водах..... 92

Осадча Н.М., Чернишова Л.О.

Сорбція гумусових кислот завислими речовинами поверхневих вод..... 105

Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К. Характеристика гідроекологічного стану басейну Інгульця.....	118
Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Динаміка хімічного складу води за довжиною річки Псел та оцінка її якості.....	125

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Гірій В.А., Колісник І.А., Косовець О.О., Кузнєцова Т.О. Динаміка забруднення водних ресурсів басейну Дніпра на початку XXI століття.....	134
--	------------

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кіптенко Є.М., Козленко Т.В., Михайленко Н.М. Дослідження окремих елементів гідрометеорологічного режиму Українських Карпат..	142
Уліганець С.І., Кулініч М.Т. Особливості, проблеми і перспективи використання мінеральних вод України для бальнеологічних потреб.....	150
Міхно О.Г., Камінський В.М. Особливості шифрування геопросторових даних для передавання по відкритих каналах зв'язку.....	159

ІНФОРМАЦІЯ

Про міжнародну конференцію "Глобальні та регіональні зміни клімату".....	163
Вийшли з друку.....	165
Порядок падання і оформлення статей до періодичного наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія».....	166

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

Grebin' V.V., Vasylenko E.V.

Methodological aspects of the selection underground constituent in the nourishment of the rivers..... 8

Obodovskiy O., Onyschuk V., Korneev V., Titov K.

Elaboration of flood protection measures for over levee space at urban territories within catchments area of a small mountain rivers 16

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Yuschenko Yu.S., Pasichnyk M.D.

Morphology of the Siret river within the limits of Ukraine..... 24

Sosedko M.M., Luk'yanets O.I.

Long-term fluctuations of water content in Ukraine 34

Nastyuk M.G.

Some features of the river-bed processes rivers of pools of Prut and Sereta after information of expeditionary researches and hydrological observations..... 41

Rahmatullina E.R., Grebin' V.V.

Impact assessment of the regulation rivers runoff of the Pivdennyi Bug basin on the ice regime characteristics..... 49

Chornomorets Yu. O. Luk'yanets O.I.

Estimation of spring discharge distribution timing for Desna river 56

Prymachenko N.V.

Estimation of water content of the Right -bank Dniester basin rivers or following periods..... 67

Danko K.Yu., Konovalenko O.S.

Typology and identification of water bodies of river basins Siret and Prut in Ukraine..... 75

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Loboda N.S., Yarov Y.S., Rosha K.I.

Estimation of quality of water of the river Ingul on hydrochemical indexes 83

Sherstyuk N.P.

Influence of ore mining and processing industry on migratory properties of main ions in surface-water..... 92

Osadcha N.N., Chernyshova L.A.

Humic substances sorption by suspended matters of surface waters..... 105

<i>Kravchinsky R., Khilchevsky V.</i> Characteristics of hydroecological state of the Ingulets basin.....	118
---	------------

<i>Pilipjuk V.V., Loboda N.S.</i> Dynamics of a chemical compound of water of river Psel that estimation of its quality.....	125
--	------------

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

<i>Giriy V.A., Kolisnik I.A., Kosovets O.O., Kuznetsova T.O.</i> Dynamics of contamination of water resources of Dnipro basin at the beginning of XXI century.....	134
--	------------

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

<i>Kiptenko E., Kozlenko T., Mihaylenko N.</i> Investigation of specific elements of hydrometeorological regime in Ukrainian Carpathian Mountains	142
---	------------

<i>Uliganets S.I., Kulinich M.T.</i> Features, problems and prospects use of mineral waters of Ukraine to spa needs.....	150
--	------------

<i>Mikhno O.G., Kaminskyi V.M.</i> Geospatial information encipherment features for the transmission on the opened communication channels.....	159
--	------------

INFORMATION

About an international conference the "Global and regional changes of climate".....	163
Come of the press	165
The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology»	166

УДК 556.[012+168]

Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Василенко Є.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИДІЛЕННЯ ПІДЗЕМНОЇ СКЛАДОВОЇ У ЖИВЛЕННІ РІЧОК

Ключові слова: *гідрограф, живлення підземне, постійне, внутрішньогрунтове*

Вступ. Водний режим річок України визначається їх живленням, що залежно від сезону року може бути сніговим, дощовим та підземним. Живлення часто має мішаний характер з переважанням того чи іншого виду. Так, у весняний період річки мають мішане живлення, що включає снігове, дощове та підземне; у меженний період (літньо-осінній та зимовий – переважно підземне живлення, в період дощових паводків – дощове та підземне.

Суттєві внутрішньорічні зміни складових водно-теплового балансу, обумовлені відповідними змінами температури повітря та опадів впродовж останніх двох десятиліть, призвели до певних змін структури живлення річок. Вивчення цих змін досі залишається поза увагою спеціалістів.

Найбільш важливим, з точки зору водогосподарських розрахунків лімітуючих періодів та сезонів є саме підземне живлення. Величина підземного стоку визначає собою такі елементи режиму річок, як мінімальний стік, внутрішньорічний розподіл стоку, явища пересихання річок та ін.

Вихідні передумови. У вирішенні питання стосовно кількісного визначення підземного живлення річок існує два основні напрямки – гідрологічне, засновником якого вважають Є.А.Гейнца (1903 р.) та гідрогеологічне, що виникло наприкінці 30-х років минулого століття та вперше описане у роботах Б.І. Куделіна [1].

Гідрологічний підхід до вирішення питання полягає у визначенні величини підземного живлення за даними про стік річок без кількісного врахування підземних вод, що надходять у річку з водоносних горизонтів, які дрениуються даною річкою. Такий підхід, безумовно, є спрощеним і не вирішує питання про динаміку надходження підземного стоку в річки. Однак його застосування є вимушеною мірою, і викликане відсутністю даних детальних спостережень стосовно режиму підземних вод.

Запропонований В.Г. Глушковым у 1928 році та розвинутий згодом рядом дослідників метод полягав у виділенні підземного стоку шляхом проведення прямої лінії або плавної кривої, що поєднувала останню зимову витрату та початкову витрату літньої межені. Дещо пізніше В.С.Советов запропонував розділяти підземне живлення на дві складові: глибокі підземні води та верховодку. Виділення глибоких підземних вод здійснюється шляхом побудови горизонтальної прямої, що проводиться на гідрографі через точку найменшої витрати. В подальшому цей метод зрізки підземного стоку без суттєвих змін приймався більшістю дослідників. Оскільки при цьому зрізка проводилася по прямій лінії або по пологій кривій від низьких зимових витрат до витрат літньої межені, то зміна положення точки максимуму підземного живлення мало змінювало питому вагу підземного стоку, який у всіх вказаних вище авторів в середньому становив 25-30% від річного.

Автори, що таким шляхом вирішували питання про величину підземного стоку (В.Г.Глушков, В.С.Советов, А.В.Огієвський, Б.В.Поляков, М.І.Львович та ін.), пропонували різноманітні методи поділу гідрографів, що відрізнялися, власне, лише прийомами виділення підземного живлення у весняний період. Методиці розчленування гідрографів за видами живлення присвячено дослідження Б.І. Куделіна та О.В. Попова. Роботи Попова О.В. по розчленуванню гідрографів стоку річок являються узагальненням та розвитком методів розчленування гідрографів, запропонованих Ф.А. Макаренком, К.П. Воскресенським, А.Н. Бефані та Б.І. Куделіним.

Другий напрям – *гідрогеологічний* – ставить за мету визначення величини підземного притоку в річки для будь-якого моменту часу на підставі побудови гідрографа підземного притоку. Дослідження С.М.Боголюбова, що визначав співвідношення поверхневого та підземного стоку для водотоків з різними площами та глибиною врізу русла за даними матеріалів спостережень водно-балансових станцій, показали наступне: величина поверхневого живлення водотоків, що мають достатньо глибокий вріз русла, відповідний рівню місцевих базисів ерозії, не перевищує 40-50%. Відповідно, підземне живлення складає 50-60%, зростаючи в районах з водопроникними ґрунтами до 70-80% [1].

Звичайно, визначення підземного живлення в даному випадку є більш надійним та точним. Однак подібні дослідження можливі лише за умови детального вивчення режиму підземного стоку з усіх водоносних горизонтів, що приймають участь у живленні річки. Для цього потрібні спеціальні спостереження на широкій мережі свердловин. При масових дослідженнях такий підхід є неможливим, тому питання кількісного визначення підземного живлення вирішується, переважно, гідрологічним способом.

Постановка завдання. Метою дослідження є подальший розвиток гідрологічного підходу щодо визначення величини підземного живлення, зокрема, порівняння існуючих методів виділення величин постійного підземного та внутрішньогрунтового стоку та їх апробація на прикладі річок басейну Дніпра.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найпоширенішим прийомом гідрологічного визначення видів живлення є поділ гідрографа на частини, що характеризують поверхневий та підземний стік. Форма гідрографа будь-якої рівнинної річки в період формування весняного водопілля або дощового паводка фактично відображає три основні види стоку води в русло річки, які відрізняються ступінню зарегульованості поверхневого та підземного живлення:

- поверхневий схиловий стік відрізняється найменшою природною зарегульованістю, унаслідок чого при його надходженні в русло виникає інтенсивне підвищення витрат води, що характеризується на гідрографі ділянками підйому;
- підземний стік із основних водоносних горизонтів водозбору, який формує постійне підземне живлення річки, відповідає нижній похилій ділянці кривої спаду;
- практично кожен гідрограф має перехідну ділянку на кривій спаду, яка характеризує проміжний (внутрішньогрунтовий) стік, із зарегульованістю більшою за поверхневий і меншою за підземний стік. Він може формуватися за рахунок схилового стоку при його поверхневому затриманні у пониженнях мікрорельєфу і в лісовій підстилці, а також за рахунок ґрунтового стоку і верховодки. Проміжний стік важко виділити на гідрографі, тому його об'єднують з поверхневим стоком.

Таким чином, розчленування гідрографа стоку полягає у виділенні на ньому підземної складової, динаміка якої визначається ступінню гідравлічного зв'язку руслових та підземних вод.

На думку Д.Л.Соколовського [1], причиною розбіжностей в оцінюванні ролі підземного живлення в річному стоці є різний підхід щодо оцінки внутрішньогрунтових вод, які одні дослідники відносять до поверхневого стоку, виділяючи лише більш глибокі підземні води, а інші – за характером стікання – до внутрішньогрунтового стоку. Останній, на їх думку, складає підповерхневу частину підземного стоку.

Для правильного розуміння структури та компоновки поверхневого та підземного стоку останню точку зору слід вважати такою, що краще відповідає природі явища. Враховуючи, що живлення річок здійснюється, головним чином, за рахунок підземних вод зони інтенсивного водообміну (значну частину яких становлять внутрішньогрунтові води, а також ґрунтові води першого водоносного горизонту, пов'язані з денною поверхнею), уявляється доцільним цю частину підземного живлення річок виділити як верхній внутрішньогрунтовий стік. Іншу частину підземних вод зони інтенсивного водообміну становлять ґрунтові води, що дренуються річкою разом з частиною напірних вод. Ця частина підземного стоку, що виділяється на гідрографах горизонтальними або близькими до них лініями, складає глибокий (постійний) підземний стік. Він має найбільш важливе значення з точки зору оцінки постійних запасів підземних вод та враховується при складанні карт ізоліній підземного стоку.

Враховуючи дослідження структури річкового стоку, проведені на мережі водно-балансових станцій, Д.Л.Соколовський представив розподіл стоку рівнинних річок Східно-Європейської рівнини за джерелами живлення наступним чином (табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл стоку річок Східно-Європейської рівнини (в %) за джерелами живлення [1]

Природна зона	Поверхнєве живлення			Підземне живлення		
	снігове	дощове	разом	внутрішньо ґрунтове	постійне підземне	разом
Лісова	30-35	10-20	40-55	20-25	25-35	45-60
Лісостепова	35-50	10-15	45-65	15-25	20-30	35-55
Степова	60-70	0-10	60-80	10-20	10-20	20-40

Достатньо детальний, на перший погляд, метод поділу гідрографів має свої недоліки, оскільки залишає значні можливості для проявів індивідуального підходу до визначення підземного стоку. Тому частина гідрологів є прихильниками визначення підземного живлення річок на підставі даних про мінімальні витрати, що спостерігаються у тривалі періоди без ефективних опадів. Однак в даному випадку виникає запитання – які саме мінімальні витрати слід розглядати як такі, що характеризують собою величину підземного живлення?

У працях Г.О.Чіппінг та К.А.Лисенко в якості осередненої характеристики підземного живлення річок України було запропоновано приймати величини, середні із найменших місячних витрат окремих років. На основі проведених досліджень Г.О.Чіппінг [2], виділено в межах рівнинної частини країни 9 районів в межах яких спостерігаються близькі умови підземного живлення та встановлені кількісні характеристики підземного живлення. За даними автора, частка підземного живлення в сумарному річному стоці змінюється по території України в широких межах – від 50% на заході країни до 0% на крайньому півдні; для більшої частини країни підземний стік складає 10-20% від сумарного.

Зазначена методика отримала розвиток у дослідженнях водного балансу річкових водозборів, що виконувались у 80-90-х роках минулого століття М.Г.та О.М.Галущенко [3] в ході розрахунків величини підземного стоку річок України. На початку поточного століття її також використовував І.М.Ромась при вивченні умов формування та розрахунках мінімального стоку річок басейну Дніпра [4]. За їх даними, частка підземного стоку річок басейну Дніпра (в межах України) змінюється від 30-45% у закарстованих верхів'ях Стирі та Горині та 25-30% - в басейнах Убіди, Сейма та Снова до 0,3-5% - в межах степової частини басейну. Розрахунками авторів встановлено, що у маловодні роки частка підземної складової стоку річок в середньому по басейну Дніпра дорівнює 46% сумарного стоку, що майже в 3 рази перевищує її середню багаторічну величину.

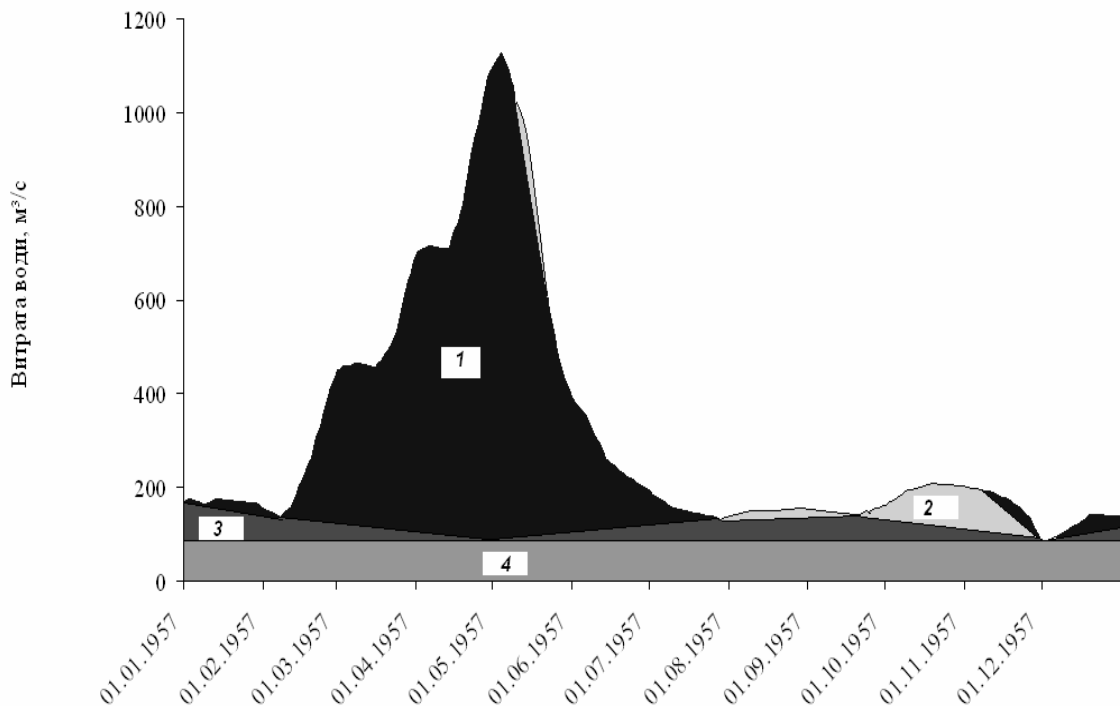
За даними С.С.Левківського [5], рівнинні річки живляться переважно (50-80%) талими сніговими водами, гірські річки – дощовими. Підземне

живлення для річок більшої частини території країни становить 10-20% і тільки для річок окремих районів досягає 50%. В гірських районах зі зростанням абсолютної висоти збільшується частка снігового та дощового живлення та зменшується частка підземного.

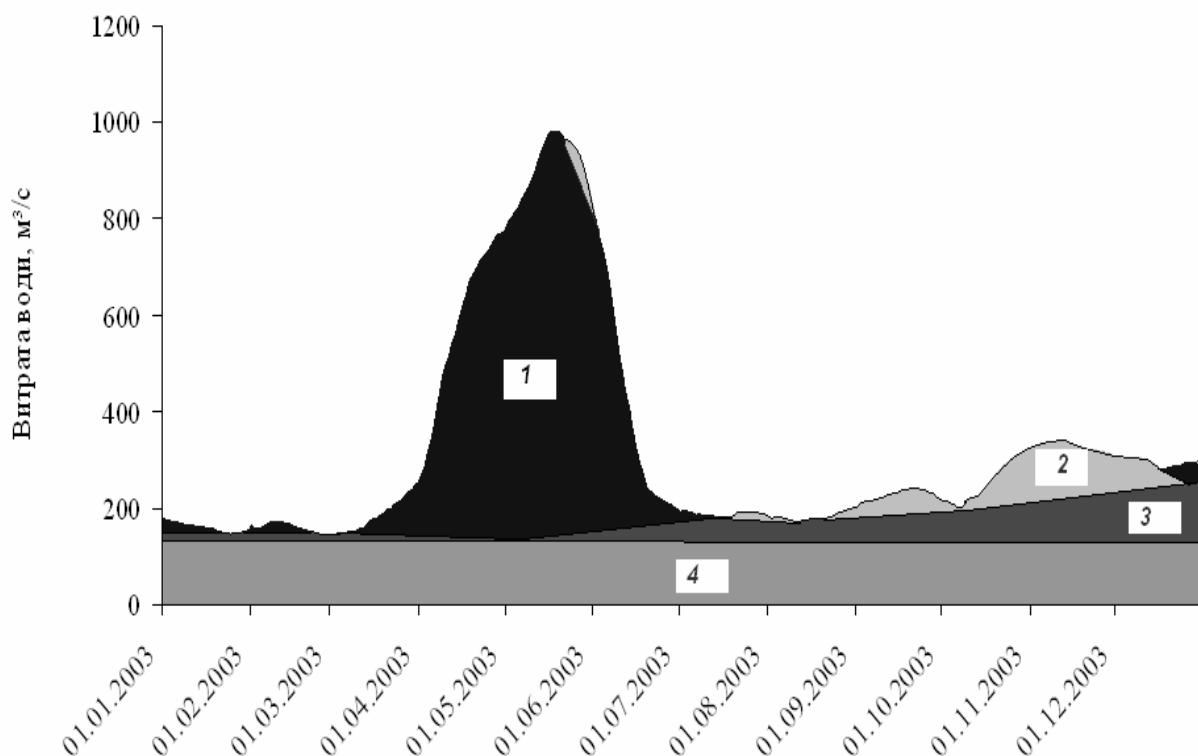
В рамках досліджень сучасних змін живлення річок басейну Дніпра нами було проведено порівняльний аналіз результатів, отриманих із застосуванням обох методів визначення величини підземного стоку. Для семи постів, розташованих у різних частинах басейну, нами за два характерні періоди: до 1989 року та після, було обрано рівнозабезпечені роки характерної водності, а саме: багатоводні, забезпеченістю 25%; середні за водністю, забезпеченістю 50%; маловодні, що мають забезпеченість 75%. Для кожної величини забезпеченості було взято по три роки. Всього було побудовано понад 120 гідрографів, подальше розчленування яких здійснено за методикою О.В.Попова [6].

В якості прикладу на рис.1 та 2 наведено гідрографи стоку р. Десна в створі гідропоста Чернігів за роки однакової забезпеченості (близької до 50%), що відносяться до першого (1957 рік) та другого (2003 рік) характерних періодів. Гідрографи побудовано в однаковому масштабі.

Аналіз гідрографів підтверджує висновки щодо внутрішньорічного перерозподілу стоку, що наведені вище. Для визначення причин перерозподілу проведено поділ гідрографів за генетичними ознаками, що дало змогу визначити частку окремих видів живлення (табл.2).



**Рис. 1. Гідрограф стоку р.Десна – г/п Чернігів за 1957 рік
(1 – снігове живлення; 2 – дощове живлення; 3 – внутрішньогрунтове живлення; 4- постійне підземне живлення)**



**Рис. 2. Гідрограф стоку р. Десна – г/п Чернігів за 2003 рік
(1 – снігове живлення; 2 – дощове живлення; 3 – внутрішньогрунтове живлення; 4- постійне підземне живлення)**

Таблиця 2. Частка окремих видів живлення р.Десна – г/п Чернігів для років 50% забезпеченості двох характерних періодів

Рік	Живлення:			
	снігове	дощове	внутрішньо грунтове	постійне підземне
1957	66,0	4,0	9,0	21,0
2003	40,0	3,0	13,0	44,0

Оскільки для розчленування гідрографів за видами живлення використано метод О.В.Попова, то отримані результати щодо частки підземного стоку річок басейну Дніпра стосуються лише постійного підземного живлення. З метою порівняння методу визначення окремих видів живлення шляхом поділу гідрографа стоку О.В.Попова та методу визначення величини підземного живлення методом Г.О.Чіппінг, нами було визначено величину підземного живлення за мінімальною середньобаторічною витратою для кожного з двох репрезентативних періодів. У таблиці 3 наведено результати розрахунків.

Різниця отриманих за різними методами за певний період результатів в середньому по басейну становить від 0,2 до 1,5%, коливаючись для окремих річок від 2,5 до 7,5%. Застосування для поділу гідрографа стоку метода Б.В.Полякова дає змогу визначити величину внутрішньогрунтового (верховодно-алювіального – за Б.В.Поляковим) живлення. Застосовуючи даний метод для аналізу побудованих нами гідрографів річок басейну Дніпра та порівнюючи отримані дані з результатами розрахунків внутрішньорічного

розподілу стоку згаданих річок, ми прийшли до висновку, що величина мінімальної середньомісячної витрати за певний багаторічний період відповідає величині повного (внутрішньогрунтового разом з постійним) підземного живлення даної річки.

Таблиця 3. Частка постійного підземного живлення за два характерні періоди (I-до 1989 р.; II- 1989-2008 рр.) для окремих річок басейну Дніпра

Річка-пост	Метод О.В.Попова		Метод Г.О.Чіппінг	
	I	II	I	II
р.Горинь-с.Оженін	31,0	54,2	32,1	56,8
р.Случ-м.Сарни	24,6	35,5	23,0	33,6
р.Снов-м.Щорс	26,3	29,9	26,8	32,1
р.Рось-м.Корсунь-Шевченківський	16,5	44,0	15,8	41,4
р.Псел-м.Суми	36,3	55,8	37,9	56,9
р.Сула-м.Лубни	27,3	27,8	26,8	24,5
р.Самара-с.Кочеріжки	15,5	22,2	17,3	21,5
Середнє по басейну	25,4	38,6	25,6	38,1

Висновки. У вирішенні питання стосовно кількісного визначення підземного живлення річок існує два основні напрямки – гідрологічне та гідрогеологічне. Питання вирішується, переважно, гідрологічним способом, що викликане відсутністю даних детальних спостережень стосовно режиму підземних вод. Найпоширенішим методом гідрологічного визначення видів живлення є поділ гідрографа на частини, що характеризують поверхневий та підземний стік, однак він залишає значні можливості для проявів індивідуального підходу до визначення підземного стоку. Частина гідрологів є прихильниками визначення підземного живлення річок на підставі даних про мінімальні витрати, що спостерігаються у тривалі періоди без ефективних опадів.

Проведене нами порівняння обох методів дає підставу стверджувати, що величина мінімальної середньомісячної витрати за певний багаторічний період відповідає величині повного (внутрішньогрунтового разом з постійним) підземного живлення даної річки. Мінімальна річна витрата води, осереднена за той же період, відповідає лише величині постійного підземного живлення за рахунок основних водоносних горизонтів водозбору

Отже, враховуючи трудомісткість та певну суб'єктивність методів поділу гідрографів стоку, пропонуємо визначати повний та постійний (глибоководний) підземний стік даної річки, відповідно, за величинами мінімального середньомісячного та мінімального річного стоку за багаторічний період.

Список літератури

1. Соколовский Д.Л. Речной сток (основы теории и методики расчетов) / Д.Л. Соколовский. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 540 с.; 2. Гідрологічні розрахунки для річок України / Відп. ред. Г.І.Швець. – К. : Вид-во АН УРСР, 1962. - 262 с.; 3. Галущенко М.Г. Умови формування та розрахунки мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / М.Г. Галущенко, І.М. Ромась // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 289-295; 4. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / [В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін.] ; За ред. В.К.Хільчевського. - К. : Ніка-Центр, 2007. - 184 с.; 5. Левковский С.С. Водные ресурсы Украины / С.С.Левковский. - К. : Вища школа, 1979. - 100 с.; 6. Попов О.В. Подземное питание рек / О.В. Попов. - Л. : Гидрометеиздат, 1968. - 292 с.

Методичні аспекти виділення підземної складової у живленні річок

Гребін В.В., Василенко Є.В.

Досліджено головні методи гідрологічного напрямку кількісного визначення підземного живлення річок. Здійснено порівняльний аналіз методів визначення. Запропоновано способи визначення повного та постійного підземного живлення.

Ключові слова: *гідрограф, живлення підземне, постійне, внутрішньогрундове.*

Методические аспекты выделения подземной составляющей в питании рек

Гребень В.В., Василенко Е.В.

Исследованы главные методы гидрологического направления количественного определения подземного питания рек. Проведен сравнительный анализ методов определения. Предложены способы определения полного и постоянного подземного питания.

Ключевые слова: *гидрограф, питание подземное, постоянное, внутригрунтовое.*

Methodological aspects of the selection underground constituent in the nourishment of the rivers

Grebin V.V., Vasilenko E.V.

The main methods of hydrological direction of the quantitative determination of underground constituent in the nourishment of the rivers were investigated. The comparative analysis of methods of determination has been done. The ways of determining the full and permanent underground nourishment have been proposed.

Keywords: *hydrograph, underground, permanent, internally soil nourishment.*

Надійшла до редколегії 18.06.10

Ободовський О.Г., Онищук В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Корнєєв В.М., Тітов К.С.

Центральний науково-дослідний інститут комплексного використання водних ресурсів, м. Мінськ, Республіка Білорусь

РОЗРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ ПРОТИПАВОДКОВИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАДАМБОВОГО ПРОСТОРУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ НА ВОДОЗБОРАХ МАЛИХ ГІРСЬКИХ ВОДОТОКІВ

Ключові слова: *малі гірські водотоки, задамбовий простір, стік води і наносів дощових паводків, протипаводкові заходи, управлінські рішення*

Актуальність проблеми. В гірських районах на ділянках річок з урбанізованою заплавною територією, де має місце обвалування русло-заплавного комплексу основних річок, виникають проблеми стосовно безпечного проходження паводків на малих водотоках. Ці проблеми у першу чергу пов'язані з паводковим режимом на цих річках та режимом експлуатації водопропускних споруд на дамбах обвалування. Саме така ситуація склалась на водозборі східної частини смт Великий Бичків Рахівського району Закарпатської області. Виконаний комплекс протипаводкових заходів на р. Тиса у період з 2006 до 2009 рр. не забезпечив не забезпечив у повній мірі захист від підтоплення східної частини території населеного пункту. Справа у тому, що при проходженні високих паводків на Тисі, в умовах закритого шлюза-регулятора на дамбі обвалування, повністю перекривається самопливний скид паводкових вод із задамбового простору. Така руслова ситуація є не поодиноким в гірських районах, і вона, як правило, вимагає розроблення і впровадження відповідних протипаводкових заходів.

Склад робіт і методика досліджень. З метою вивчення фактичних причин підтоплення адміністративних та житлових будинків східної частини смт Великий Бичків виконані наступні види робіт: виконані польові дослідження басейну водотоку по вулиці Духновича і водотоку Млинівка; зібрано архівні матеріали щодо фактів підтоплення цього села місцевим стоком; проведено аналіз та розрахунок формування місцевого стоку: досліджено частоту накладання піків проходження паводків на річці Тиса та водотоку по вул. Духновича, а також дана оцінка режиму транспортування наносів малих водотоків. Польові дослідження виконані в рамках комплексної оцінки гідроморфологічного стану досліджуваних водотоків (геодезична зйомка русло-заплавного комплексу, оцінка руслового алювію тощо).

Аналіз попередніх досліджень. У державних нормативних документах, а також в літературних джерелах відсутні чіткі рекомендації стосовно раціонального протипаводкового захисту урбанізованих задамбових територій на водозборах малих водотоків. Що стосується вивчення гідрологічного режиму малих водотоків, то відносно них можна лише скористатись рядом існуючих методик розрахунку стоку води для малих водозборів.

Виклад основного матеріалу. На основі аналізу цифрових моделей карт місцевості досліджуваного водозбору і гідрологічних характеристик стоку дощових паводків та весняного водопілля встановлено, що детальну оцінку стоку водотоків Млинівка і по вул. Духновича необхідно виконувати окремо. Це пов'язано в першу чергу з тим, що основні характеристики їх водозборів і концентрації схилового стоку в їх руслах різко відрізняються між собою. Водотік по вул. Духновича має поздовжній похил русла рівний 94,8‰ при середньому похилі його водозбору 103,2‰, а водотік Млинівка має відповідно – 1,5‰ в місці злиття цих водотоків, а похил його водозбору 57,5‰). На рис.1 наведена окремо схема розміщення водотоку по вул. Духновича з межами водозбірної площі. У якості вихідної інформації для досліджуваної території використано лише наявні дані спостережень опадів за останні 15 років. За даними цих спостережень визначені максимальний шар опадів за цей період, який складає 213,5 мм і максимальний добовий їх шар – 70,4 мм. За цими даними для водотоку по вул. Духновича визначено шар стоку дощових паводків з ймовірністю перевищення (забезпеченістю) 1% рівний 95 мм і відповідно 50 мм за добу (при $C_v=1,3$, $C_s=2,5C_v$ і $C_v=1,0$, $C_s=2,0C_v$).

Оцінка максимальних витрат і об'єму стоку дощових паводків була проведена за рядом розрахункових формул (методик). Для розрахунків максимальних витрат дощових паводків використані залежності Д.Л. Соколовського [1], на основі додаткових поправок (П1-98) до СНіП 2.01.14-83 (2000) [2], з використанням регіональних методик В.І. Мокляка [3] і В.В. Вакалюка [3]. Отримані за цими залежностями максимальні витрати води дощових паводків 1% забезпеченості: для водотоку по вул. Духновича: 6,68 м³/с; 10 м³/с; 7,78 м³/с і 6,4 м³/с; для водотоку Млинівка: 0,32 м³/с; 0,35 м³/с; 0,33 м³/с і 0,30 м³/с. Максимальна витрата водотоку по вул. Духновича також була розрахована для весняного водопілля за методикою нормативного документу [3]. Ця витрата є вдвічі меншою від максимальної витрати дощових паводків ($Q_{1\%}= 3,66$ м³/с).

Об'єми стоку дощових паводків для гирлової частини водотоку по вул. Духновича були обраховані за двома варіантами розрахункових моделей гідрографів, які наведені на рис.2. Для аномального дощового паводку при $Q_{max1\%}=10$ м³/с отримано об'єм стоку 383,2 тис.м³.

З метою розроблення ефективних протипаводкових заходів, пов'язаних з підтопленням задамбового простору, необхідно оцінити стік наносів та запропонувати варіанти його регулювання по довжині водотоку по вул. Духновича. Оскільки для даного водозбору відсутні будь-які спостереження

стосовно стоку наносів, то можна лише користуватися існуючими регіональними емпіричними залежностями.

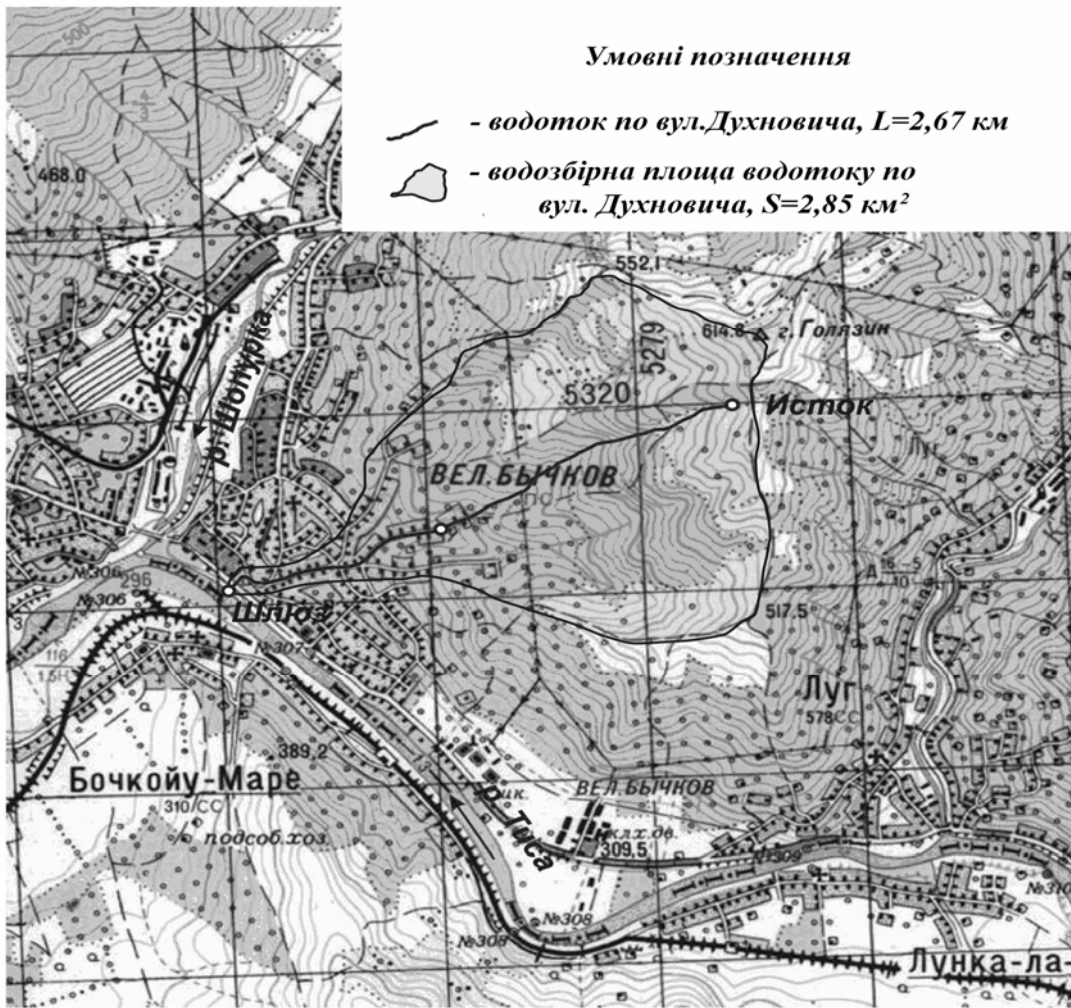


Рис.1. Карта-схема розміщення водотоку по вул. Духновича з межами його водозбірної площі

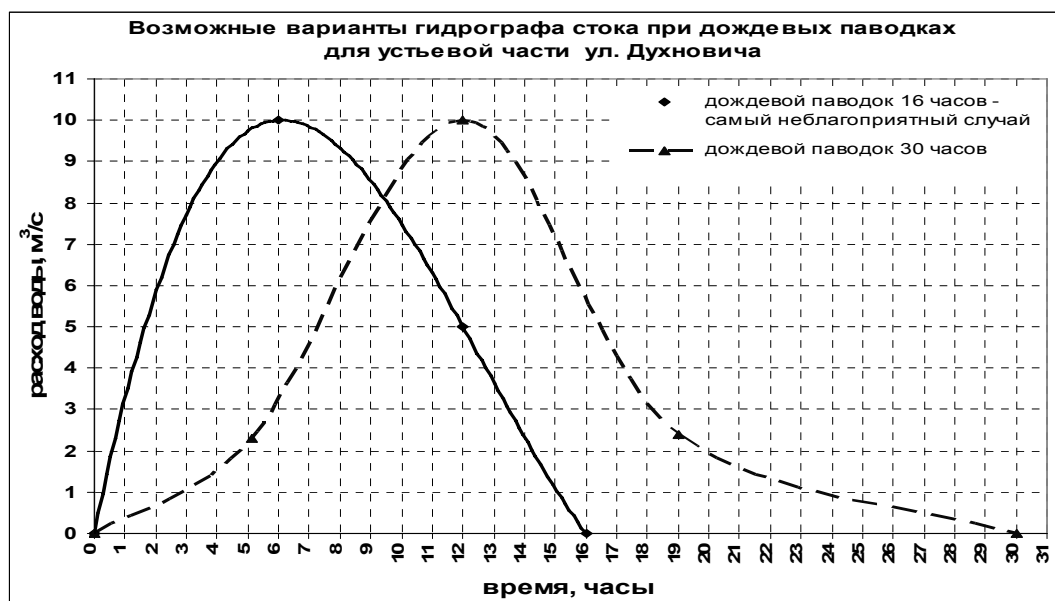


Рис. 2. Модельні варіанти гідрографу стоку при дощових паводках для гирлової частини водотоку по вул. Духновича

Для розрахунку стоку завислих наносів рекомендується формула З.А. Горещької, яка для річок басейну Тиси має наступний вигляд [6]:

$$M_{QR} = 7.17M_{Qo} + 5.21i_{сер.зв.} - 2.33\lambda_l - 0.44H + 181.3, \quad (1)$$

де M_{QR} – модуль стоку завислих наносів, т/рік з км²; M_{Qo} – середній багаторічний модуль стоку води, л/с з км²; $i_{сер.зв.}$ – середньозважений поздовжній похил річкової мережі від витoku до розрахункового створу; λ_l – коефіцієнт залісеності водозбору, %; H – висота пункту спостереження, м Бс.

За цією формулою отримано величину $M_{QR} = 171$ т/рік з км² (при $M_{Qo} = 17.5$ л/с з км²; $i_{сер.зв.} = 0.13$; $\lambda_l = 0.15$ і $H = 310$ м Бс. Таким чином для водозбору даного водотоку при $F = 2.85$ км² об'єм стоку завислих наносів складає $W_R = 487.35$ т/рік або при об'ємній щільності руслових відкладів 1700 кг/м³ дорівнює 287 м³/рік.

Витрату донних рухомих наносів при відомій величині витрати завислих наносів (обрахованій за даними об'єму стоку завислих наносів за рік $G_R = W_R/T = 0.0154$ кг/с) можна обчислити за допомогою емпіричної залежності для регіону Українських Карпат, яка для висот $H = 360-370$ м має наступний вигляд [7]:

$$G_{д.р} / G_R^{0.87} = 1.58 (Q_o / I_o^{0.5})^{0.48} (F / \lambda_l)^{-0.28}, \quad (2)$$

де Q_o – середня багаторічна витрата води в розрахунковому створі, м³/с; I_o – середньозважений гідравлічний похил водотоку від витoku до розрахункового створу, в ‰.

За результатами розрахунків отримано: $G_{д.р} = 0.0014$ кг/с і середній стік за рік $W_{д.р} = 44.315$ т/рік або при об'ємній щільності руслових відкладів 1900 кг/м³ становить 23.3 м³/рік.

При проходженні руслоформуєчих витрат водотоку по вул. Духновича витрату донних рухомих наносів для даного розрахункового створу можна визначити за формулою [8]:

$$G_{д.р} = q_{д.р} B_{рф} = k \frac{\sigma_n V B_{рф}}{g^{0.5}} dc_{зв}^{0.5} \left(\frac{V}{0.7 V_{н.н}} \right)^3 \cdot (V - 0.7 V_{н.н}) \left(\frac{dc_{зв}}{h_{рф}} \right)^{1/m}, \quad (3)$$

де $V_{д.р.}$ – середня швидкість русло формуючого потоку при динамічній рівновазі системи «потік - русло», м/с; $V_{н.н}$ – середня допустима (нерозмивна) швидкість руслового потоку при проходженні руслоформуєчих витрат в руслі з шаром самовимощення, яку можна визначити за співвідношенням $V_{н.н} = 0.8 V_{д.р.}$, м/с; σ_n – відносна маса наносів у водному потоці; k – коефіцієнт, який для крупноалювіальних русел дорівнює 0.0015 ; $B_{рф}$ – середня ширина водотоку в межах руслових брівок, м; $h_{рф}$ – середня глибина руслоформуєчого потоку, м; $dc_{зв}$ – розрахункова крупність транспортувальних наносів, м; g – прискорення сили земного тяжіння, м/с²; $m = 1.5 + 3.3 (h_{рф} / dc_{зв})^{1/6}$ – показник ступеню [8]. За цією

формулою отримано значення $G_{d.p} = 0,0016$ т/с (1,6 кг/с). За допомогою розрахункового гідрографа паводку при максимальній витраті води $Q_{1\%}$ визначено термін процесу активного руслоформування, який в середньому дорівнює 10 годинам. Таким чином, за цими даними об'єм стоку донних рухомих наносів за один паводок складає – $W_{d.p} = 45\text{м}^3$.

На основі отриманих даних гідравлічних і руслових характеристик розроблена система протипаводкових заходів, яка складається з наступних основних видів робіт: 1) розчищення верхів'я водотоків і їх приток від сміття та захаращування (по вулицях Духновича та Козацькій Верхній); 2) будівництво низької габіонної загати, розміщеної напроти будинків № 30-32; 3) будівництво уловлювача наносів вище автодорожнього мосту на перехресті вулиць Крушник та Духновича; 4) розчищення русла під мостом біля школи №1 та підняття трубчатого кабельного переходу; 5) спрямлення водотоку перед мостом по вулиці Шевченка (нижче школи №1) з кріпленням правого берега габіонною стінкою; 6) розширення руслової ємності у місці злиття водотоків по вулицях Шевченка, 33 та Притиснянській, 1; 7) розчищення русла водотоків після злиття, зокрема підмостового русла на автомобільній дорозі Ужгород-Рахів (рис.3).

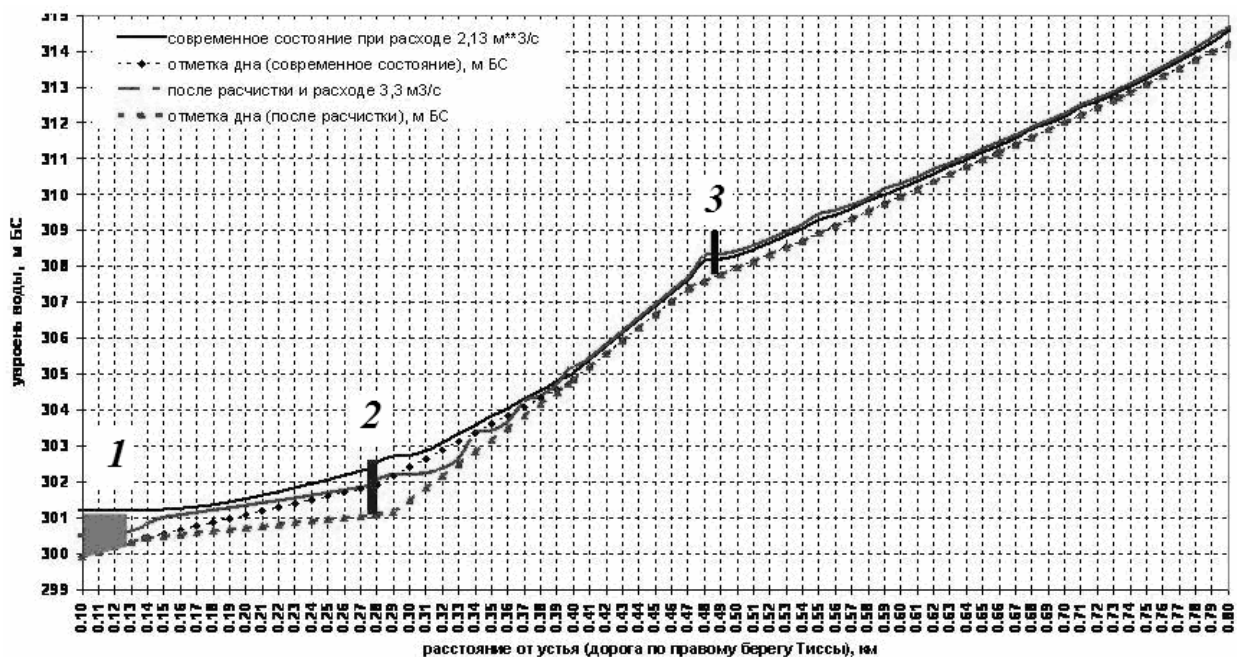


Рис. 3. Поздовжній профіль струмка по вул. Духновича з компонуванням основних інженерних споруд : 1- акумулююча ємність, 2 - уловлювач наносів, 3 - габіонна заграда

При реалізації даних видів робіт пропускну здатність руслової мережі можна дещо підвищити. Розрахунки на математичні моделі, оснований на розв'язуванні системи рівнянь Сен-Венана (у тримірній постановці), дали можливість встановити пропускну здатність русла з витратою води $3,3\text{м}^3/\text{с}$. Така пропускну здатність не вирішує повністю проблему затоплення території, оскільки паводки з вищими витратами проходять досить часто (не менше один раз на п'ять років).

З метою управління процесом проходження високих паводків для даного об'єкту запропоновано механічне відкачування паводкових вод двома насосами з потужністю по $0,5\text{ м}^3/\text{с}$. Для забезпечення необхідного часу реагування на форс-мажорні ситуації рекомендується влаштування акумулятивної руслової ємності в місці злиття водотоків. В залежності від об'єму цієї ємності маємо наступні часові показники: при 200 м^3 - 3хв (існуючий стан руслової мережі); при 400 м^3 - 8-10хв і при 1500 м^3 - 15-20хв. Останній варіант дає можливість вчасно організувати процес відкачування паводкових вод.

На рис.4 наведено карту з зоною затоплення території села при проходженні катастрофічного паводку з витратою $Q_{1\%}$. Наведена ситуація може спостерігатися один раз на сто років при закритому шлюзі-регуляторі і відсутності механічного відкачування води. При проходженні такого паводку в умовах відкритого шлюза-регулятора тимчасове затоплення нижньої частини населеного пункту не перевищує 1,5м. Стосовно заходів з регулювання стоку наносів на водотоці по вул. Духновича необхідно відмітити наступне: влаштування загати висотою 0,7м надасть можливість заакумулювати крупнозернистий алювій від проходження не менше ніж шести катастрофічних паводків з витратою $Q_{1\%}$. ($\approx 21\text{ м}^3$) або більше трьох середньорічних об'ємів; уловлювач наносів може затримати транспортувальні наноси від проходження одного паводку з ймовірністю перевищення 1% ($\approx 40\text{ м}^3$)

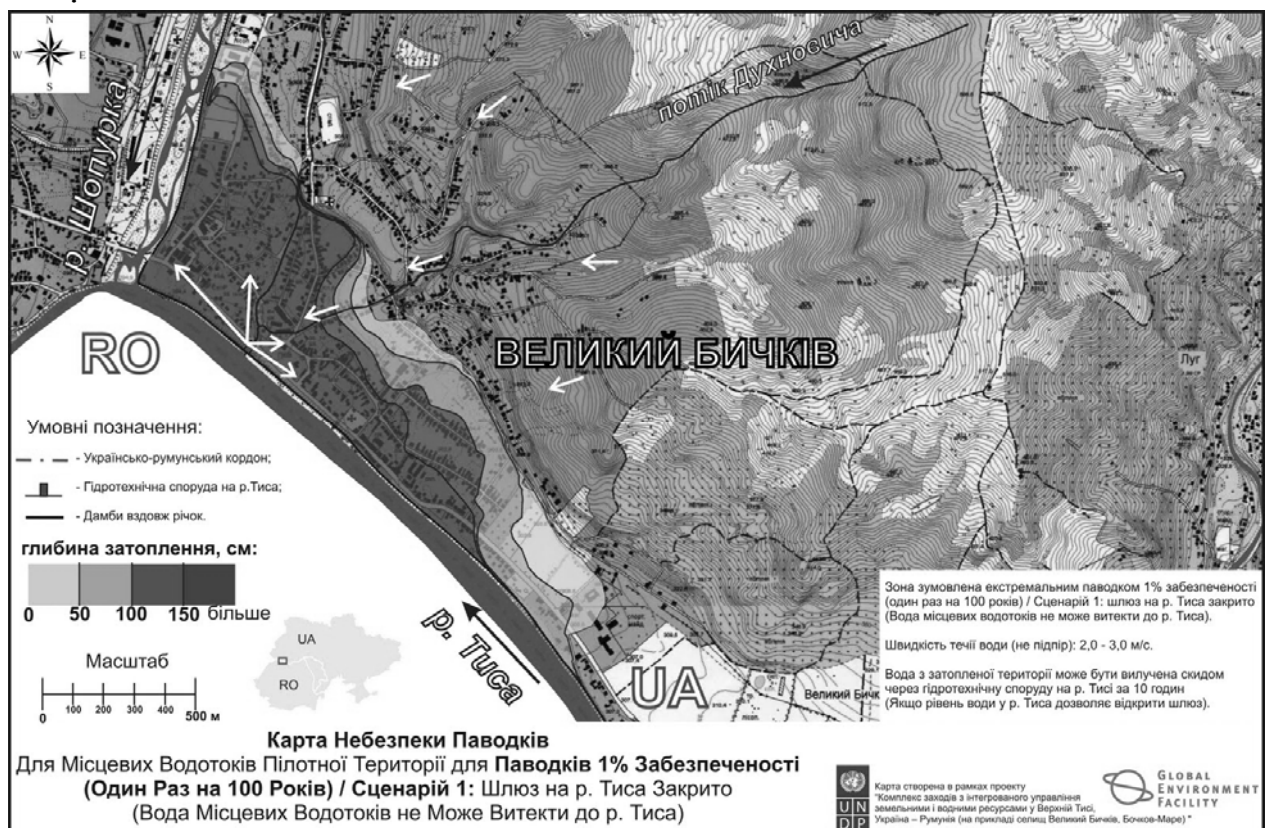


Рис.4. Зона затоплення території східної частини смт Великий Бичів при проходженні паводка з витратою води і наносів 1% ймовірності перевищення.

При оперативному відкачуванні води двома насосами з загальною потужністю один кубічний метр, затоплення даної території можна суттєво зменшити (глибину затоплення зменшити на 0,5м на піку паводка).

Висновки. Підводячи підсумки стосовно аналізу техніко-економічної ефективності запропонованого комплексу до реалізації інженерних протипаводкових заходів слід відмітити наступне:

1. Вилучення із списку запропонованого комплексу робіт будівництва габіонної загати (з урахуванням зауважень громадських слухань) зменшує ефективність його роботи в умовах експлуатації з частим проходженням високих паводків орієнтовно на 20–25 %.

2. Розширення руслової ємності у місці злиття струмка по вул. Духновича з Млинівкою в об'ємі 400 м³ дає запас часу від 8 до 10 хв. на реагування і відповідне управління пропуском паводків у створі шлюзу-регулятора на захисній дамбі біля р. Тиса (механічне відкачування води або пропуск паводкових вод при відкритому шлюзі-регуляторі).

3. На перспективу при розширенні руслової ємності в бік лівобережної прируслової території в додатковому об'ємі 1100 м³ з'явиться можливість збільшити термін реагування на загрозові прояви руслових процесів на струмках по вул. Духновича і Млинівка, а також з урахуванням паводкового режиму р. Тиса до 20хв.

4. Необхідно мати на увазі, що після реалізації запропонованих комплексів робіт не є можливим у даних умовах забудованої території повністю уникнути затоплення її нижньої частини. Це пов'язано в першу чергу з паводковим режимом на водозборі та організацією робіт стосовно механічного відкачування паводкових вод з затопленої території при закритому шлюзі-регуляторі.

Список літератури

1. Справочник по гиротехнике. - М. : Гидрометиздат, 1955. – 162 с. 2. СНиП 2.01.14-83 (с дополнениями П1-98,2000) Определение расчетных гидрологических характеристик. – М. : Гидрометиздат, 1986. – 32 с. 3. ВНД 33-5.5-14-03. Річки гірські. Регулювання русел та догляд. – К. : Держводгосп України, 2003. – 96 с. 4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 1. Западная Украина и Молдавия / Под ред. М.С. Каганера – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – 884 с. 5. *Горошков И.Ф.* Гидрологические расчёты. / И.Ф.Горошков – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с. 6. *Горецкая З.А.* Исследование условий формирования и разработки способов расчёта характеристик твёрдого стока на малых и средних водосборах / З.А. Горецкая // Труды IV Всесоюзного гидролог.съезда. Т.10. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – С. 195-200. 7. *Базилевич В.А.* К вопросу заиления водохранилищ на реках Украинских Карпат / В.А.Базилевич, М.Н.Бухин, И.И.Назаров // Водные ресурсы. – 1988. – №3. – С. 83-85. 8. Рекомендации по размещению и проектированию рассеивающих выпусков сточных вод. – М. : Стройиздат, 1981. – 224 с. 9. *Гончаров В.Н.* Динамика русловых потоков. / В.Н.Гончаров – Л. : Гидрометеиздат, 1962. – 373 с.

Розроблення комплексу протипаводкових заходів для задамбового простору урбанізованих територій на водозборах малих гірських водотоків

Ободовський О.Г., Онищук В.В., Корнієв В.М., Тітов К.С.

На основі матеріалів польових досліджень і комплексу гідрологічних розрахунків запропоновані рекомендації стосовно протиаварійного захисту заплавної території східної частини смт. Великий Бичків Рахівського району Закарпатської області.

Ключові слова: *малі гірські водотоки, задамбовий простір, стік води і наносів дощових паводків, протиаварійні заходи, управлінські рішення.*

Разработка комплекса противопаводковых мероприятий для задамбового пространства урбанизованных территорий на водосборах малых горных водотоков

Ободовский А.Г., Онищук В.В., Корнеев В.Н., Титов К.С.

На основе материалов полевых исследований и комплекса гидрологических расчетов предложены рекомендации касательно противопаводковой защиты задамбовой территории восточной части смт. Великий Бычков Раховского района Закарпатской области.

Ключевые слова: *малые горные водотоки, задамбовое пространство, сток воды и наносов дождевых паводков, противопаводковые мероприятия, управленческие решения.*

Elaboration of flood protection measures for over levee space at urban territories within catchments area of a small mountain rivers

Obodovskiy O., Onyschuk V., Korneev V., Titov K.

Based on the field research as well as on complex of hydrological evaluations the recommendations concerning flood protection of over levee space at eastern part of settlement Velykyi Bychkiv at Rahivskiy rayon Zakarpatska oblast are proposed.

Keywords: *small mountain rivers, over levee space, hydrological evaluations, flood protection.*

Надійшла до редколегії 16.06.10

УДК 556.537

Ющенко Ю.С., Пасічник М.Д.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

МОРФОЛОГІЯ РІЧКИ СІРЕТ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Ключові слова: морфологія, русла, екологічний коридр, субпаралельний, орографічна мережа

Актуальність. Сучасні стимули до вивчення річки Сірет (в межах України та загалом) пов'язані з цілим рядом обставин: розвитком національної та європейської екомережі, співпрацю з Євросоюзом, вирішенням екологічних питань в рамках Карпатської конвенції, застосуванням Водної Рамкової Директиви, Розвитком управління басейнами річок та іншими. Водночас все це відбувається на фоні знаних антропогенних навантажень на геосистеми басейн, заплаву, русло.

У руслознавчому відношенні р. Сірет вивчена ще далеко недостатньо. Опубліковано лише декілька праць [8, 11, 12, 14], присвячених різним аспектам цієї проблеми, проте узагальнення поки-що відсутні.

Річка Сірет розпочинається від злиття Ластун і Барсуки. Довжина течії в межах України становить 100 км. Річка та її долина перетинають частину Покутсько-Буковинських Карпат у передгір'ях спочатку віддаляються від гір, а потім приймають напрямок субпаралельний до їх орографічної межі. Різноманітність природних умов породжує відповідну різноманітність проявів руслоформування, функціонування системи потік-русло (СПР). На це також впливає складний паводковий водний режим та активне транспортування придонних наносів. Все це зумовлює актуальність дослідження особливостей руслоформування р.Сірет вздовж її течії.

Вихідні передумови. У геологічному, тектонічному, геоморфологічному, загальногеографічному відношеннях басейн та долина р.Сірет (верхів'я) вивчаються ще з позаминулого століття. Стосовно діяльності водних потоків, річок та її морфологічних наслідків цікаво звернути увагу на працю С.Bratescu [19]. Ним була створена карта терасових поверхонь основних річок регіону, фрагмент якої показано на рис.1.

У руслознавчому відношенні вона дає інформацію про основні особливості місцевих умов розвитку русел, дії бічних обмежень. Також на карті видно долину Пра-Черемошу «Багна» та стінку у бік долини сучасного Черемошу. Це вказує на давнє річкове перехоплення та його наслідки.

Долини річок та факти, що вказують на зміни річкової сітки активно вивчались геоморфологами після Другої Світової війни [2, 9, 10, 13]. Також було звернуто увагу на розповсюдженість у Передкарпатті алювіальних рівнин [13]. Картина геологічної будови, тектонічних явищ та процесів, геоморфології даної території поступово поглиблюється [9, 10]. Важливим також є узагальнення зроблені Я.С. Кравчуком [4, 5].

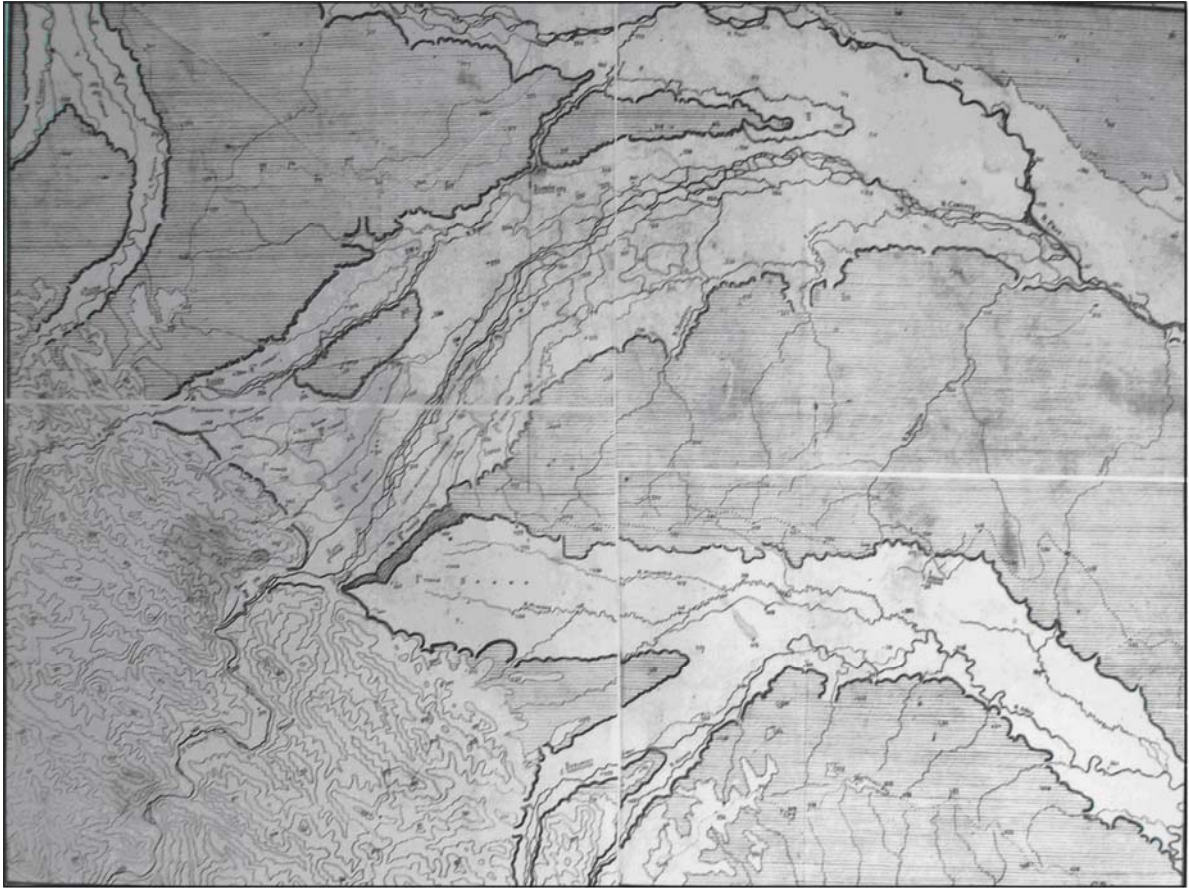
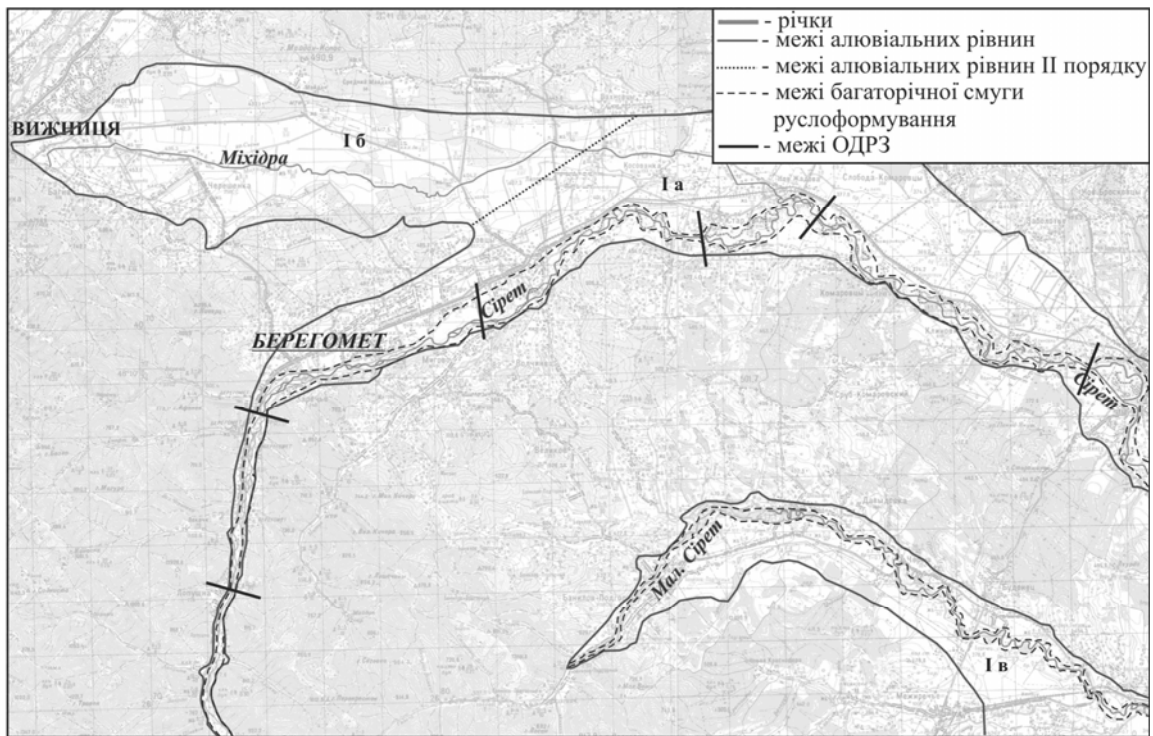


Рис.1. Фрагмент геоморфологічної карти Братеску [19]

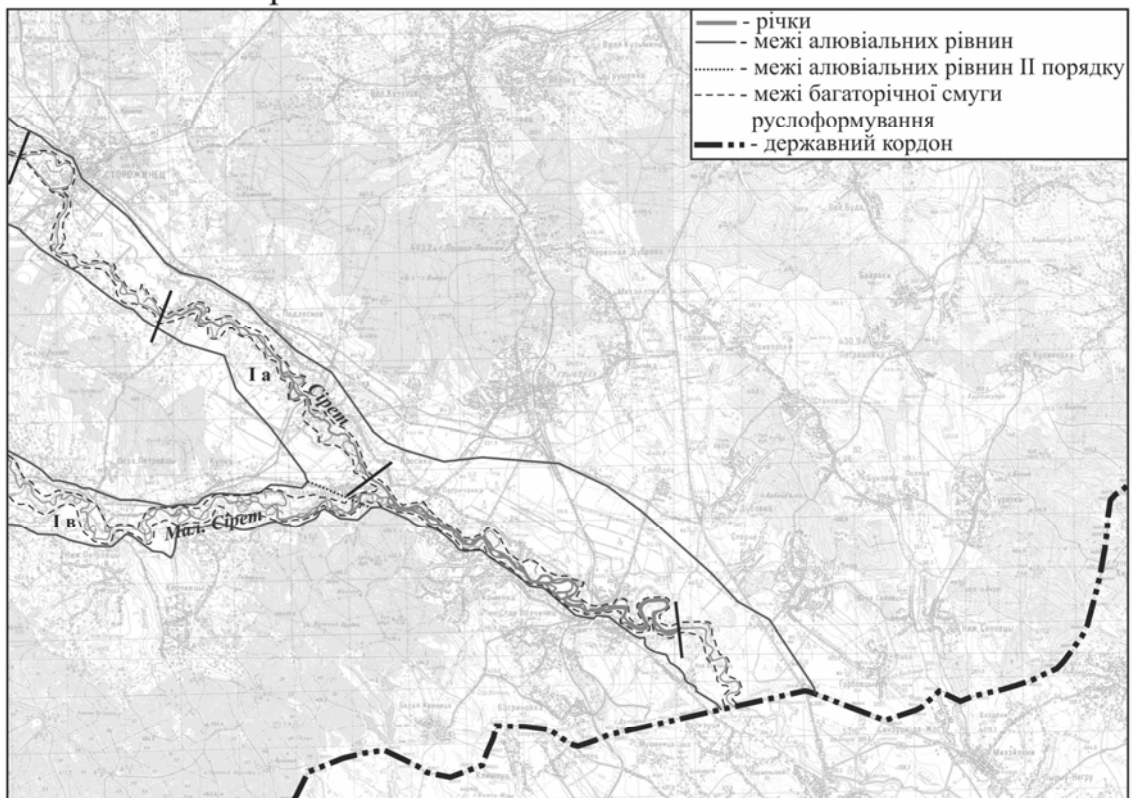
На основі сучасних уявлень про геоморфологію Карпат і Передкарпаття, а також геогідроморфологічного напрямку руслознавчих досліджень, запропонованого Ю.С. Ющенком [17], О.В. Паланичко розробила питання ролі сучасних алювіальних рівнин у цих процесах [8, 14] і створила серію відповідних карт. Приклад, що стосується р. Сірет наведено на рис. 2 а,б.

О.В. Паланичко також, у першому наближенні розглянуто питання виділення однорідних ділянок русла та заплави (ОДРЗ). Вона дає наступний перелік (табл. 1).

Інші руслознавчі дослідження виконані В.Г. Смирновою, З.М. Швець та Л.В. Горшеніною (Костенюк) [11, 12]. Ними розглянуті питання структури і динаміки заплавно-русових комплексів а також палеогідрологічних руслознавчих на прикладі невеликої ділянки, що характеризується достатньо вільним розвитком процесів меандрування.



Іа - Сіретська (в межах України) алювіальна рівнина;
 Іб - Міхидро-Пра-Черемоська ("Багна") успадкована алювіальна рівнина;
 Ів - Мало-Сіретська алювіальна рівнина
 а - верхня частина



Іа - Сіретська (в межах України) алювіальна рівнина;
 Ів - Мало-Сіретська алювіальна рівнина
 б - нижня частина

Рис.2. Алювіальні рівнини за даними Паланичко О.В. [8]

Таблиця 1. Загальні дані про однорідні ділянки русла та заплави річки Сірет

№ п/п ділянки	Межі ділянки	Довжина ділянки, L , км	Діапазони похилів I , ‰	Діапазони абсолютних висот на ділянці, $H_{абс}$
1	2	3	4	5
1	Лопушна – Берегомет	5	4,4-4,1	540-518
2	Берегомет - Мигово	13	3,4	518-460
3	Мигово-Ст.Жадова	8	3,6	460-400
4	Ст. Жадова	5	3,6 – 4,4	400-377,9
5	Ст.Жадова – Сторожинець	17	1,22-1,4	377,9-360
6	Сторожинець-Ропча	11	1,7	360-340,9
7	Ропча – г. р. Мал. Сірет	12	1,69	340,9-320,6
8	г. р. Мал.Сірет- Черепківці	8,4	1,1	320,6-311,7
9	Черепківці – держ. кордон	9,6	0,8	311,7-304
$\Sigma=9$		89		

У роботі Явкіна В.Г., Кирилюка А.О. та Цепенди М.В. розглянуто важливе питання пов'язане з антропогенним впливом на русло, а саме – врізання річки у зв'язку з відбором алювію для потреб будівництва [18].

Знано більше публікацій присвячено дослідженням водного режиму та інших характеристик р.Сірет та її басейну. Деякі з них наведені в списку літератури. Ми звернули увагу на дослідження пов'язані з паводком, оскільки вони найбільш важливі при вивченні процесів руслоформування.

Ще одним важливим аспектом досліджень р.Сірет (та інших річок Карпат) є питання пов'язані з розвитком екологічної мережі і зокрема з річковими екологічними коридорами. Вони розроблені лише в першому наближенні [3, 15, 16], і потребують наступного поглиблення.

Мета дослідження – провести аналіз тектонічних, місцевих умов руслоформування річки Сірет в межах України, вихідної інформації про планові форми русла і прослідкувати послідовність зміни його особливостей вздовж течії з виділенням ОДРЗ.

Основні завдання дослідження наступні:

- проаналізувати тектонічні умови розвитку долини та русла річки. Дати аналіз алювіальної рівнини;
- виявити провідні, характерні риси змін провів руслоформування вздовж течії р.Сірет;
- на основі більш детальної інформації про річку та її руслоформування проаналізувати підходи до виділення на ній однорідних ділянок русла та заплави (ОДРЗ);

Виклад основного матеріалу. Частина території Буковини між річками Білий Черемош, Черемош, Сірет і Сучава характеризується складним малюнком річкової сітки, який включає зовсім різні напрямки течії. В огляді існуючих досліджень ми вже звертали увагу на наявність реліктової долини Пра-Черемошу «Багна», у тепер невелика ліва притока Сірету – р. Міхидра. Це явище пояснюється давнім річковим перехопленням [2], що зумовлене значною різницею абсолютних висот дна перед карпатських долин Пра-Черемоша – Сірета та Пруту. Все це вказує на досить складну тектоніку

даної території. Загальна картина доповнюється ще й наявністю блоків та інших структурних порядків. Таким чином, характер долини р.Сірет в межах України та місцеві умови розвитку русла і заплави мають певну специфіку і досить швидко змінюються вздовж течії.

У роботах Юценка Ю.С., Кирилюка А.О., Паланичко О.В. вже зазначалось, що для гірсько-передкарпатських річок загалом і для річок Передкарпаття зокрема часто проявляється характерна закономірність змін руслоформування вздовж течії [8, 14]. Вона полягає в поступовому переході від переважання розгалужень до проявів звивистості, мандрування (з віддаленням від гір). Але прояви таких змін на конкретних річках залежать від конкретних умов. Зокрема від характеру ділянок річкових долин, їх відносно вирівняного дна (сучасних алювіальних рівнин) та положення смуги руслоформування в їхніх межах.

У роботі Паланичко О.В. [8] місцеві алювіальні рівнини розглянуті лише формально, у першому наближенні і переважно на основі карти 1:100000. Наше завдання – дати більш детальний, всебічний аналіз місцевих умов, що впливають на руслоформування р.Сірет. Опишемо спочатку загальну схему оротектонічних умов, що впливають на характер долини річки. Фактично вже від злиття витоків Ластун і Барсуки дно долини має значні розширення. А біля села Лопушна такий її характер стає постійним. Таким чином алювіальна рівнина розпочинається власне у горах (від початку річки). Це, до речі, зафіксовано на карті Братеску (див. рис.1). Напрямок течії – на північ (субмеридіональний). Майже прямолінійна ділянка долини продовжується до гирла притоки Сухий (верхня частина смт Берегомет). Такий її характер відрізняється від більшості Передкарпатських річок, що додатково підкреслює особливості Сірету.

Нижче за течією долина виходить у передгір'я. Напрямок течії річки схід-північний схід. Долина ніби поступово «вливається» у значно більшу субшироко долину (алювіальну рівнину) Пра-Черемоша. Смуга руслоформування зміщена під правий борт (див.рис. 2).

На ділянці с.Луківці-с.Комарівці Сірет протікає в межах субшироко частини долини Пра-Черемошу. Положення русла і смуги руслоформування змінне. Вони продиктовані як тектонічними впливами, так і довготривалою діяльністю самих річок.

На ділянці с.Комарівці-с.Панка долина і течія річки приймають характерний для Передкарпаття напрямок паралельний до орографічної межі гір (приблизно північний захід – південний схід). Тут прадолина алювіальна рівнина дещо звужується. Смуга руслоформування під правим бортом (що також характерно для Пруту та інших річок).

В районі м.Сторожинець дно долини ще дещо звужується, а смуга руслоформування робить характерний вигин. Це явище подібне до «Чернівецьких воріт» у долині Пруту, але значно слабше виражене. Імовірно тут впливають локальні тектонічні явища. Водночас треба загалом відзначити впливи на долини підняття Цецино-Спаська та у межиріччі Сірету

і Малого Сірету. Вони діють ніби поперек межі гір і відхиляють річкові долини.

Нижче м. Сторожинець долина Сірету поступово розширюється. Умови руслоформування стають більш вільними. Це зумовлено тектонічно і проявлялось, імовірно, і у часи Пра-Черемошу.

На схему тектонічно зумовлених ділянок долини і алювіальної рівнини накладається, згадана вище, схема власного розвитку системи потік-русло при переході від гірської течії до напівгірської. Додатковим чинником для Сірету виступає явище річкового перехоплення і успадкування умов пра-долин. З останнім пов'язано те, що на ділянці Луківці-Комарівці спостерігається ніби гирлове подовження. Адже у свій час Сірет був меншою притокою Пра-Черемошу. Тут же, і далі, до Сторожинця, у наступні часи, значно менш потужний Сірет не встигав широко перемивати дно долини на фоні тектонічних піднять. Тому смуга руслоформування врізана у відповідні терасові рівні, а русло адаптоване складної будови. Цікавим є явище розвитку відносно крупних успадкованих і поступово розвинутих звивин власне біля р.Міхідра. Це явище досить яскраво проявилось і на самій Міхидрі, оскільки вона має ще меншу потужність. Процеси успадкування, врізання і змін масштабів руслових форм відмічені також В.Г.Смирновою [11] на ділянці нижче м.Сторожинець.

Внаслідок відзначених особливостей, схема змін руслоформування вздовж течії на р.Сірет трансформується у наступну. У горах розвинуто розгалужене русло з високою інтенсивністю переформувань (рис.3).



Рис. 3. Приклад розвинутого розгалуженого русла (в межах гір с. Лопушна)

У передгір'ях розпочинається процес переходу до русла із заплавними відгалуженнями (типу «млинівок» [8]) і елементами меандрування. Але нижче за течією розвинута ділянка з різновидами адаптованого русла і навіть відносно стиснутого (в межах м.Сторожинець). Нижче за течією спостерігається поступовий і закономірний перехід до переважання процесів меандрування.

Відповідно до цієї схеми можна розглядати питання виділення та опису ОДРЗ. Для цього слід провести просторову прив'язку, аналізуючи на основі достатнього масиву інформації найбільш важливі зміни у характеристиках алювіальних рівнин (дна долин), смуги руслоформування, заплави та русла. Водночас схема деталізується, переходить з вищого ієрархічного рівня просторової побудови СПР на нижчий.

Власне біля витоку, у горах, виділяється ділянка з явно вираженими бічними обмеженнями розвитку планових форм русла. Нижче, район с.Лопушна, дно долини має більшу ширину. Ділянка майже прямолінійна. В її межах розвивається русло підкласу КАР-3 (крупно-алювіальні русла) [8,14], з доволі складною, особливою морфологічною будовою. У природних (референційних) умовах були доволі розвинуті розгалуження.

Наступна, третя, ділянка розташована між гирлом притоки Сухий та с.Мигово. Відбувається поворот долини та смуги руслоформування вправо. Морфологія русла відрізняється від попередньої ділянки лише певними деталями (наявність невеликих розгалужень – островів у вигляді прорваних звивин, лівобічних проток – «млинівок» та ін.)

Зміни руслоформування та його смуги потребують наступного, більш детального дослідження. Але можна вже зробити припущення, що тут відбувається перехід від підкласу КАР-3 до КАР-4.

На четвертій ділянці (с.Мигово-с.Нижній Луковець) напрямок течії дещо відхиляється вліво, чіткіше виражені правобічні притиснення. Відмічається зміна морфології русла у зв'язку з більш чіткими проявами звивистості (тобто концентрації потоку) у поєднанні з русловими та заплавними розгалуженнями.

Нижче за течією р.Сірет виходить в межі долини Пра-Черемошу (район с.Жадова). Тут у морфології русла починають переважати розвинуті звивини, що певним чином поєднуються із окремими заплавними відгалуженнями. За період від кінця 19 століття, за картографічними матеріалами, положення смуги руслоформування і ядер великих звивин достатньо стабільні (рис.4). Процеси планових зміщень русла Сірету пов'язані переважно з дією паводків і відбуваються стрибкоподібно (в даному випадку ми розглядаємо лише референційні умови). Загалом ділянка досить складна. Смуга руслоформування має складну конфігурацію, переходить від одного корінного берега до іншого. Частина звивин розвивається вільніше, а інші обмежено і адаптовано. Тому вона може бути (у наступному) поділена на під ділянки чи навіть на більш короткі ділянки і потребує більш детальних досліджень.

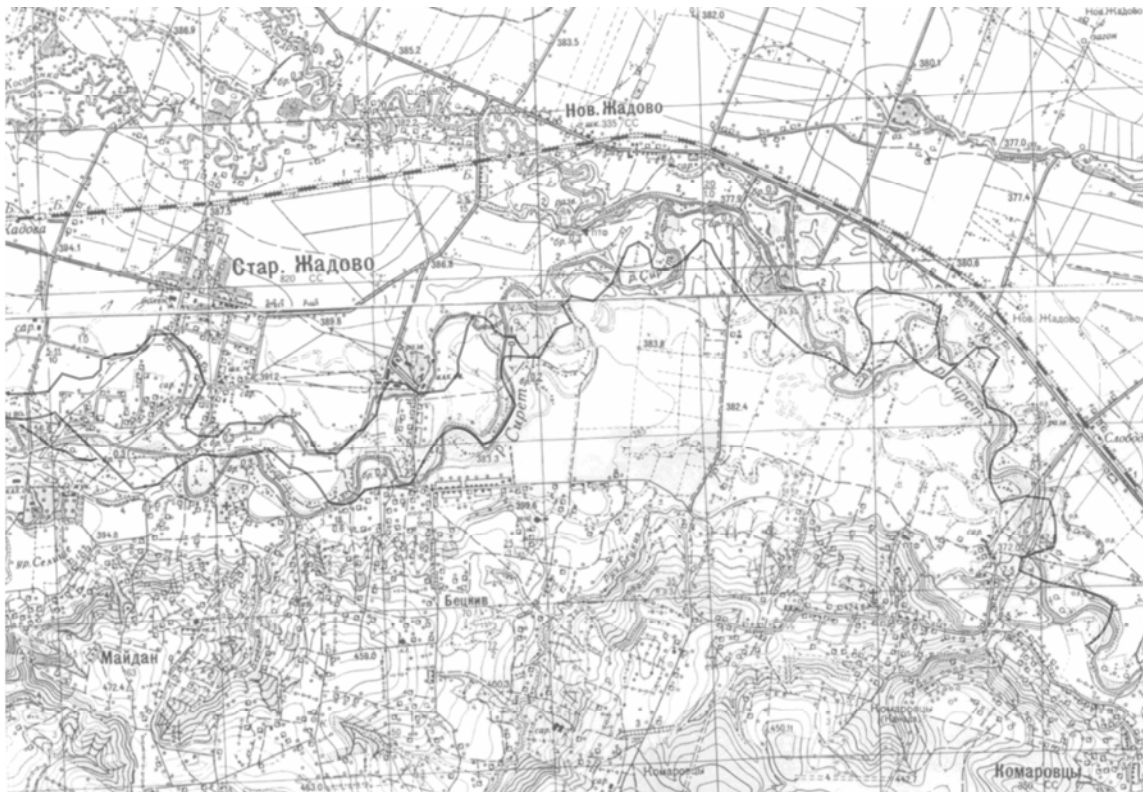


Рис.4. Порівняння положення русла р. Сірет в районі с.Жадова за період 1889-1973 рр. (— — — — — 1889 р.)

Ділянка від с.Комарівці до с.Панка відрізняється від попередньої тим що смуга руслоформування притиснута більше до правого корінного (високого) берега, що впливає на більшу вираженість адоптацій в розвитку звивин.

Ділянка в районі міста Сторожинець відрізняється найбільшою стабільністю положення русла за багаторічний період (понад 100 років).

Нижче розташовані ділянки характеризуються досить вільним розвитком звивистості (меандрування). Після впадіння Малого Сірету річка стає значно повноводнішою, що впливає на параметри форм русла. Також тут спостерігається правобічне притиснення смуги руслоформування, хоча і не дуже інтенсивне. Приклад досить вільного розвитку меандр наведено на рис. 5.

Узагальнюючи нашу інформацію стосовно ОДРЗ можемо внести деякі доповнення до переліку наведеному в роботі О.В. Паланичко. Тут не розглядалось ділянка вище села Лопушна, оскільки вона не відносилась до течії річки з напівгірським умовами. Назву п'ятої ділянки краще подавати так: с.Комарівці-с.Панка. Ділянка в районі села Жадова потребує детальних досліджень і може бути поділена на складові.

Висновки Для первинного аналізу питань виділення і опису ОДРЗ доцільно застосовувати методичний прийом поступового, ієрархічного розгляду тектонічних, місцевих умов, що впливають на них, загальної схеми змін проявів руслоформування, у зв'язку із відомими закономірностями [8, 14, 17].

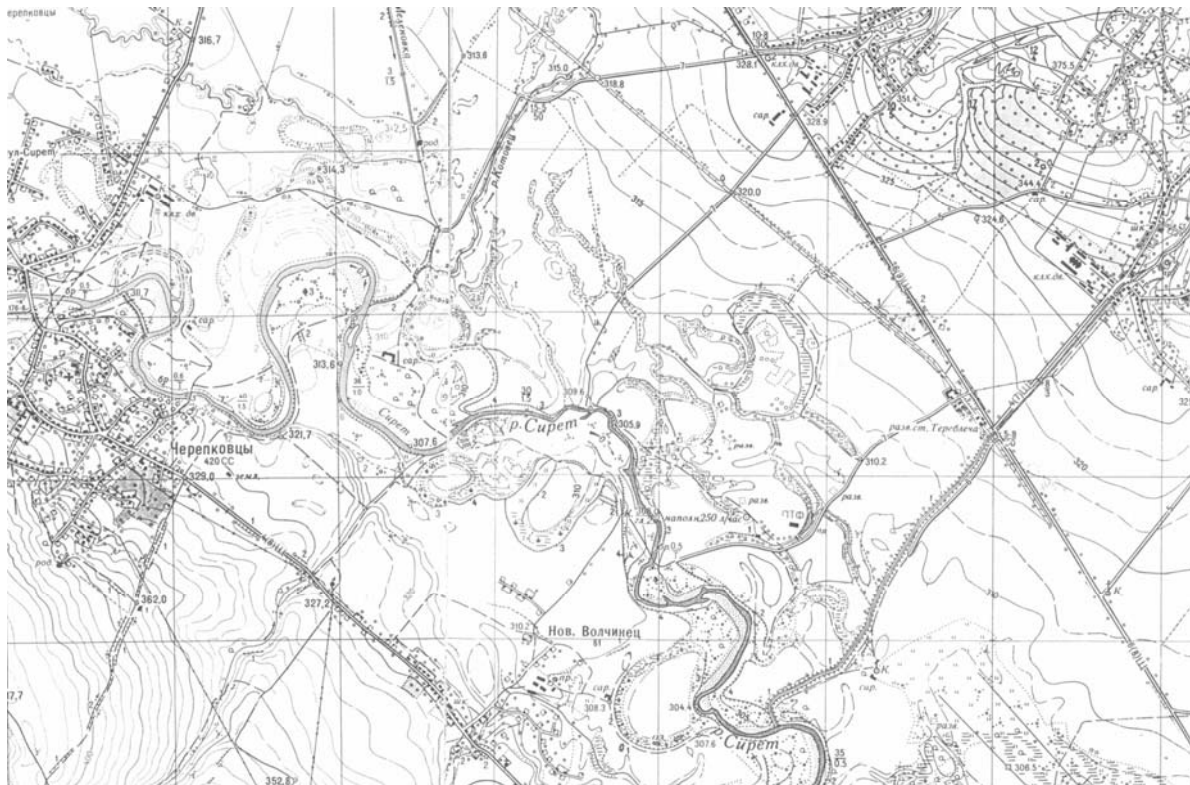


Рис.5. Фрагмент карти 1973 р. з відображенням русла, що характеризується вільним розвитком меандр

Особливостями тектонічних умов розвитку долини та русла р.Сірет в межах України є успадкування долини Пра-Черемошу, розвиток сучасної алювіальної рівнини ще у межах гір (майже від початку річки від злиття витоків Ластун і Барсуки), їх досить значна мінливість вздовж течії (середня довжина ОДРЗ становить 10 км).

Значною особливістю змін морфології русла та процесів руслоформування вздовж течії є те, що поряд з характерними для Передкарпаття впливами притиснень, бічних обмежень, р.Сірет вимушена була пристосовуватися до умов успадкованої долини Пра-Черемошу. Особливо це стосується ділянки біля с.Жадова, яка має досить складну внутрішню структуру.

Уточнено і доповнено уявлення про ОДРЗ р.Сірет в межах України порівняно з роботами [8, 14]. Проведено порівняння планових положень русла за період 1889-2006 рр.

Список літератури

1. Беднарчик Л.І. Порівняльний аналіз умов формування та проходження катастрофічних паводків в басейні р.Сірет влітку 1969 та 2008 років / Л.І. Беднарчик, М.Г. Настюк // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія Географія – 2009. - Вип. 18. – С. 25-32.
2. Геренчук К.И. Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины / К.И. Геренчук. – Львов: Изд-во Львов-го ун-та, 1960. – 241с.
3. Коржик В. До питання долинно-річкових коридорів національної екомережі (на прикладі Чернівецької області)/ В.Коржик // Річки і долини. Природа – ландшафти – людина : зб.наук.праць. - Чернівці – Сосновець, 2007. – С. 154-163.
4. Кравчук Я.С. Геоморфологія Передкарпаття / Я.С.Кравчук. – Львів : Меркатор, 1999. – 188 с.
5. Кравчук Я.С. Геоморфологія Скибових

Карпат / Я.С.Кравчук. – Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 232 с. **6.** Лютик П.М. Экспедиционные исследования выдающихся паводков в Карпатах и определение их максимальных расходов / П.М.Лютик // Тр. УкрНИГМИ. - 1972. - Вып.116. - С.25-34. **7.** Настюк М.Г. Розвиток мережі пунктів гідрологічних спостережень на території басейнів річок Дністра, Пруту та Сірету в межах Карпат та Передкарпаття / М.Г.Настюк // Науковий збірник Чернівецького нац. університету імені Юрія Федьковича. Серія: Географія. – 2010. – Вип.. 483. – 6С. 46-49. **8.** Паланичко О.В. Закономірності руслоформування річок Передкарпаття: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 “Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія” / О.В. Паланичко . – К., 2010. – 22 с. **9.** Природа Українських Карпат: [ред. К.І. Геренчук]. – Львів : Вид-во Львівського ун-ту, 1968. – 265 с. **10.** Природа Чернівецької області: [ред. К.І. Геренчук]. – Львів : Вища школа, 1978. – 159 с. **11.** Смирнова В.Г. Палеогідрологія Верхнього Сірету / В.Г.Смирнова, З.М.Швець // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. - 2006.- Т. 11.- С.148-152. **12.** Смирнова В.Г. Структура і динаміка заплавно-руслових комплексів річки Сірет / В.Г.Смирнова, Л.В.Горшеніна // Річки і долини. Природа – ландшафти – людина: Зб.наук.праць.- Чернівці – Сосновець, 2007. – С.220-228. **13.** Цись П.М. Геоморфологія УРСР / П.М. Цись. - Львів. Вид-во Львів-го ун-ту, 1962. – 224 с. **14.** Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні дослідження руслоформування річок Передкарпаття/ Ю.С.Ющенко, О.В.Паланичко// Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Сер. Географія. – 2009. - Вип.18. – С. 17-25. **15.** Ющенко Ю.С. Екомережа Чернівецької області і гідроморфологічні дослідження річок / Ю.С. Ющенко, Л.В. Горшеніна, А.О. Кирилюк // Матеріали П'ятої міжнародної наукової конференції “Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки” (Чернівці, 5-6 травня 2006 року). – Чернівці, 2006. – С. 422-425. **16.** Ющенко Ю.С. Черемоський річковий геоекологічний коридор / Ю.С. Ющенко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Сер. Географія. – 2007. – Вип. 361. – С. 74-81. **17.** Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю.С. Ющенко. – Чернівці : Рута, 2005. – 320 с. **18.** Явкін В.Г. Розвиток базису ерозії басейну Пруту, Черемошу та Сірету / В.Г.Явкін, А.О.Кирилюк, М.В.Цепенда// Річки і долини. Природа – ландшафти – людина: Зб.наук.праць. - Чернівці – Сосновець, 2007. – С.258-266. **19.** Bratescu, C. (1928) Einige quartäre und imminente Flussanzapfungen in der Bukowina und in Pakutien. Bul. fac. de stinti.din Cernauti, V.II.

Морфологія річки Сірет в межах України

Ющенко Ю.С., Пасічник М.Д.

Стаття присвячена вивченню морфології річки Сірет в межах України. Для детального аналізу був відібраний картографічний матеріал більш як за 100 років. У руслознавчому відношенні р. Сірет вивчена ще далеко недостатньо. Опубліковано лише декілька праць, присвячених різним аспектам цієї проблеми, проте узагальнення поки-що відсутні.

Ключові слова: морфологія, русла, екологічний коридор, субпаралельний, орографічна мережа.

Морфология реки Сирет в пределах Украины

Ющенко Ю.С., Пасичник Н.Д.

Статья посвящена изучению морфологии реки Сирет в пределах Украины. Для детального анализа был отобран картографический материал более чем за 100 лет. В русловедческом отношении р.Сирет изучена еще далеко недостаточно. Опубликовано лишь несколько трудов, посвященных различным аспектам этой проблемы. На данный момент обобщения не сформулированы.

Ключевые слова: морфология, русло, экологический коридор, субпараллельный, орографическая сеть.

Morphology of the Siret river within the limits of Ukraine

Yuschenko Yu.S., Pasichnyk M.D.

The article is developed to the study morphology of the Siret river within the limits of Ukraine. For detailed analyses was taken some cartographic material more than for 100 years. The Siret is studied in a riverbed relation not yet. Field works is very important for study identical parts.

Keywords: morphology, riverbed, ecological corridor, subparallel, orographic network.

Надійшла до редколегії 20.09.10

УДК 556.16

Сусідко М.М.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

БАГАТОРІЧНІ КОЛИВАННЯ ВОДНОСТІ В УКРАЇНІ

Ключові слова: періодичність; варіювання; автокореляція; спектральний аналіз; циклічність

Вступ. Знання особливостей циклічності в коливаннях річкового стоку, тривалості та характеру чергування маловодних і багатоводних періодів у певних річкових басейнах можуть надати користь при плануванні та раціональному використанні водних ресурсів, підвищенні ефективності експлуатації водогосподарських споруд.

Постановка завдання та вихідні дані. Для оцінювання багаторічної мінливості річкового стоку на території України задіяні відомості про витрати води з 11 басейнів, які характеризують різні умови формування водності – гірські водозбори Карпат, Полісся та Лісостепову зону (табл. 1).

Виклад результатів дослідження.

Узагальнені оцінки водності. При оцінюванні перебігу водності за період з початку спостережень по 2007 р. виявилось, що починаючи з 70-80-х років ХХ ст. відбулися деякі її зміни на території України з різним напрямком та її перерозподіл між сезонами. Ці зміни видно з порівняння середніх значень і коефіцієнтів варіації витрат води виділених періодів у хронологічних послідовностях (табл.2)

Водність у басейнах Тиси, Дністра та Пруту після 1970-1980 рр. зменшилась переважно на 2-5%, порівнюючи з попереднім періодом. В окремих часткових басейнах Карпатського регіону зменшення водності за ті ж самі періоди досягає 10-12%. При цьому слід зауважити, що зменшення водності відбулося тут головним чином за рахунок стоку холодного періоду.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.4(21)

Таблиця 1. Річкові басейни, задіяні до аналізу водності в Україні

Річка, створ	Площа водозбору, км ²		Період, за який використані дані
	загальна	у межах України	
Дунай – Рені	811000	-	1932-2007
Тиса – Вилок	9140	6460	1936-2007
Дністер - Заліщики	24600	24600	1883-2007
Прут – Чернівці	6890	6890	1896-2007
Південний Буг – Олександрівка	46200	46200	1915-2007
Прип'ять - Мозир	101000	49140	1882-2007
Західний Буг –Сокаль, Литовеж	6740	6740	1958-2007
Десна – Чернігів	81400	26320	1895-2007
Сула – Лубни	14200	14200	1937-2007
Псел – Запсілля	21800	15270	1928-2007
Сіверський Донець - Лисичанськ	52400	8040	1942-2007

Таблиця 2 Оцінки водності в Україні

Річковий басейн	Характерні періоди року	Період (роки)	Середня витрата, м ³ /с	Мінливість (коефіцієнт варіації)	Період (роки)	Середня витрата, м ³ /с	Мінливість (коефіцієнт варіації)
Дунай	ГР	1932-1970	6560	0,21	1971-2007	6610	0,17
	ХП	1932-1970	6540	0,23	1971-2007	6780	0,21
	ТП	1932-1970	6580	0,26	1971-2007	6440	0,23
Тиса	ГР	1936-1970	212	0,29	1971-2007	205	0,20
	ХП	1936-1970	242	0,32	1971-2007	230	0,26
	ТП	1936-1970	182	0,37	1971-2007	181	0,35
Дністер	ГР	1883-1970	235	0,33	1971-2007	231	0,26
	ХП	1883-1970	238	0,30	1971-2007	220	0,30
	ТП	1883-1970	232	0,49	1971-2007	242	0,38
Прут	ГР	1896-1970	78,5	0,46	1971-2007	70,9	0,27
	ХП	1896-1970	66,3	0,50	1971-2007	55	0,33
	ТП	1896-1970	90,6	0,55	1971-2007	86,7	0,32
Південний Буг	ГР	1915-1970	88	0,40	1971-2007	95,9	0,29
	ХП	1915-1970	124	0,45	1971-2007	121	0,38
	ТП	1915-1970	51,9	0,40	1971-2007	71,2	0,29

Прип'ять	ГР	1882-1970	371	0,31	1971-2007	429	0,33
	ХП	1882-1970	416	0,37	1971-2007	483	0,46
	ТП	1882-1970	326	0,38	1971-2007	375	0,29
Західний Буг	ГР	1958-1980	29	0,31	1981-2007	33	0,30
	ХП	1958-1980	38	0,32	1981-2007	38	0,39
	ТП	1958-1980	20,6	0,39	1981-2007	28	0,43
Десна	ГР	1895-1970	327	0,31	1971-2007	333	0,21
	ХП	1895-1970	349	0,40	1971-2007	356	0,25
	ТП	1895-1970	306	0,41	1971-2007	310	0,28
Сула	ГР	1937-1970	28,6	0,49	1971-2007	31,4	0,32
	ХП	1937-1970	43,6	0,50	1971-2007	41,3	0,36
	ТП	1937-1970	13,6	0,66	1971-2007	21,4	0,37
Псел	ГР	1928-1970	50,7	0,37	1971-2007	55,6	0,31
	ХП	1928-1970	70,2	0,40	1971-2007	70,7	0,35
	ТП	1928-1970	31,2	0,57	1971-2007	40,6	0,34
Сіверський Донець	ГР	1942-1970	114	0,57	1971-2007	89	0,34
	ХП	1942-1970	170	0,50	1971-2007	123	0,41
	ТП	1942-1970	57,9	1,00	1971-2007	55,1	0,35

Примітка. ГР – гідрологічні роки, ХП – холодний період року, ТП – теплий період року

На решті річкових басейнів (Південний Буг, Прип'ять, Західний Буг, Десна, річки Середнього Подніпров'я, Сіверський Донець) відмічається за 1970-2007 рр. збільшення водності в середньому на 5-10%. В основному це відбулося за рахунок стоку зимового сезону та весняної повені. Найбільш помітно збільшення стоку за холодний період у басейні Прип'яті (на 10-15%) та у басейні Десни (на 2-9%). Водність в басейні Західного Бугу збільшилася переважно за теплий період року. У цьому випадку спостерігається вплив тих же самих чинників, що й у Карпатському регіоні. У басейні Прип'яті були здійснені активні меліоративні роботи, що могло вплинути на перебіг річкового стоку. Треба мати на увазі також, що за останні 10-15 років змінився вплив осушення поліської території на стік річок.

Дещо відрізняються зміни водності басейну Дунаю, стік якого формується на значній території з різними фізико-географічними умовами. Тут водність зберігається майже на одному рівні за весь досліджуваний

період. Деякі зміни водності спостерігаються в окремі сезони, проте їхні значення знаходяться в межах точності оцінювання. Що стосується Сіверського Дінця, то оцінки характеристик його водності за окремі періоди не можуть бути прийняті, як достовірні, оскільки в цьому басейні відбувається забір води в значних обсягах для забезпечення Донецького регіону.

Крім зазначених змін, у водності річок України відмічаються значні порушення діапазону міжрічних коливань стоку води як за гідрологічні роки, так і за окремі сезони (холодні й теплі періоди). За останні 30-40 років відбулися зміни впливу зовнішніх чинників, які визначають певні напрямки коливання перебігу річкового стоку за багаторічні періоди, що добре видно із порівняння коефіцієнтів його варіації. Мінливість коливань стоку визначається через показники варіювання у межах певного періоду, тобто зменшення або збільшення діапазону його змін у певній хронологічній послідовності.

На більшості річкових басейнів за останній період відбулося зменшення міжрічних коливань стоку води на 20-40%. Виняток становить лише перебіг водності в басейнах Прип'яті та Західного Бугу. Таке явище є одним із доказів зміни впливу глобальних атмосферних процесів на характер і мінливість річкового стоку.

Прояви циклічності в багаторічних коливаннях водності. За циклічні коливання мається на увазі (згідно з [1-3, 8, 9]) мінливість значень часових послідовностей величин, які мають різний ступінь регулярності за умови існування математичних сподівань параметрів цих коливань.

Циркуляційні макропроцеси в атмосфері загострюються в гірських районах. Тому їх вплив краще всього проявляється на гірській території через дощові паводки або річковий стік за сезонні періоди року. І взагалі річковий стік – це інтегральна характеристика зволоження території басейну.

Для виявлення циклічності та оцінювання її кількісних показників (тривалості, інтенсивності) доцільно застосовувати автокореляційний і спектральний аналізи часових послідовностей певних природних величин. Законність застосування цих методів ґрунтується на прийнятті гіпотези про стаціонарність процесів, що зумовлюють коливання досліджуваних величин.

Для кращого просторового порівняння результатів ординати автокореляційних і спектральних функцій обчислюються у вигляді нормованих значень [1].

Автокореляційна функція $R(\tau)$ характеризує тісноту зв'язку між членами часової послідовності, приміром витрат води $Q(t)$. Функція являє собою послідовність коефіцієнтів лінійної кореляції, розрахованих із різними значеннями зміщення τ витрат води по осі часу. Як нормуючий множник у нашому випадку приймаємо дисперсію послідовності $Q(t)$ [1].

Метод спектрального аналізу стаціонарних випадкових функцій дозволяє розкласти дисперсію послідовності $Q(t)$ на її складові по коловим частотам $\omega = 2\pi/T$ (T – час). Таким чином подається внесок окремих коливань з різними

періодами в загальну мінливість елементів цього процесу у вигляді графіка спектральної щільності $S(\omega)$ дисперсії.

Деякі мало значимі ординати функції $S(\omega)$ можуть бути отримані з від'ємними значеннями. У цьому випадку вони не мають фізичної суті. Така особливість спектральної функції обумовлена несиметричністю розподілу елементів вихідної послідовності.

Автокореляційні і спектральні функції були визначені за гідрологічні роки, теплі та холодні періоди, які відображають багаторічні коливання водності в 11 річкових басейнах України.

Значення довірчих меж 95%-ої ймовірності (ДМ 95%) обчислені згідно з вимогами, викладеними в роботі [9].

Наявність чітко виражених максимумів спектральної щільності та погоджуваність піків на спектрах стоку різних об'єктів свідчить про перевагу в досліджуваних часових послідовностях певних циклічних коливань та засвідчує їх значимість і сталість.

У таблиці 3 наведені оцінки циклічностей, які перевищують довірчі межі 95% або близькі до них. Можна вважати, що ці оцінки відображають через повторюваність витрат води природні коливання водності в досліджуваних річкових басейнах.

Таблиця 3. Тривалість циклів річного та сезонного стоку води

<i>Річка - створ</i>	<i>Тривалість циклів (кількість років)</i>		
	<i>стоку за гідрологічний рік</i>	<i>стоку за теплий період року</i>	<i>стоку за холодний період року</i>
Дунай - Рені	12-14, 38-40	4-5, 12-15, 38-40	12-14, 38-40
Тиса - Вилок	3-4, 7, 25	3-4, 8, 21, 33	4-5, 7, 38
Дністер - Заліщики	6-8, 26-28	6-8, 28-29	3-4, 28-30
Прут - Чернівці	3-4, 7, 26-28	6-8, 28-30	3-4, 29-32
Південний Буг - Олександрівка	8-10, 28-29, 38	6-8, 28-30	9-10, 29-32
Прип'ять - Мозир	6-8, 17, 24	5-8, 35-36	8-10, 20-22
Західний Буг – Сокаль, Литовеж	6-8, 17-19, 24-26	8-10, 23-26	8-9, 23-24, 32-33
Десна - Чернігів	11-12, 24-25	12-14, 22-25	10-12, 17-20
Сула - Лубни	11-13, 31-35	10-13	4-5, 11, 14-18, 36-38
Псел - Запсілля	10-13, 37-39	9-11, 16	4-5, 12-14, 31-35
Сіверський Донець - Лисичанськ	11-13	13, 20-22	5-6, 8-11, 18

При розгляді оцінок циклів виявляється, що окремі річкові басейни групуються за повторюваністю ступенів водності. Так, у басейнах Тиси,

Дністра та Пруту переважають цикли з тривалістю 6-8 і 25-28 років. Перші з них пов'язані з дощовими паводками в Карпатах [1, 2, 9]. А циклічність у 25-28 років – це повторюваність груп років з високою та низькою водністю [4-7].

Формування стоку в басейні Південного Бугу також перебуває під впливом Карпат, особливо в теплі періоди року. Цим і пояснюється його циклічність, близька за тривалістю до Карпатських басейнів.

Річковий стік у басейні Прип'яті формується як у холодний період року (весняна повінь), так і внаслідок дощових паводків улітку й восени. Тому тут проявляється циклічність частково аналогічна Карпатським річкам – тривалістю 8-10, 20-22 і 6-8 років.

Подібність статистичної структури послідовностей характеристик стоку води у деяких річкових басейнах підвищує впевненість у тому, що визначені циклічні коливання реально існують і вони досить сталі.

Досить закономірна повторюваність максимумів функції $R(\tau)$ в точках $\tau = 7, 14, 20-21$ і $28-30$ свідчить про сталість 7-річного циклу та його перевага в часовій послідовності, що досліджується.

Цикли, близькі до 25-30, 30-35, свідчать про регулярність чергування періодів (груп років) високої та низької водності. Тривалість цих періодів становить відповідно 16-17 і 9-13 років [6, 7]. У періоди високої водності підтримується циклічність високих паводків, переважно на річках Карпатського регіону та сусідніх з ним територій, із періодами 3-4 чи 6-8 років.

У стоці річок Середнього Подніпров'я та Сіверського Донця, де переважають весняні повені, відмічаються близькі за тривалістю циклічності, відмінні від розглянутих вище.

Для басейну Дунаю характерні не виражені сезонні відмінності в формуванні стоку води. Тому циклічності в теплий і холодний періоди у цьому басейні не відрізняються, що стосується також їх тривалості за гідрологічні роки.

Висновки. Аналіз хронологічних послідовностей стоку води в основних річкових басейнах України за роки спостережень дозволив виявити зміни в їх міжрічному варіюванні, що відбулися в 70-80 роки ХХ століття. Можна вважати, що ці зміни водності обумовлені зовнішніми чинниками, пов'язаними зі впливом глобальних циркуляційних процесів. Зміни стокових характеристик після 70-80 років свідчать про відсутність у цьому періоді років з низьким річковим стоком, які спостерігалися у попередні роки. У той же час циклічності річного і сезонного стоку зберігаються на тих самих рівнях, що і в попередні роки.

Список літератури

1. *Соседко М.Н.* Исследование циклических колебаний дождевого стока в бассейне Днестра / М.Н.Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1974. – Вып.127. – С.16-37.
2. *Соседко М.Н.* Проявление цикличности в годовом и сезонном стоке р. Днестр / М.Н.Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1974. – Вып.129. – С.42-51.
3. *Дроздов О.А.* Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР./ О.А.Дроздов, А.С.Григорьева –

Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 158 с. **4.** *Лук'янець О.І.* Багаторічні коливання водності в Карпатах / О.І.Лук'янець, М.М. Соседко // Матеріали міжнародної конф. “Стихійні явища в Карпатах”. – Рахів, 1999. – С.195-199. **5.** *Лук'янець О.І.* Річки Правобережжя Прип'яті в періоди високої водності: повторюваність дощових паводків та особливості гідрологічного режиму / О.І.Лук'янець, М.М. Соседко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 1999. – Вип.247. – С. 136-143. **6.** *Сусідко М.М.* Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань / Сусідко М.М., Лук'янець О.І. // Наукові праці УкрНДГМІ. – 1998. – Вип.246. – С.46-55. **7.** *Лук'янець О.І.* Просторова синхронність водності в Карпатському регіоні - “Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія” / О.І.Лук'янець // Матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції, 29.09-02.10.2009 р., м. Луганськ. – Луганськ : вид-во СХУ ім.В.Даля, 2009. – 224 с. **8.** *Luk'yanets O.* Die Abflussbewertung auf nächste Jahre in den Karpaten unter Berücksichtigung der mehrjährigen Abflussschwankungen / O.Luk'yanets, M.Sossedko // Sammelband der XIX. Konferenz der Donauländer. – Osijek (Kroatien), 1998. – S.393-401. **9.** *Kisiel C.C.* Time series analysis of hydrological data // Advances in Hydrosience. - NY, 1969. - Vol.5. – P.138. **10.** *Sosedko M.N.* Die regelmässige Aufeinanderfolge von Zeitabschnitten mit hoher und niedriger Wasserführung in den Einzugs gebieten der Theiss und des Dnisters / M.N.Sosedko // Konferenzbericht der XVI. Konf. Der Donauländer über hydrol. Vorhersagen u. hydrol.wasserwirt. – Grundlagen. Kelheim, 1992. – S.261-265. **11.** *Moskalenko S.O.* An analysis of temporal changeability of the rivers flow in the Pripjat basin on the territory of Ukraine / S.O. Moskalenko // Third International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, Ohrid, Republic of Macedonia, 25-29 May 2010.

Багаторічні коливання водності в Україні

Сусідко М.М., Лук'янець О.І.

На основі дослідження характеру чергування річкового стоку з 11 басейнів визначено періодичність коливання водності. Результати свідчать, що з 70-80-х років XX ст. відбулися зміни варіювання витрат води. Шляхом автокореляційного та спектрального аналізів оцінена циклічність річного та сезонного стоків води.

Ключові слова: періодичність; варіювання; автокореляція; спектральний аналіз; циклічність.

Многолетние колебания водности в Украине

Соседко М.Н., Лукьянец О.И.

На основе исследования характера чередования речного стока с 11 бассейнов определена периодичность колебания водности. Результаты свидетельствуют, что с 70-80-х лет XX ст. произошли изменения вариации расходов воды. Путем автокорреляционного и спектрального анализ оцениена цикличность годового и сезонного стока воды.

Ключевые слова: периодичность; варьирование; автокорреляция; спектральный анализ; цикличность.

Long-term fluctuations of water content in Ukraine

Sosedko M.M., Luk'yanets O.I.

Periodicity of the water content fluctuations was determined on the basis of interchange research of river runoff from 11 basins. These results are evidence, that from 70-80 years XX century were happened changes of water discharges variations. Cyclicity of annual and season water runoff were estimated by means of autocorrelation and spectral analyses.

Keywords: periodicity; variations; autocorrelation; spectral analyse; cyclic.

Надійшла до редколегії 25.06.10

Настюк М.Г.

Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РУСЛОФОРМУВАННЯ РІЧОК БАСЕЙНІВ ПРУТА І СІРЕТУ ЗА ДАНИМИ ЕКСПЕДИЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ГІДРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ключові слова: *стік наносів; сель; витрата води; паводки; руслові деформації*

Актуальність дослідження. Досить важливим чинником розвитку народного господарства у Карпатському регіоні є річки. Вони чітко реагують на процеси, які відбуваються у руслах та на водозборах. Всі ці процеси - результат взаємодії природних та антропогенних чинників. Річки басейнів Прута, Сірету є важливими об'єктами розвитку регіону. Вони також відображають особливості регіону дослідження, його екологічний стан.

Інтенсивне вирубування лісів, пересування транспортних засобів по руслах річок, розорювання територій басейнів річок, а також руслові та гідротехнічні роботи, як показали експедиційні дослідження, є досить характерними для річок басейнів Прута, Сірету. Одним із наслідків такого господарювання є активізація руслових деформацій, що призводять до просідання мостових опор, підмиву берегоукріплюючих споруд. Ці процеси посилюються після проходження паводків із достатніми руслоформуючими витратами води. Руслові деформації можна чітко виділити як досить важливі гідроекологічні проблеми, що притаманні річках басейну Прута, Сірету.

На сьогоднішній день економічні збитки внаслідок підмиву мостових опор, руйнування дорожнього покриття, захисних дамб у Чернівецькій області після проходження паводків тільки у червні 2010 році за попередніми оцінками становлять більше мільйона гривень.

Враховуючи те, що паводки із достатніми руслоформуючими витратами води є досить характерними для річок басейнів Прута, Сірету, і у більшості випадків викликають руслові деформації, питанню вивчення процесів зміни русел річок даного регіону необхідно приділяти значної уваги. Тому об'єктом дослідження є річки Прут, Сірет, Черемош, Білий Черемош, Чорний Черемош, Путила, а саме їх русла.

Аналіз попередніх досліджень. Питанням вивчення руслових процесів присвячені роботи Кондратьєва М.Є., Маккавєєва М.І., Чалова Р.С., Бухіна М.Н., Кафтана О.Н., Ободовського О.Г., Онищука В.В., Ющенко Ю.С. Річки басейну Прута, Сірету, їх русла і заплави є досить цікавими об'єктами для досліджень.

Досить значна увага приділялася захисту населення та народного господарства від паводків.

Перші праці О.Н. Кафтана (1966-1969 рр.) стосувались берегозахисних заходів на річках Українських Карпат та дії найбільших паводків. Також, у 1966 році М.Н. Бухіним захищена дисертація на тему „Переформування русел передгірних ділянок річок при регулюванні їх захисно-виправними спорудами типу запруд” [1, 9].

У 1974-1979 рр. В.В. Онищуком (під керівництвом М.Н. Бухіна) було виконано дослідження впливу неоднорідності незв'язаних ґрунтів (на передгірних ділянках річок) на значення нерозмиваючих швидкостей [9].

Від другої половини 90-х років розпочинається сучасний етап досліджень русел річок регіону. Він характеризується розвитком поглядів на їх раціональне, оптимальне використання [9]. Проблема вивчення руслоформуючих витрат води та класифікації паводків на гірських річках, а також питанню регіональної оцінки руслових процесів та їх гідроекологічним аспектам присвячені наукові праці О.Г. Ободовського [3]. Також їм же було проаналізовано динаміку руслових деформацій, стійкість русел і подано класифікацію паводків гірських річок [10, 11].

Ю.С. Ющенком виявлено геогідроморфологічні закономірності розвитку русел, проведено аналіз факторів, що впливають на їх формування, та проблем використання русел та заплав річок Українських Карпат. Також проаналізовано особливості самоформування крупноалювіальних русел [9, 11].

Питанню трансформації розгалуженого русла Черемошу на передгірній ділянці присвячені праці Смирної В.Г., Швець З.М [8].

Досить важливими є дослідження розвитку базису ерозії на території басейнів Прута та Сірету В.Г. Явкіна, А.О. Кирилюка, М.В. Цепенди [13]. О.В. Паланичко вивчено основні гідроекологічні проблеми, а також проаналізовано особливості руслоформування в басейнах річок Передкарпаття [7].

Постановка завдання. Мета дослідження полягає у виявленні основних природних та антропогенних особливостей руслоформування на річках басейнів Прута та Сірету, використовуючи результати експедиційних досліджень та гідрологічних спостережень. Для аналізу особливостей руслоформування було проведено декілька експедиційних досліджень на річках басейнів Прута та Сірету після високих дощових паводків 2008 та 2010 років. Серед основних питань, які вирішувались у дослідженні, були: виявлення зміни природних чинників формування русел, дослідження впливу берегоукріплюючих споруд на процес руслоформування, аналіз сучасних тенденцій зміни русел річок басейнів Прута, Сірету, що досить чітко відмічаються після проходження досить високих паводків 2008 та 2010 років.

Виклад основного матеріалу. Під час дослідження використовувалися експедиційні матеріали, а також матеріали спостережень гідрологічних постів, що проводять вимірювання витрат води. Обстеження після паводків дають змогу отримати цікавий матеріал для аналізу, виявити частини басейну, ділянки річок Прута та Сірету, де формування паводків, а також

зміни русел мали свої особливості. Також для аналізу руслових деформаційних процесів на ділянці гідрологічного поста можна прослідкувати за даними гідрометричних спостережень шляхом аналізу поперечних перерізів, графіків залежностей $Q=f(H)$ та інших спостережень.

Серед основних природних чинників руслоформування можна виділити наступні: об'єм стоку води (водно-гідравлічний чинник), стік наносів, їх гранулометричний склад, виходи скальних і важкорозмиваних гірських порід у русло (виходи ямненських пісковиків), а також місцеві і загальні базиси ерозії.

Досліджувана ділянка розміщена в зоні активної зливової діяльності, де основною рисою режиму річок є дощові паводки впродовж значної частини року. Густа гідрографічна мережа (до 2,3-2,5 км/км² і більше) і значні похили поверхні водотоків підсилюють процеси формування високих паводків, сприяючи формуванню достатніх руслоформуючих витрат води. На річках басейнів Прута, Сірету в середньому дощові паводки різної інтенсивності формуються 10-15 разів на рік. Паводки 50% забезпеченості відмічаються один раз на 2–3 роки, а катастрофічні регіональні паводки раз на 10–15 років.

Під час експедиційних досліджень виявлено, що на деяких притоках Прута, Сірету у 2010 році відбулося формування паводків, які наблизилися або перевищили максимальні історичні відмітки. Під час травня – серпня саме на цих річках відбулися досить значні зміни русел та заплави.

Руслові процеси можна визначити як взаємодію потоку і ґрунтів, які утворюють русло річки, транспорт і акумуляція наносів, що спричиняють розвиток різноманітних форм руслового рельєфу, режим їх сезонних та багаторічних змін. Для річок басейнів Прута, Сірету досить характерним є потрапляння у русла річок значної кількості уламкового матеріалу гірських порід. Під час дослідження неодноразово відмічалися зсуви берегів, схилів долин річок, а також райони сходу селевих потоків із значними конусами виносу (до 200м×200м). Формування селевих потоків у 2010 році відмічено у верхів'ях Сірету, Сучави, та Прута, також райони селепрояву досліджувались на р. Білий Черемош, р. Чорний Черемош, р. Рибниця та р. Путила (рис.1).

На деяких річках селеві потоки стали причиною руйнування автодорожнього покриття, мостових переходів. За візуальними обстеженнями, однією із передумов формування селів, трансформації наносів, що потрапляють у річкову мережу є вирубування лісів, розорювання та урбанізація у верхів'ях басейнів Прута, Сірету. Зсуви, осипи та селеві потоки, що є основним джерелом надходження наносів у русло, активізувалися в останні роки. На деяких річках, наприклад р. Рибниця, виявлено явище, коли відбувається винос руслового алювію на заплави із значними деформаціями заплави, що свідчить про надлишок наносів у руслі річки (рис. 2).



Рис.1. Селевий потік р. Буковець, ліва притока р. Чорний Черемош



Рис. 2. Виніс руслового матеріал на заплаву р. Рибниця

Виходи стійких до розмиву ділянки русел, що складені скальними породами, ямненськими пісковиками, спостерігаються в районі м. Яремча, а також невеликі ділянки на р. Білий Черемош.

На деяких ділянках річок, що чітко відображається на ГП р. Білий Черемош – с. Яблуниця, відбулося руйнування стійкого до розмиву шару гірських порід [2]. При проходженні паводків відбуваються деформації русла, що пов'язані із поглибленням чи нарощуванням дна. Враховуючи наявність у верхів'ї Білого Черемошу ерозійних процесів (зсуви, осипи, селі),

руслоформування на р. Білий Черемош буде тісно пов'язане із переміщенням гальково-валунного матеріалу. Оскільки основою для руслового матеріалу були щільні гірські породи, а транспортуюча здатність потоку є значною розміри валунного матеріалу на деяких річках становлять 0.5 – 2.0 м

Натурні спостереження, а також топогеодезичні роботи підтверджують активізацію процесів вертикальних та горизонтальних руслових деформацій. Аналіз суміщених профілів річок басейнів Прута, Сірету дозволяє зробити висновок про процес врізання русел (рис.3). Цей процес призводить до збільшення гідравлічного радіусу руслового паводкового потоку, при однакових рівнях води. Враховуючи те, що поздовжні похили водної поверхні практично не змінились, така ситуація призводить до збільшення швидкостей при однакових рівнях води.

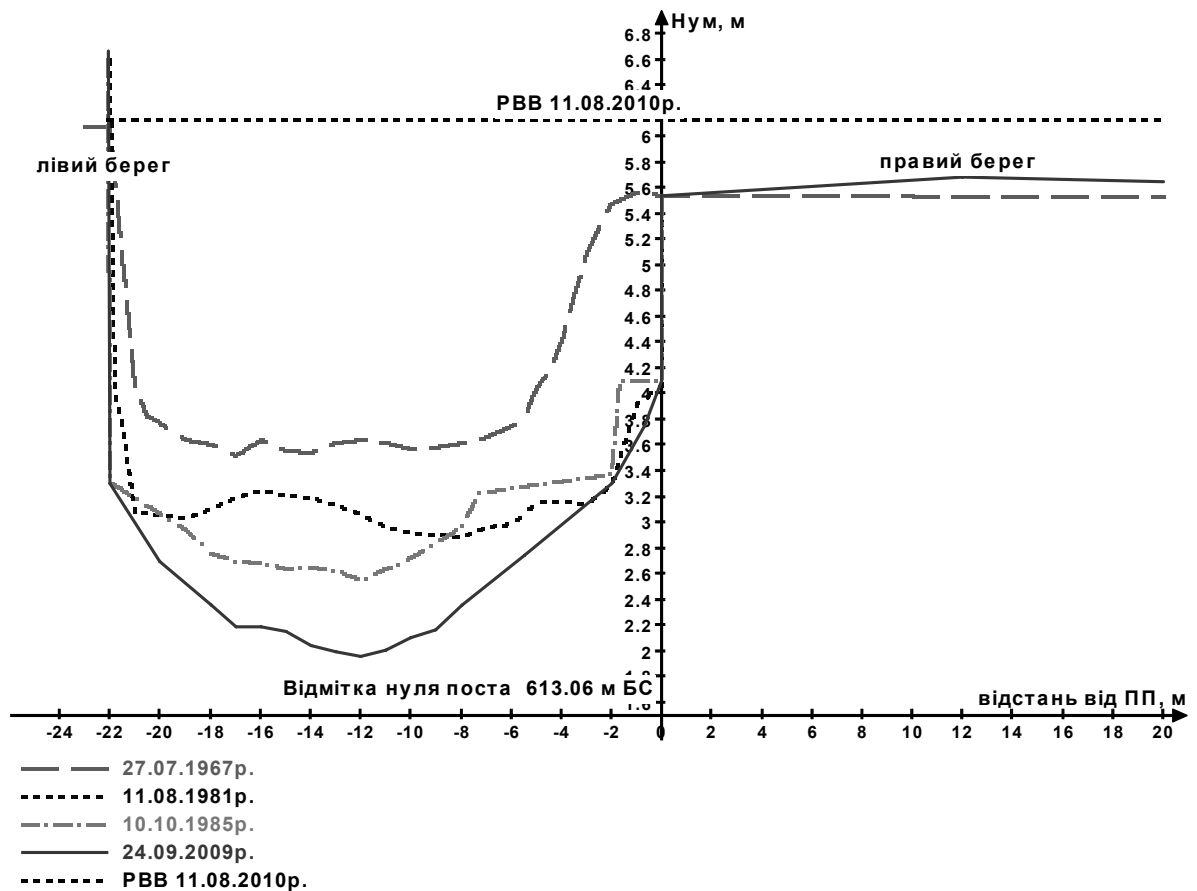


Рис. 3. Поперечні профілі гідроствору №1 (в створі ГП) р. Путила - смт Путила

Слід відмітити, що значний вплив на руслоформування відіграють гідротехнічні, берегозахисні роботи, які проводяться у руслах річок. Для берегоукріплюючих робіт вибирається алювій з русел річок, також досить часто відбувається звуження русел річок. Враховуючи те, що система «потік–русло» прагне досягти рівноваги, і стає причиною того, що менша витрата води є руслоформуючою.

Як помітно на рис.4, із початком берегоукріплюючих робіт на ділянці р. Черемош с.Устеріки – с.Тюдів рівновага у системі «потік-русло» була змінена, що призвело до активізації руслових деформацій для досягнення рівноваги. Наприклад, стійкий до розмиву, під час паводків 1969, 1970, 1974

та 2008 років, правий берег р. Черемош в районі ГП Устеріки піддається розмиву, вперше відмічається таке інтенсивне врізання русла (80 см за 6 місяців). Під час експедиційних досліджень (вимірювання контрольних витрат води, нівелювання) дана тенденція підтвердилася.

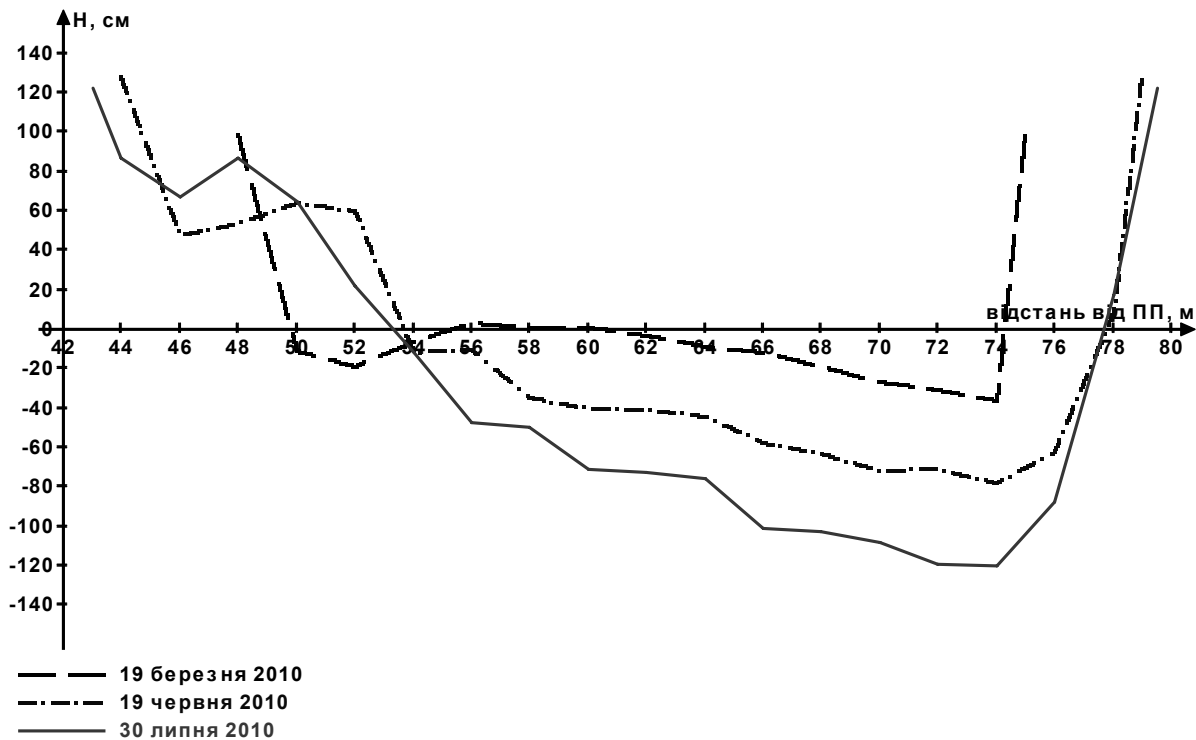


Рис. 4. Поперечні профілі р. Черемош – с. Устеріки, до і після паводків 2010 року

На р. Прут – м. Чернівці в межах гідростворів № 3, 4, 5, 7, 8 під час паводків, відбувається інтенсивний розмив лівого берега (до 8 м), а паралельно йому відбувається формування гребня коси. Тобто відбувається поступове розширення руслового каналу. Мінімальні висотні відмітки дна р. Прут на даній ділянці за останні 3-4 місяці понизилися на 0,5 м. Причиною цього є те, що врізання русла Прута на 2,2 м за останні десятиліття, спричинило "оголення" шару гірських порід, які піддаються легкому руйнуванню.

Оскільки місткість паводкового русла річки Прут – м Чернівці та р. Сірет – м. Сторожинець за останні десятиліття збільшилася, відзначається збільшення гідравлічного радіусу та зростання швидкостей паводкового потоку, призводить до переформування русла та заплави.

Графіки залежностей $Q=f(H)$, $F=f(Q)$, $V_{ср}=f(Q)$, $B=f(Q)$ та $H_{ср}=f(Q)$ р. Сірет – м. Сторожинець, дозволяють проаналізувати процес руслоформування на річці Сірет, його сучасні тенденції (рис. 5).

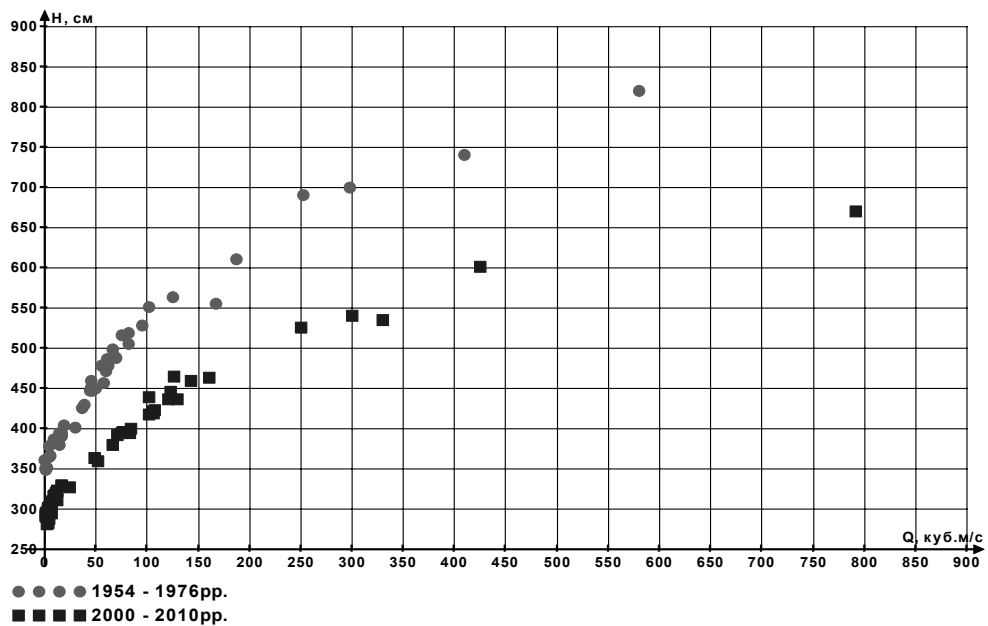


Рис. 5. Залежності $Q=f(H)$, р. Сірет - м. Сторожинець, р. Сірет – м. Сторожинець

За останні більш як 50 років відбулися досить значні зміни в руслі річки Сірет, як помітно на графіках залежностей $Q=f(H)$ (див.рис.5), а також при накладанні поперечних перерізів, на р. Сірет – м. Сторожинець відмічається значне, близько 1,5 м, врізання русла річки. Площа поперечного перерізу русла, до виходу води на заплаву зросла із 90-120 м² у 60 – х роках минулого століття до 153 м². Середня швидкість води в руслі, до виходу води на заплаву, зросла від 1,8 м/с до 2,2 м/с.

Цей факт необхідно враховувати при проектуванні мостів, берегоукріплюючих споруд. Наприклад, 16 серпня 2010 року у м. Сторожинець внаслідок підмиву двох опор залізобетонного мосту через р. Сірет на ділянці автодороги сполученням Сторожинець–Панка, Сторожинець – КПП Красноільськ сталося просідання двох секцій. При будівництві мостів необхідно враховувати зміни гідравлічних та морфометричних властивостей паводкових потоків, що взаємозв'язані з процесами руслоформування.

Висновки. Інтенсифікація антропогенного впливу на гідрологічну мережу за останні 50 років спричинила значні зміни у руслах річок Прута, Сірету.

На відносно стійких ділянках русла р. Білий Черемош спостерігаються деформації русла, які пов'язані із рухом наносів. Відмічається значні руслові деформації практично на всіх гідрологічних постах на території річок басейнів Прута, Сірету.

Виявлено значні зміни русла р. Прут в межах м. Чернівці, та р. Сірет – м. Сторожинець, що відбулися за останній рік, а саме врізання їх русел після проходження паводків 2010 року.

На річці Сірет відбувається процес зменшення ролі заплави у процесах руслоформування, оскільки із збільшенням місткості русла вода виходить на заплаву тільки при досить значних паводках.

Експедиційні дослідження дали змогу показати, що при будівництві берегоукріплюючих, гідротехнічних споруд не завжди враховується водний режим річок, процеси руслоформування. З метою зменшення негативних наслідків від руслових деформацій, що виникають під час паводків необхідно більш ґрунтовно підходити до вивчення даного питання з урахуванням всіх сучасних тенденцій.

Список літератури

1. Бухін М.Н. Морфометричні характеристики русел передгірних ділянок річок Українських Карпат / М.Н.Бухін // Природні умови та природні ресурси Українських Карпат. – Львів., 1968.
2. Настюк М.Г. Формування та проходження катастрофічних паводків на р. Білий Черемош / М.Г.Настюк // Наукові записки Вінницького держ. пед. ун-ту. Сер. Географія. – 2010. – Вип. 20. – С. 44–49.
3. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). / О.Г. Ободовський. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 274 с.
4. Ободовський О.Г. Руслоформуючі витрати та класифікація паводків гірських річках / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Коноваленко О.С. // Вісник Київського університету. Сер. Географія. – 2002. – Вип. 48. – С. 42–47.
5. Ободовський О.Г. Динаміка руслових деформацій річок Закарпаття / О.Г. Ободовський, Є.С.Цайтц, В.В.Гребінь [та ін.] // Екологічні та соціально- економічні аспекти катастрофічних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви).– Рахів, 1999. - С.252-256.
6. Ободовський О.Г. Оцінка стійкості русел і класифікація паводків гірських річок./ О.Г.Ободовський // Україна та глобальні процеси – географічний вимір : зб. наук. праць у 4-х тт. – К. – Луцьк : Вежа, 2000. – Т. 2. - С. 205-209.
7. Паланичко О.В. Природні умови розвитку і поширення напівгірських русел річок Передкарпаття /О.В. Паланичко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Сер. Географія. – 2007. – Вип. 361. – С. 61–68.
8. Смирнова В.Г. Трансформація розгалуженого русла Черемошу на передгірних ділянках / В.Г. Смирнова, З.М. Швець // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Географія. – 2004. – Вип. 220. – С. 74–81.
9. Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю.С. Ющенко. – Чернівці : Рута, 2005. – 320 с.
10. Ющенко Ю.С. Руслознавчі дослідження у Чернівецькому університеті : Матеріали Міжнародної наукової конференції [«Українська історична географія та історія географії в Україні»], (Чернівці, 7-10 жовтня 2009р.) / Ющенко Ю.С. – Чернівці, 2009. – С. 37-38.
11. Ющенко Ю.С. Особливості самоформування крупноалювіальних русел річок Українських Карпат / Ю.С.Ющенко.// Український географічний журнал. – 2004. – №4 (48). – С. 27-33.
12. Ющенко Ю.С., Вплив антропогенної діяльності на формування гальково-валунних русел / Ю.С.Ющенко Ю.С., Смирнова В.Г., Швець З.М. // Геополитические и географические проблемы Крыма в многовекторном измерении Украины (материалы международной научной конференции, посвященной 70-летию географического факультета, Симферополь, 20-22 мая 2004 г). – Симферополь, 2004. – С. 280–282.
13. Явкін В.Г. Розвиток базису ерозії басейнів Прута. Черемоша та Сірету / В.Г.Явкін, А.О.Кирилюк, М.В.Цепенда // Річкові долини: Природа-ландшафти-людина : Зб. наук.праць. – Чернівці – Сосновець, 2007. – 314 с.

Деякі особливості руслоформування річок басейнів Прута і Сірету за даними експедиційних досліджень та гідрологічних спостережень

Настюк М.Г.

Мета даного дослідження полягає в аналізі процесів руслоформування на річках басейнів Прута, Сірету. Виявлено причини та основні тенденції руслових деформацій на ділянках гідрологічних спостережень. Проаналізовано вплив руслоформування на народне господарство.

Ключові слова: стік наносів; сель; витрата води; паводки; руслові деформації.

Некоторые особенности руслоформирования рек бассейнов Прута и Серета за данными экспедиционных исследований и гидрологических исследований

Настюк М.Г.

Цель данного исследования заключается в анализе процессов руслоформирования на реках бассейнов Прута, Серета. Выявлены причины и основные тенденции русловых деформаций на участках гидрологических наблюдений. Проанализировано влияние процессов руслоформирования на народное хозяйство.

Ключевые слова: сток наносов; сель; расход воды; паводки; русловые деформации.

Some features of the river-bed processes rivers of pools of Prut and Sereta after information of expeditionary researches and hydrological observations

Nastyuk M.G.

The purpose of this study is to analyze the river-bed processes of the rivers Prut, Siret. The reasons and the main tendencies Channel deformations in areas of hydrological observations. Influence of river-bed processes the national economy.

Keywords: sediment runoff; mud; water expanse; floods; river-bed deformations.

Надійшла до редколегії 18.09.10

УДК 556.535

Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАРЕГУЛЬОВАНOSTІ СТОКУ РІЧОК
БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЛЬОДОВОГО РЕЖИМУ**

Ключові слова: льодовий режим, зарегульованість стоку, багаторічні коливання

Постановка проблеми. Однією з найважливіших проблем другої половини ХХ- початку ХХІ століття є дослідження змін кліматичних умов в глобальному, регіональному масштабах та розробка прогнозу майбутнього сценарію поведінки клімату у зв'язку з його важливістю як для функціонування природного середовища, так і для життя людства, а також внаслідок виняткової складності цієї проблеми. На сьогодні є актуальним дослідження ступеню реагування та адаптації природних, а саме водних об'єктів до змін, які відбуваються в кліматичній системі. Найбільш чутливими до цих змін є термічний та льодовий режими водних об'єктів.

Дослідження льодового режиму мають велике значення для будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд в зимовий період, для судноплавства, енергетики, а також для ряду інших галузей господарства, що безпосередньо пов'язані з використанням водних об'єктів. Крім практичного інтересу з боку різних галузей господарства, вони мають вагоме значення для ряду фундаментальних наук, що займаються цим питанням.

Аналіз попередніх досліджень. З другої половини ХХ століття дослідження льодового режиму річок України виконувались, переважно, вченими Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) та Інституту гідробіології НАН України. Передусім потрібно відзначити праці Н.М. Гавриленко, І.Т. Кривошеєвої, А.Р. Константінова, А.В. Плащева, Є.І. Кочелаби, В.М. Тімченка та інших. Розробка методики розрахунку ймовірного розподілу дат початку основних фаз льодового режиму належить Н.Г. Дюкель. Дослідження льодового режиму річок Дунаю та Дніпра проводили Л.І. Солопенко, А.В. Щербак, Л.Н. Шматалюк, Н.П. Скрипник, М.В. Зеленська. Аналізом змін льодового режиму річок України під впливом кліматичних змін займався В.І. Вишневський. Протягом останніх років даний напрямок отримав розвиток у розробках вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка, зокрема В.М. Струтинської, В.В. Гребіня, Е.Р. Рахматулліної. Дослідження останніх присвячені сучасним змінам характеристик льодового режиму річок басейнів Дніпра та Південного Бугу [1-3].

Але в цілому, увага до досліджень характеристик льодового режиму річок впродовж останніх десятиліть є порівняно низькою, зокрема в Україні. Тому просторово - часовий розподіл вказаних характеристик для окремих річкових басейнів (зокрема, Південного Бугу) є досить актуальним.

Виклад основного матеріалу. Попередні дослідження авторів стосувалися визначення строків настання певної фази льодового режиму річок басейну Південного Бугу [2]. У статті надано результати аналізу не тільки строків настання фаз льодового режиму басейну річки Південний Буг, але й їх змін на протязі тривалого періоду, та визначення впливу зарегульованості стоку річок басейну на ці зміни. Об'єктом дослідження є річки басейну Південного Бугу, охоплені спостереженнями тривалістю понад шістдесят років [3].

З метою вибору єдиного (для всіх постів) безперервного періоду спостережень було обрано період від 1945 по 2007 рр. Дослідження В.В.Гребіня стосовно сучасних змін гідрологічного режиму річок України [5] показують, що початок таких змін можна віднести до 1989 року. Тому розглянуто характеристики льодового режиму річок басейну Південного Бугу за два характерні періоди: до 1989 р. та після.

Проаналізувавши розподіл фаз льодового режиму за понад 60-річний період, ми отримали наступні результати:

- впродовж останніх двох десятиліть (1989-2007рр.) терміни утворення льодових явищ на річках басейну, в середньому, відмічаються на 4 доби, а терміни утворення льодоставу – на 8 днів пізніше, ніж у попередній період;
- відмічається зміщення на більш ранні терміни дат появи весняних льодових явищ: дати скресання річок – на 16 днів, а дати повного очищення річок від льодових явищ – на 17 днів раніше; отже більш суттєві зміни відмічаються у весняних строках настання льодових явищ, ніж в осінніх;

- зменшилась (впродовж останнього періоду) ймовірність формування певних льодових явищ на річках басейну: поява льодових явищ – на 7,29%; встановлення стійкого льодоставу – на 15,6%;

- загальна тривалість періоду з льодовими явищами на річках басейну скоротилась впродовж останніх десятиліть на 22 доби, порівняно з періодом 1945-1988рр.

Враховуючи значну зарегульованість річок басейну Південного Бугу (таблиця 1), для встановлення впливу антропогенної діяльності на терміни настання окремих фаз льодового режиму, побудовано кореляційні залежності для всіх фаз льодового режиму у відповідності до обраних періодів (1945-1988 та 1989-2007рр.).

Таблиця 1. Характеристика водосховищ і ставків в межах басейну річок Південного Бугу, [за 4]

Річка	Площа водозабору, км ²	Кількість водосховищ	Кількість ставків	Загальна кількість водойм	Питома площа водойм на 1 км ² території басейну, га/км ²	Загальний об'єм водойм до середньої величини водних ресурсів, в %
Іква	505	7	75	82	3,17	30
Згар	1160	6	173	179	2,60	33
Ров	1160	13	201	214	3,58	50
Соб	2840	7	379	386	1,01	21
Савранка	1770	3	94	97	0,86	18
Кодима	2470	4	168	172	0,59	35
Синюха	16700	59	2297	2356	1,36	44
Гнилий Тікич	3150	13	551	564	1,70	54
Велика Вись	2860	14	290	304	1,35	50
Ятрань	2170	5	292	297	1,04	20
Чорний Ташлик	2390	11	268	279	0,84	10
Мертвовід	1820	5	131	136	0,86	37
Інгул	9890	29	673	702	0,79	45

Побудовано два види залежностей :

1) залежність часу настання відповідної фази льодових явищ від питомої площі штучних водойм, га/км²;

2) залежність часу настання відповідної фази льодових явищ від зарегульованості стоку даної річки, %.

За результатами досліджень відмічена тенденція у формуванні зв'язку зазначених характеристик з певною фазою льодового режиму. Так, для двох залежностей: появи льодових явищ та встановлення стійкого льодоставу, спостерігається прямий кореляційний зв'язок, тобто - чим більша питома площа штучних водойм в басейні річки тим більш пізніший час настання льодових явищ та встановлення стійкого льодоставу.

А для скресання та очищення річок, спостерігається зворотній зв'язок, тобто - чим більша питома площа штучних водойм, тим раніший час настання відповідної фази льодового режиму.

Отримані статистичні залежності характеризуються певними значеннями тісноти зв'язку між ними. Такою характеристикою є коефіцієнт кореляції (табл. 2).

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів парної кореляції між датами настання певних льодових явищ та показниками зарегульованості стоку

Вид льодового явища	Питома площа штучних водойм, га/км ²		Зарегульованість стоку річки, %	
	до 1989	1989-2007	до 1989	1989-2007
Поява льодових явищ	0,52	0,75	0,56	0,53
Встановлення стійкого льодоставу	0,73	0,76	0,44	0,71
Скресання річки	0,77	0,36	0,49	0,51
Очищення річки	0,55	0,54	0,37	0,67

Розглянемо першу залежність - зв'язок між часом настання явища та питоною площею штучних водойм в межах басейну. В строках настання льодових явищ та встановлення стійкого льодоставу більш тісний зв'язок прослідковується у другий досліджуваний період (1989-2007рр.), коефіцієнт кореляції відповідно дорівнює 0,75 та 0,76. Щодо строків скресання та очищення, то більш тісний зв'язок характерен для першого періоду (1945-1988рр.).

Другою є залежність часу настання явища від зарегульованості річки. Тут характерне зменшення (в останні десятиліття) тісноти зв'язку по відношенню до строків настання льодових явищ, та (навпаки) збільшення тісноти зв'язку між зарегульованістю та датами встановлення стійкого льодоставу, скресання та очищення річок басейну.

Вид отриманих залежностей наведено на рис. 1-4.

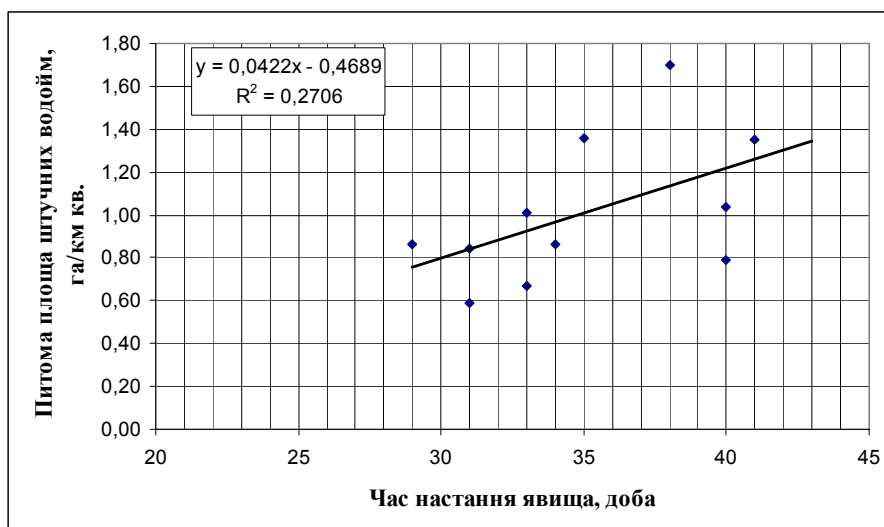


Рис. 1. Залежність між датою утворення льодових явищ (кількість днів від 1 листопада) та питоною площею штучних водойм в басейні за період 1945-1988рр.

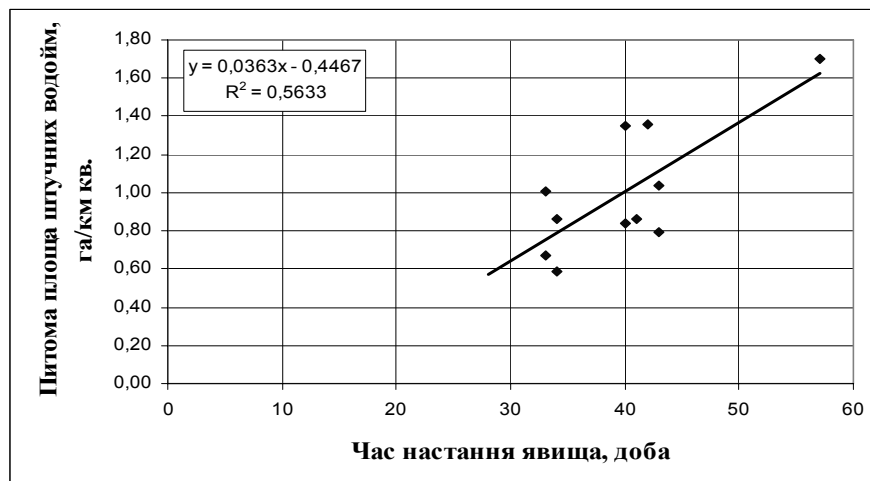


Рис. 2. Залежність між датою утворення льодових явищ (кількість днів від 1 листопада) та питомою площею штучних водойм в басейні за період 1989-2007рр.

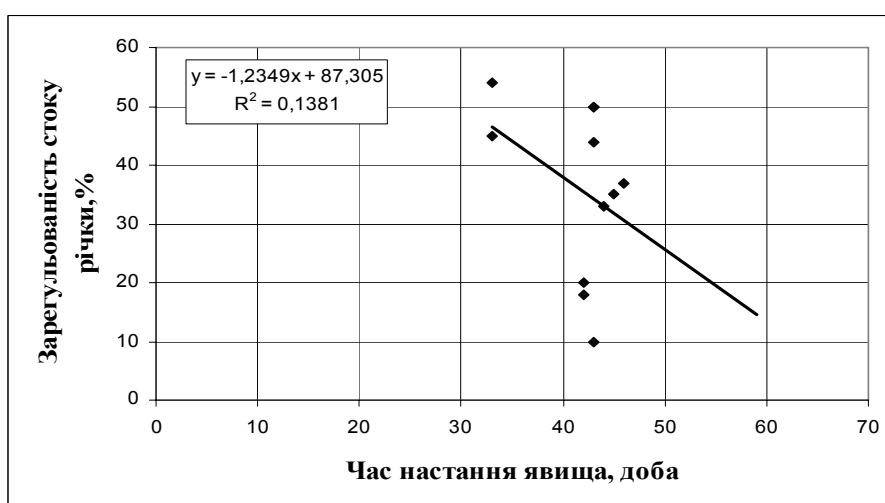


Рис. 3. Залежність між датою очищення річок басейну (кількість днів від 1 січня) та коефіцієнтом зарегульованості стоку за період 1945-1988рр.

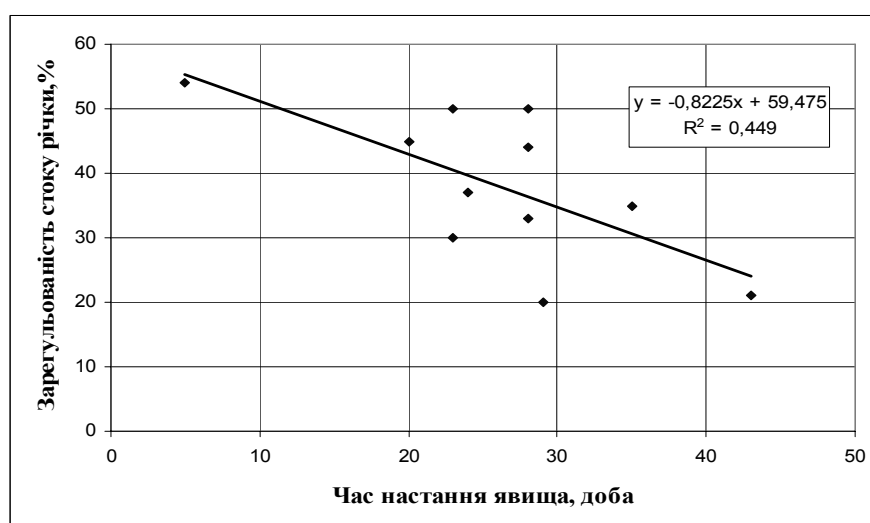


Рис. 4. Залежність між датою очищення річок басейну (кількість днів від 1 січня) та коефіцієнтом зарегульованості стоку за період 1988-2007рр.

Така тенденція пояснюється суттєвим впливом зарегульованості на формування строків настання певних фаз льодового режиму. Більшість

діючих гідрологічних постів, розташованих на річках басейну, розміщені в нижніх б'єфах водосховищ або великих ставків. Скидання через греблі цих водойм більш теплої (порівняно із поверхневим шаром) води з нижніх горизонтів, сприяє затримці дат появи льодових явищ восени та більш ранньому їх прояву навесні.

Для аналізу тривалості окремих фаз льодового режиму річок басейну Південного Бугу були побудовані різницеві інтегральні криві багаторічних коливань тривалості періоду з льодовими явищами по всіх обраних для дослідження гідрологічних постах. Для побудови кривих використано розраховані значення щорічної тривалості періоду з льодовими явищами по кожній з обраних річок.

В якості прикладу на рис. 5-6 наведено різницеві інтегральні криві коливань зазначеної характеристики льодового режиму по кількох гідрологічних постах басейну.

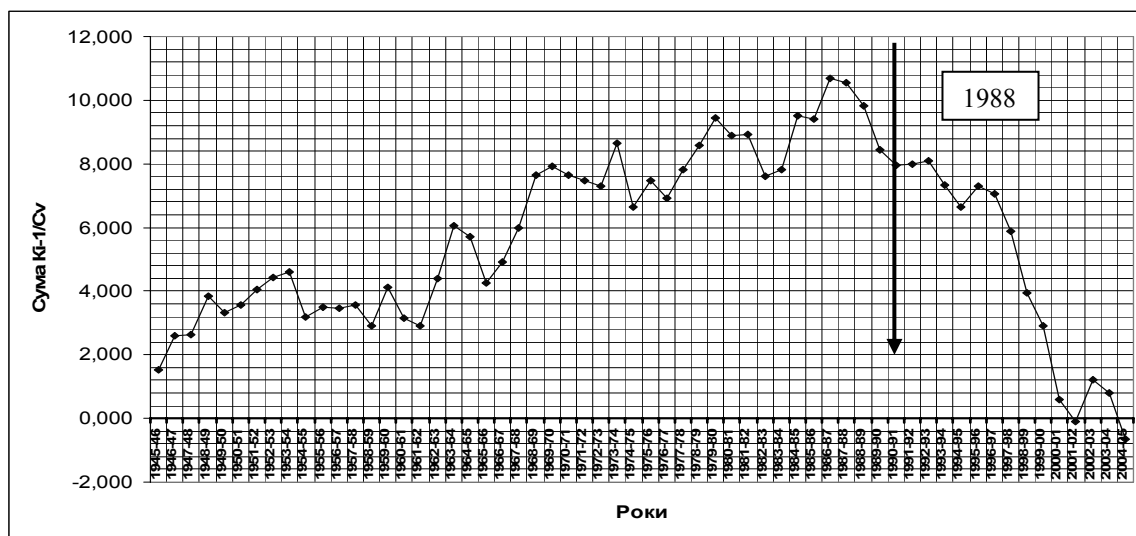


Рис. 5. Різницева інтегральна крива коливань тривалості періоду з льодовими явищами по г/п р. Південний Буг – смт Олександрівка

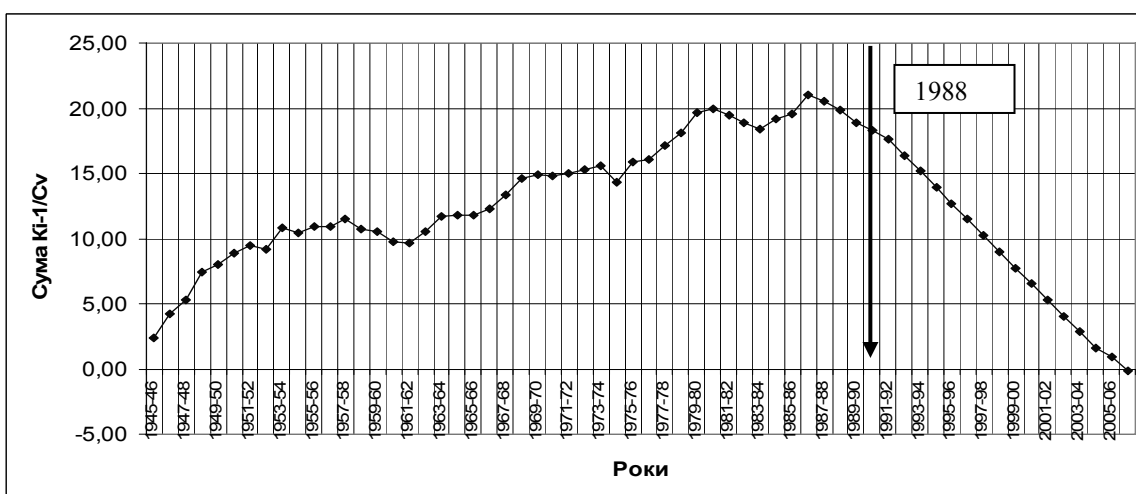


Рис. 6. Різницева інтегральна крива коливань тривалості періоду з льодовими явищами по г/п р. Гнілий Тікич – смт Лісянка

Аналіз графіків дозволяє зробити висновок, що майже на усіх гідрологічних постах спостерігається чіткий цикл коливання тривалості зимового періоду.

За досліджуваний період (1945–2007 рр.) на всіх річках басейну Південного Бугу виділяються наступні коливання тривалості: починаючи з 1945 року тривалість зимового періоду поступово зростала, а вже з другої половини 80-х років вона поступово скорочується. Це підтверджує правильність обраних для досліджень розрахункових періодів (1945–1988 та 1989–2007 рр.).

Значна мінливість на деяких графіках зумовлена інтенсивним антропогенним впливом на річки басейну, а також певними метеорологічними особливостями окремих років.

Висновки. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря, що особливо чітко проявляються в межах України з 80-х років минулого століття, призвели до змін термічного режиму повітря. Зміни клімату проявляються в широкому спектрі природних процесів, не залишилися поза їх впливом і характеристики льодових явищ на річках України, зокрема басейну Південного Бугу.

Проведені нами дослідження дозволяють зробити висновок, що впродовж останніх двох десятиліть в басейні Південного Бугу відбулися значні зміни у строках настання окремих фаз льодового режиму. Зокрема, значно скоротився період із стійким льодоставом, а в деяких випадках він взагалі не спостерігався. Також суттєво зменшилась загальна кількість днів з льодовими явищами. Зазначені зміни більше проявляються у весняний період, ніж в осінній.

Встановлено достатньо тісний зв'язок дат настання окремих льодових явищ від показників зарегульованості стоку та питомої площі штучних водойм.

Встановлено циклічність коливань тривалості періоду з льодовими явищами на річках басейну з виділенням фаз зростання (від 1945 р. до другої половини 80-х років минулого століття) та зменшення (з кінця 80-х років) загальної тривалості вказаної характеристики.

Список літератури

1. Струтинська В.М. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття / В.М.Струтинська, В.В. Гребінь. - К. : Ніка-Центр, 2010. - 196 с.;
2. Рахматулліна Е.Р. Оцінка характеристик льодового режиму річки Південний Буг / Е.Р. Рахматулліна, В.В. Гребінь, С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2009. - т.17. - С. 99-105;
3. Рахматулліна Е.Р. Оцінка сучасного льодового режиму басейну річки Південний Буг / Е.Р. Рахматулліна, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2010. - Т. 20. - С. 89-94;
4. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. - К. : Генеза, 2000. - 456 с.;
5. Гребінь В.В. Оцінка сучасних змін стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / В.В.Гребінь // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - 2008. - Вип. 50, ч.ІІ. - С. 108-113.

Оцінка впливу зарегульованості стоку річок басейну Південного Бугу на характеристики льодового режиму

Рахматулліна Е.Р., Гребін В.В.

Досліджено вплив показників зарегульованості стоку річок басейну Південного Бугу на деякі характеристики льодового режиму. Встановлено циклічність багаторічних коливань тривалості періоду з льодовими явищами з виділенням відповідних фаз циклу.

Ключові слова: льодовий режим, зарегульованість стоку, багаторічні коливання.

Оценка влияния зарегулированности стока рек бассейна Южного Буга на характеристики ледового режима

Рахматуллина Э.Р., Гребень В.В.

Исследовано влияние показателей зарегулированности стока рек бассейна Южного Буга на некоторые характеристики ледового режима. Установлена цикличность многолетних колебаний продолжительности периода с ледовыми явлениями с выделением соответствующих фаз цикла.

Ключевые слова: ледовый режим, зарегулированность стока, многолетние колебания.

Impact assessment of the regulation rivers runoff of the Pivdennyi Bug basin on the ice regime characteristics

Rahmatullina E.R., Grebin' V.V.

The influence of parameters regulation rivers runoff of the Pivdennyi Bug basin on some ice regime characteristics has been investigated. The cyclicity of the long-term fluctuations of the period duration with ice's phenomenon and highlighting of the relevant cycle phases has been determined.

Keywords: ice regime, the regulation of runoff, long-term fluctuations.

Надійшла до редколегії 08.06.10

УДК 556.166

Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОЦІНКА ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ СТОКУ ВОДИ р. ДЕСНА ЗА ПЕРІОД ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

Ключові слова: весняне водопілля, об'єми води, розподіл стоку, терміни проходження водопілля

Актуальність дослідження. Гідрологічний режим річки Десна, в межах України, характеризується чітко вираженим та тривалим весняним водопіллям зі значними максимальними витратами та, порівняно, низькими витратами води в періоди літньо-осінньої і зимової межени. Середня багаторічна частка стоку за період водопілля відносно до річного стоку р. Десна біля м. Чернігів становить 58%, тобто понад половина його визначається саме цією фазою гідрологічного режиму [7-9].

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.4(21)

Розподіл весняного стоку в часі та його довгостроковий прогноз цікавлять у першу чергу гідроенергетику та водне господарство, що здійснюють регулювання стоку та експлуатацію водосховищ. Дійсно, для призначення оптимального режиму роботи ГЕС і великих водосховищ, у тому числі при пропуску особливо значного за об'ємом водопілля, важливо завчасно знати не лише його загальний об'єм та максимальну витрату притоку води, але й розподіл об'ємів притоку в часі.

Метою дослідження є часова оцінка розподілу весняного стоку р. Десна біля м.Чернігів, яка може бути практично використана при довгостроковому прогнозуванні весняного стоку з метою орієнтовної характеристики його розподілу в часі.

Методика наближеної оцінки розподілу весняного стоку в часі. Перебіг весняного водопілля визначається ходом метеорологічних умов, який сучасна метеорологія поки що не в змозі передбачати з великою завчасністю та з необхідною для гідрологічних розрахунків деталізацією й точністю. Із цієї причини оцінка можливого розподілу в часі весняного стоку при довгостроковому його прогнозуванні практично може бути зроблена лише в певному наближенні, виходячи із загальної закономірності формування гідрографу водопілля з урахуванням фізико-географічних особливостей конкретного річкового басейну, тобто емпірично, на основі даних гідрометричних спостережень за досить тривалий ряд років.

Розподіл весняного стоку в часі з використанням статистичних характеристик є найпростішим прийомом такого роду оцінки. Вона полягає у використанні середніх багаторічних характеристик розподілу весняного стоку або стоку за II квартал, який представляють у вигляді відносних (у частках від одиниці або у відсотках) величин пентадного, декадного та місячного стоку за відповідний період [1, 2, 5].

Наявність таких характеристик дозволяє шляхом множення їх на очікуваний за прогнозом сумарний об'єм чи шар стоку одержати стік за п'ятиденки, декадний і місячний стік або приплив води, який може бути виражений в одиницях середніх витрат води ($\text{м}^3/\text{с}$) або об'ємів (м^3 , км^3). При відсутності прогнозу строків початку сніготанення такий розподіл стоку залишається не прив'язаним до календарного часу й може бути віднесено тільки до середньої багаторічної дати початку весняного водопілля. Описаний прийом, однак, практично може бути застосований лише до басейнів з малою амплітудою строків проходження весняної повені. У протилежному випадку показовість середніх багаторічних характеристик розподілу стоку істотно знижується [5].

При розрахунках середніх характеристик відносного розподілу стоку за період водопілля осереднення витрат виконують по п'ятиденних, декадних і місячних відрізках часу з відліком від дати початку водопілля. Це відноситься й до розрахунку характеристик розподілу стоку за II квартал, якщо дата початку водопілля змінюється в його межах. У тому ж випадку, коли дата початку водопілля іноді доводиться на I квартал, розрахунок

характеристик розподілу стоку в II кварталі може бути виконаний по календарних декадах.

Основні результати досліджень. Для детального прогнозування об'ємів надходження води від річки Десна до Канівського водосховища у період водопілля постає необхідність оцінки відповідних часток від загального весняного стоку за багаторічний період.

З метою вирішення поставленого завдання для розрахунків приймаються результати гідрометричних спостережень на річці Десна в районі міста Чернігів, оскільки зазначений гідрологічний пост характеризується найбільш тривалим періодом спостережень, на відміну від поста р.Десна - с.Літки, і при цьому на ділянці від Чернігова до гирла суттєвих змін водності Десни не відбувається.

За початок статистичної послідовності для розрахунків наближеного розподілу стоку весняного водопілля у часі було прийнято 1895 р. Розрахункові проміжки часу – пентади. Як вже відмічалось, у практиці гідрологічних розрахунків та прогнозів використовується два підходи до визначення дати початку відліку. У першому випадку приймається постійний відлік - 1 березня відповідного року, як початок II кварталу, а у другому – дата початку весняного водопілля. Кожен із зазначених підходів має свої переваги. При цьому другий підхід більш детально характеризує процес проходження водопілля, тоді як перший більш зручний, оскільки його можна застосовувати не визначаючи, попередньо, дату початку водопілля.

Для визначення сумарних показників весняного стоку за п'ятиденки витрата води р.Десна – м.Чернігів за кожен день II кварталу кожного року періоду 1895–2010 рр. переводилася у відповідний їй об'єм стоку. Обчислені таким чином об'єми додавалися між собою за окремі пентади та за весь період водопілля, а потім обчислювалися співвідношення між об'ємом стоку кожної пентади та повним весняним стоком. Загальна тривалість періоду спостережень становить 116 років.

Оцінка багаторічних коливань окремих гідрологічних характеристик проводиться у тому числі через визначення їх норми, яка деякими вченими за наявності рядів спостережень понад 50 років вважається рівною середньому арифметичному значенню. Однак, якщо прийняти гіпотезу про наявність у багаторічних коливаннях водності циклів різних структурних рівнів, таке твердження не можна вважати абсолютно вірним, оскільки чим довшим є період спостережень, тим більше фаз різних структурних рівнів він охоплює та, відповідно, тим більш диференційованим має ставати підхід до вивчення таких тривалих рядів спостережень.

Саме тому, окрім осередненого за повний період спостережень (1895-2010рр.) відсотку внеску певної пентади у сумарний об'єм стоку за другий квартал у табл. 1 наведено розподіл стоку для періоду, з якого наявні офіційно опубліковані матеріали (1936-2010 рр.). З метою виявлення особливостей розподілу стоку під впливом сучасних кліматичних змін у табл. 1 наводяться осереднені його схеми до 1988 та після 1989 року.

Визначення 1989 року у якості початкового періоду сучасних змін гідрологічного режиму обумовлено розрахунками коливань середньої річної температури повітря за основними метеорологічними станціями в межах басейну р. Десни [6].

Таблиця 1. Оцінки розподілу весняного стоку за пентадами р. Десни біля Чернігова (у відсотках)

Номер пентади	Дата початку	Дата закінчення	Період осереднення			
			1895-2010рр.	1936-2010рр.	1936-1988рр.	1989-2010рр.
1	01.03.	05.03.	1,72	2,04	1,61	3,08
2	06.03.	10.03.	1,88	2,20	1,69	3,43
3	11.03.	15.03.	2,13	2,39	1,83	3,75
4	16.03.	20.03.	2,52	2,69	2,09	4,13
5	21.03.	25.03.	3,03	3,13	2,56	4,51
6	26.03.	30.03.	3,72	3,82	3,35	4,97
7	31.03.	04.04.	4,68	4,87	4,61	5,49
8	05.04.	09.04.	5,76	5,99	5,98	6,02
9	10.04.	14.04.	7,01	7,05	7,36	6,31
10	15.04.	19.04.	8,20	7,94	8,52	6,53
11	20.04.	24.04.	8,78	8,31	8,99	6,67
12	25.04.	29.04.	9,05	8,34	8,99	6,78
13	30.04.	04.05.	8,80	8,29	9,00	6,56
14	05.05.	09.05.	7,81	7,62	8,14	6,36
15	10.05.	14.05.	6,80	6,80	7,08	6,12
16	15.05.	19.05.	5,82	5,92	5,99	5,73
17	20.05.	24.05.	4,88	5,02	4,95	5,19
18	25.05.	29.05.	4,06	4,19	4,01	4,64
19	30.05.	03.06.	3,35	3,39	3,25	3,73

Аналізуючи результати розрахунків, наведені у табл. 1, варто відмітити, що перебіг весняного водопілля за повний період спостережень характеризується чітким максимумом (9,05%) у період 25-29 квітня та поступовою інтенсифікацією наростання об'ємів водопілля від початку другого кварталу до періоду між 9 і 10 пентадами, коли їх внесок зростає на 1,25%. Спад водопілля відбувається більш рівномірно та не перевищує змін у межах 1% між сусідніми пентадами.

Осереднений розподіл за період 1936-2010 рр. характеризується більш розпластаним максимумом, оскільки до нього не потрапляють роки з максимальними витратами води водопілля: 1895, 1917, 1908 1931, рр. і т.д. Тобто, післявоєнний період, спостереження протягом якого є основою гідрологічних розрахунків, у багаторічному розрізі охоплює, у випадку р.Десна, 89-річний цикл, який, у свою чергу є закінченням багатоводної фази попереднього вікового циклу вищого структурного рівня, початок якого за існуючим рядом визначити неможливо, та початком наступного маловодного періоду. Таким чином, осереднений за період 1936-2010 рр. розподіл об'ємів водопілля більшою мірою характерний для років пониженої водності, про що свідчить розпластаний характер 5-денних гідрографів на

піку та більш ранній початок різкого підйому: між 8 і 9 пентадами (на 1,12 %).

Розподіл стоку за останній розрахунковий період (1989–2010рр.) або період сучасних кліматичних змін відрізняється порівняно значною розпластаністю максимуму, відсутністю практично різкого підйому між об'ємами сусідніх пентад, максимум якого зміщується на 7 та 8 пентади і становить всього 0,52%. Описаний характер водопілля, в першу чергу, обумовлений змінами внутрішньорічного розподілу температури повітря [9], зокрема стійким переходом через 0°C не у квітні, а у березні і як наслідок перерозподілом внеску різних видів живлення, особливо підземного, змінами умов промерзання ґрунту та запасами вологи у сніговому покриві. Особливо показовим, у даному відношенні, є водопілля 2010 року.

З метою більш детальної оцінки розподілу весняного стоку у різні за водністю роки нами було проаналізовано ряд емпіричних характеристик об'ємів стоку за II квартал, відповідно до яких обчислено забезпеченість року за формулою Крицького-Менкеля (рис.1, табл.2). Отримані, таким чином, критичні багатоводні та маловодні весняні періоди, певною мірою, відрізняються від багатоводних і маловодних років, визначених ранжуванням рядів середніх та максимальних річних витрат води.

Результати розрахунків табл.2 графічно представлені у вигляді осереднених 5-денних гідрографів певної забезпеченості на рис.1.

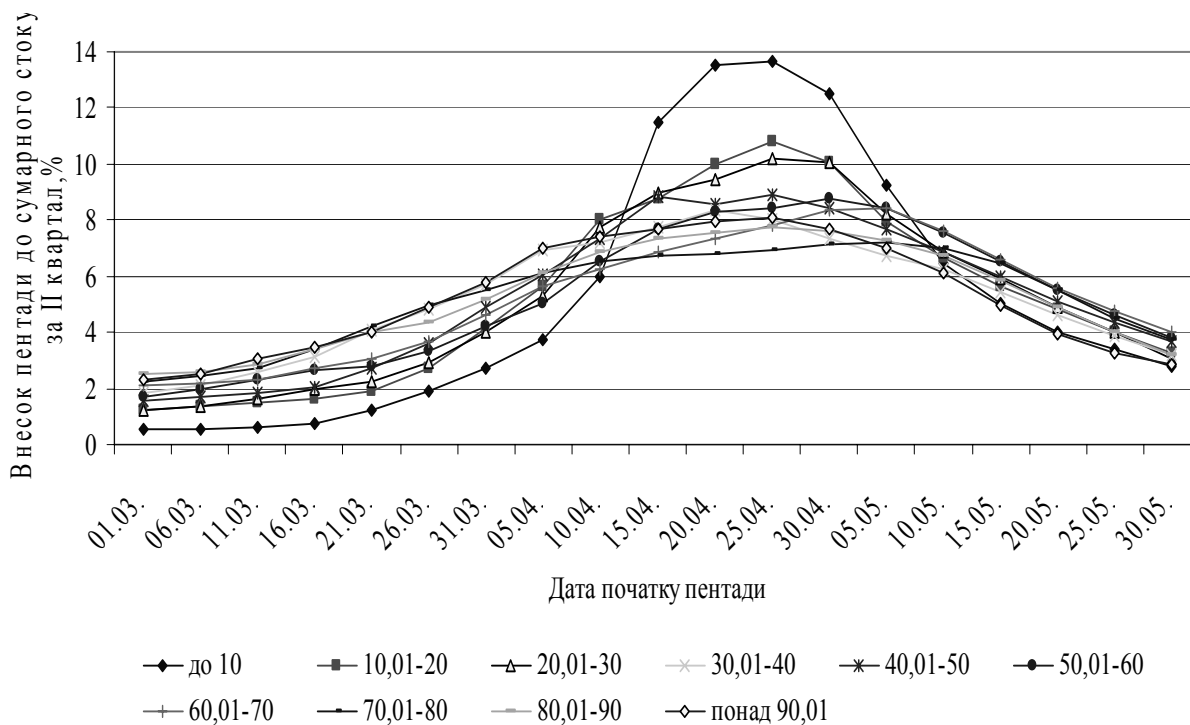


Рис.1. Розподіл весняного стоку за пентадами р. Десни – м. Чернігів через кожні 10% ймовірності перевищення (у %) 1895-2010 рр.

Оскільки для коректного співставлення результатів спостережень у різні за водністю роки нами прийнято за початок розрахунку 1 березня відповідного року досить інформативною характеристикою початку інтенсивного підйому хвилі водопілля є перевищення 3% внеску окремої пентади у загальний

об'єм стоку за II квартал. За даним показником (див. табл. 2, рис. 1), за виключенням інтервалу забезпеченості 30-40%%, досить чітко простежується відома закономірність про те, що значні максимальні витрати характерні для пізніх водопіль, а ранній початок водопілля призводить до значного розпластування його хвилі. Значні відмінності у інтервалі 30-40%% забезпеченості обумовлені віднесенням до вказаного інтервалі досить високих за об'ємами, але ранніх за початком водопіль (1936, 1981, 2002 рр.). В середньому, за багаторічний період зі зміщенням початку інтенсивного підйому водопілля на одну пентаду, забезпеченість його об'єму змінюється на 20%.

Водопілля найнижчої забезпеченості характеризуються надзвичайно стрімким характером розвитку з максимумом на 5% від загального об'єму стоку за II квартал між 8 та 9 пентадами. Такий інтенсивне проходження водопілля обумовлює необхідність поряд із розглянутими осередненими схемами детально проаналізувати характерні особливості найбільш значних за об'ємами водопіль, зокрема: 1917, 1931 та 1970 рр. Величина максимальної витрати води кожного з цих років досить близька і становить 8090, 7940 та 8000 м³/с; запаси продуктивної вологи у ґрунті на початок сніготанення у ці роки теж мали близькі значення, відповідно: 200, 200 та 196 мм. Максимальні запаси води в снігу спостерігалися 1917 р. і становили 208 мм, 1931 р. ця характеристика становила 141 мм, а 1970 року – 118 мм. Відрізнялися переважно терміни проходження, зокрема, початок водопілля найбільш раннім був у 1970 р. (11 березня), потім – 1917 р. (27 березня) і найбільш пізнім у 1931 р. (8 квітня). За особливостями перебігу варто відмітити саме водопілля 1931 р., яке характеризувалися досить пізнім початком (08 квітня) та проходженням максимуму (29 квітня); при цьому різкий підйом витрат води розпочався 16 квітня, з 18 по 20 квітня витрата води зростала, в середньому, на 120 м³/с (за добу), а за один день з 22 до 23 квітня витрата води зросла на 2767 м³/с, а наступного дня і ще на 1362 м³/с.

Таким чином, найвищі водопілля на р.Десна в районі м. Чернігів характеризуються досить стрімким розвитком з максимальною інтенсивністю за добу порядку 1700-2700 м³/с. Найбільші витрати водопілля спостерігаються при наступних умовах: глибина промерзання понад 65 см, запаси продуктивної вологи у ґрунті біля 200 мм, максимальні запаси вологи в снігу понад 120 мм. Катастрофічне водопілля з перевищенням відомих історичних максимумів можливе при дотриманні перерахованих вище умов передпovenевого зволоження і промерзання ґрунту, а також при максимальних запасах води в снігу близько 200 мм (подібно до 1917 р.) і за пізнього початку водопілля і проходження максимуму (подібно до 1931 р.).

Для практичних потреб та надання довгострокового прогнозу більш доцільним є представлення результатів осереднення гідрографів за окремі часові проміжки у вигляді зменшеної кількості інтервалів забезпеченості, зокрема, узагальнених – до 20%, 20-80% та понад 80% (рис.2).

Відповідно до рис.2 нами запропоновано три розрахункові гідрографи, за якими можна обчислити приплив води від р.Десна до Канівського

Таблиця 2. Оцінки розподілу весняного стоку за пентадами р. Десни – м. Чернігів у межах певних ймовірностей перевищення (1895-2010 рр.)

Номер пентади	Дата початку пентади	Дата закінчення пентади	Ймовірність перевищення (%)									
			до 10	10-01	20-01	30-01	40-01	50-01	60-01	70-01	80-01	90-01
			межі відповідних об'ємів весняного стоку за II квартал, км ³									
			13,8-8,43	8,42-7,28	7,27-6,74	6,73-6,24	6,23-5,75	5,74-4,98	4,97-4,77	4,76-3,97	3,96-3,61	>3,6
1	01.03.	05.03.	0,51	1,23	1,22	1,82	1,60	1,70	2,13	2,26	2,49	2,28
2	06.03.	10.03.	0,55	1,39	1,34	2,10	1,68	2,00	2,19	2,42	2,61	2,53
3	11.03.	15.03.	0,58	1,51	1,62	2,59	1,82	2,28	2,32	2,74	2,88	3,03
4	16.03.	20.03.	0,74	1,61	2,00	3,10	2,07	2,63	2,74	3,37	3,41	3,50
5	21.03.	25.03.	1,20	1,90	2,24	4,05	2,70	2,80	3,08	4,23	4,03	4,00
6	26.03.	30.03.	1,88	2,71	2,90	4,85	3,59	3,30	3,68	4,99	4,36	4,90
7	31.03.	04.04.	2,74	4,13	4,04	5,71	4,86	4,24	4,59	5,48	5,13	5,80
8	05.04.	09.04.	3,76	5,65	5,31	6,97	6,06	5,06	5,64	6,10	6,13	6,99
9	10.04.	14.04.	6,01	7,99	7,78	7,22	7,35	6,49	6,27	6,53	6,89	7,40
10	15.04.	19.04.	11,5	8,78	8,97	7,77	8,81	7,67	6,85	6,70	7,31	7,66
11	20.04.	24.04.	13,5	9,96	9,43	8,39	8,55	8,28	7,33	6,81	7,54	7,98
12	25.04.	29.04.	13,6	10,8	10,2	8,00	8,92	8,40	7,85	6,91	7,72	8,05
13	30.04.	04.05.	12,5	10,1	10,1	7,31	8,41	8,74	8,37	7,13	7,63	7,70
14	05.05.	09.05.	9,23	7,94	8,22	6,73	7,68	8,44	8,40	7,22	7,25	7,03
15	10.05.	14.05.	6,43	6,65	6,86	6,25	6,86	7,53	7,61	7,00	6,70	6,09
16	15.05.	19.05.	5,00	5,64	5,89	5,41	5,95	6,52	6,59	6,43	5,85	4,95
17	20.05.	24.05.	4,03	4,80	4,91	4,65	5,09	5,52	5,59	5,50	4,87	3,93
18	25.05.	29.05.	3,39	4,00	3,99	3,87	4,35	4,60	4,73	4,47	4,02	3,29
19	30.05.	03.06.	2,79	3,24	3,05	3,21	3,67	3,78	4,03	3,71	3,17	2,88

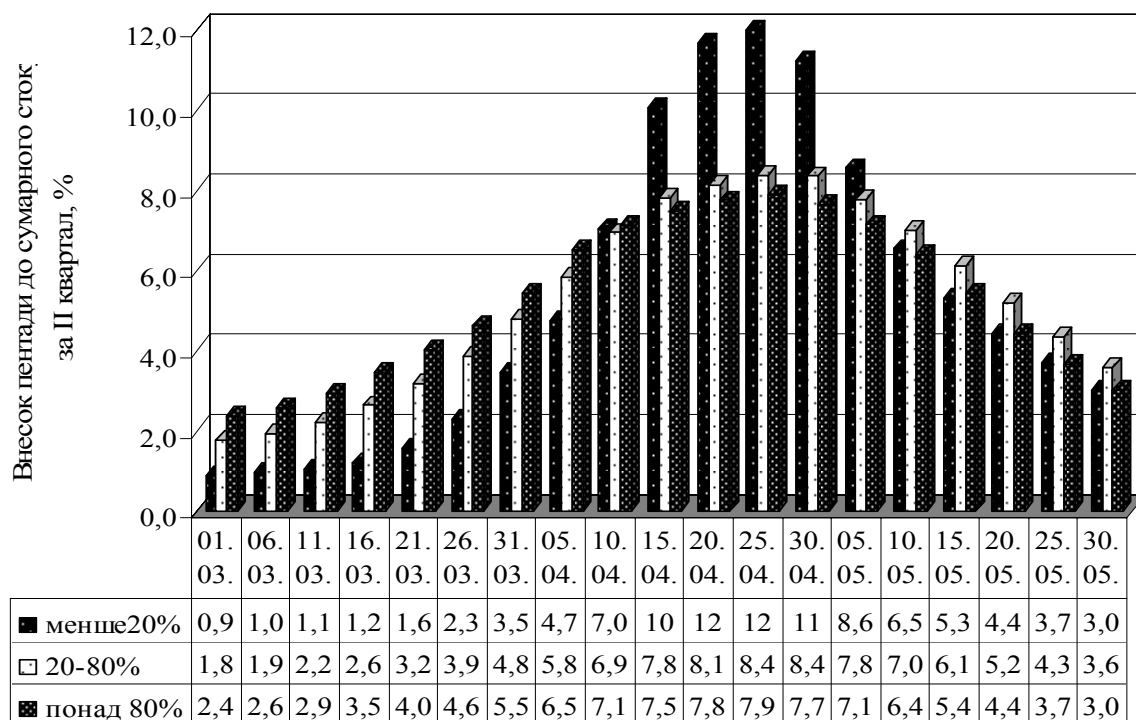


Рис. 2. Розподіл весняного стоку за пентадами р. Десни – м. Чернігів у певні інтервали ймовірності перевищення (у %) 1895-2010 рр.

водосховища за окремі пентади. Зазначені схеми практично можна використовувати за виключенням дуже багатоводних і дуже маловодних років (5% та 95% забезпеченості).

Оцінивши осереднені гідрографи розподілу стоку води р.Десна – м.Чернігів з метою детального аналізу весняного водопілля, розглянемо терміни його проходження, характерні для запропонованих вище розрахункових періодів (табл.3).

Таблиця 3.. Осереднені терміни проходження весняного водопілля р. Десна – м.Чернігів протягом періоду спостережень

Період спостережень	Терміни проходження водопілля		
	початок	Максимум	закінчення
1895-2010	12 березня	23 квітня	01 липня
1936-2010	11 березня	24 квітня	02 липня
1989-2010	06 березня	22 квітня	14 червня

Як бачимо з табл.3 середні дати початку водопілля відносяться до початку другої декади березня, дати максимуму до початку третьої декади квітня та закінчення водопілля відноситься до початку липня. Для періоду сучасних кліматичних змін характерними є більш ранні дати початку і закінчення водопілля.

З метою виявлення сучасних тенденцій за результатами дослідження багаторічної динаміки термінів проходження водопілля обчислено кількість днів від 01.01. відповідного року до дати початку водопілля, настання його максимуму та закінчення. Використовуючи отримані числові величини побудовано різницеві інтегральні криві їх відхилень від середнього багаторічного значення (рис.3).

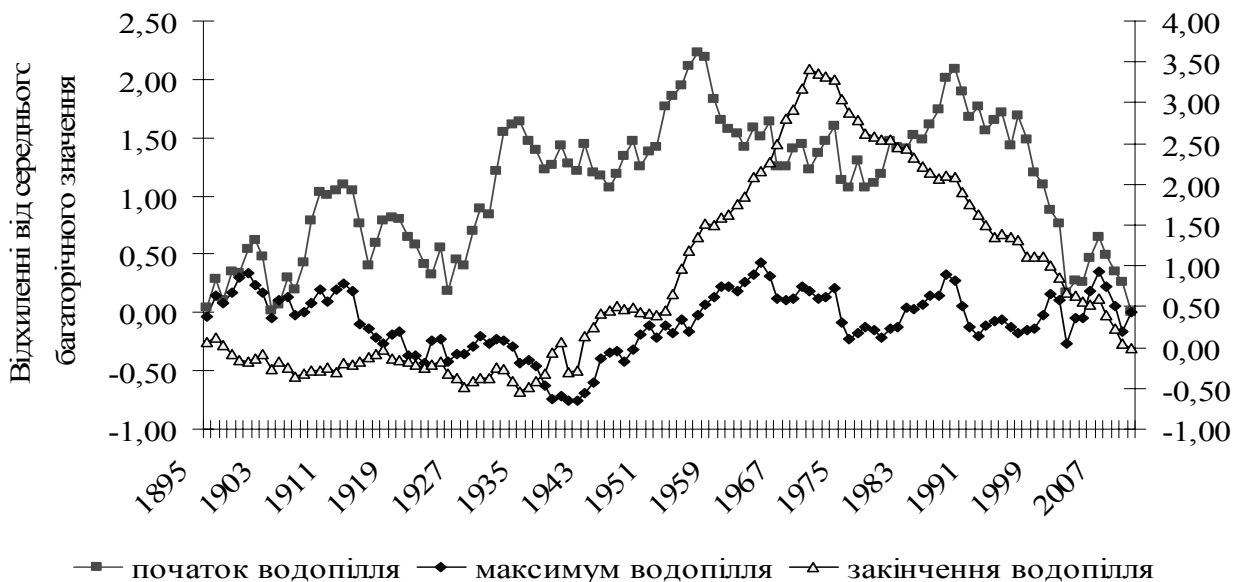


Рис. 3. Різницеви інтегральні криві коливань термінів проходження весняного водопілля р. Десна – м. Чернігів

Відповідно до закономірностей, що простежуються за різницевою інтегральною кривою (див. рис.3) варто відмітити найбільш чіткі тенденції для дат закінчення водопілля у вигляді скорочення кількості днів від початку року, тобто у більш ранніх термінах закінчення (див. табл. 3). Для термінів початку водопілля відмічається загальна тенденція до зниження або до проходження більш ранніх водопілля. Вказана тенденція порушувалася 2005 та 2006 року, однак водопілля останніх років повторюють вказану закономірність. Проходження максимумів не має чітко спрямованої тенденції багаторічних змін, однак починаючи з 2000 року помітно зростає амплітуда їх коливань, що свідчить про існування можливості появи більш пізніх водопілля і в сучасних кліматичних умовах.

З огляду на існуючі закономірності формування весняного водопілля в басейні р.Десна розглянемо його особливості 2010 р. Для визначення переважаючого джерела живлення відповідно до 2009-2010 гідрологічного року проведемо розчленування відповідного гідрографа стоку за методикою Б.В.Полякова та Б.І.Куделина [3] з виділенням постійного підземного стоку та підземного стоку зони активного водообміну (рис. 4).

Внесок сумарного підземного живлення 2009-2010 року становить 45%, а снігового 51%. Таке співвідношення є характерним для періоду 1936-1989 рр. [9], але від водопілля останніх років воно значно відрізняється за рахунок зростання частки снігового живлення через зниження величини постійного підземного живлення. Оскільки постійне підземне живлення обчислюється за величиною абсолютної мінімальної витрати, а її величина ($82,4 \text{ м}^3/\text{с}$ у період літньої межени 2010 року та $121 \text{ м}^3/\text{с}$ у період зимової межени) для даного гідрологічного року була однією з найнижчих за період, починаючи з 1977-1978 рр. Таким чином, досить низький постійний підземний стік, на нашу думку, став однією з причин зниження максимуму водопілля 2010 року за рахунок значного попереднього виснаження основних горизонтів міжпластових вод.

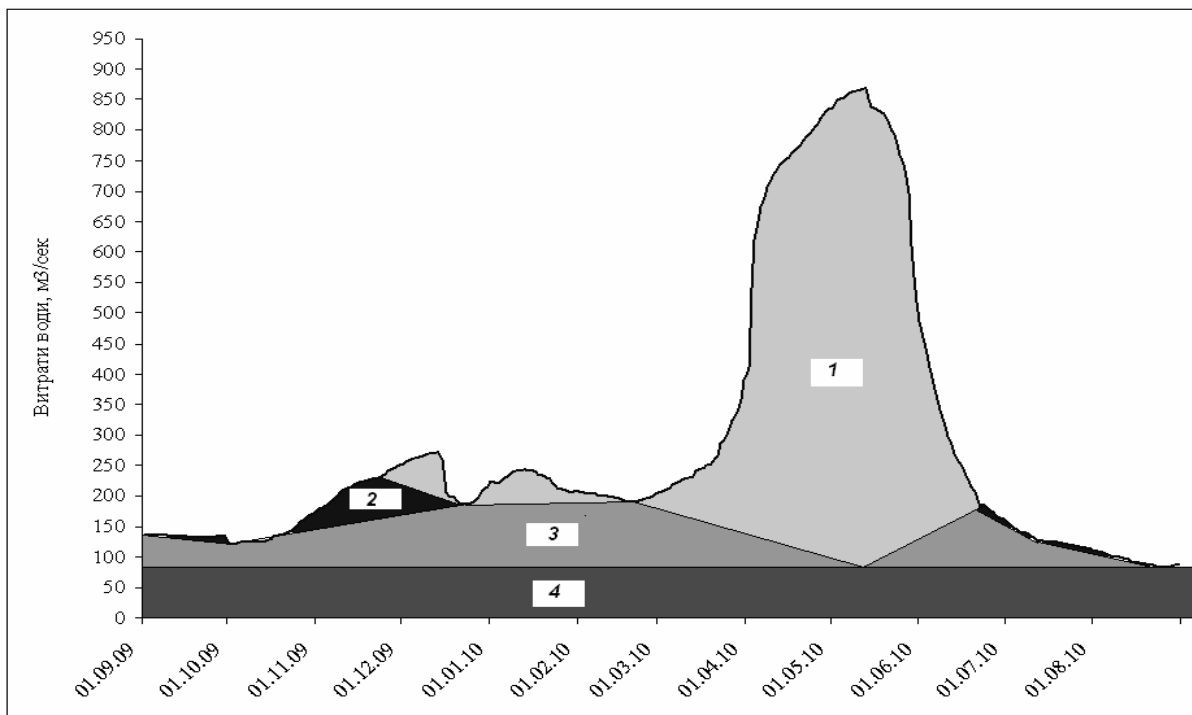


Рис.4. Гідрограф стоку р.Десна – м. Чернігів з 01.09.2009 по 31.08.2010 гідрологічний рік та основні джерела живлення (1-снігове 51%, 2-дощове 4%, 3-підземне зони активного водообміну 15%, 4-постійне підземне живлення 30%)

Іншим важливим чинником, що вплинув на суттєве розпластування хвилі водопілля 2010 року став його ранній початок та пізніше проходження максимуму (12 травня), що є досить характерним для періоду сучасних кліматичних змін.

Таким чином, особливості проходження вказаного водопілля поєднують риси, характерні для останніх двох десятиріч такі як ранній початок та пізніше проходження максимуму; а також характерні для попереднього стаціонарного періоду, зокрема, досить суттєвий відсоток снігового живлення і занижений внесок постійного підземного живлення.

Відповідно до фактичного стоку за II квартал 2010 року, об'єм водопілля становив 4,8 км³, а шар стоку, спрогнозований спеціалістами на вказаний період відповідав 59 мм або об'єму 4,83 км³. Вказане водопілля характеризується забезпеченістю порядку 68%, тому у якості можливих варіантів часового розподілу об'ємів припливу води від р.Десна до Канівського розглянемо запропоновані у роботі осереднені схеми за табл.2 та рис.2. Результати порівняння представлено на рис. 5.

Осереднені схеми (рис. 5) характеризують теоретичні гідрографи, водопілля на яких виражено більш чітко, а причини настільки значного розпластування водопілля 2010 року нами проаналізовано вище.

За результатами проведених розрахунків можна зробити один з основних висновків про надзвичайно високу важливість наявності безперервних тривалих рядів спостережень, відповідно до яких з'являються перспективи застосування осереднених схем, схем за характерні роки, порівняння критичних максимумів і мінімумів за різних кліматичних умов, можливості тестування окремих математичних моделей за різних сценаріїв

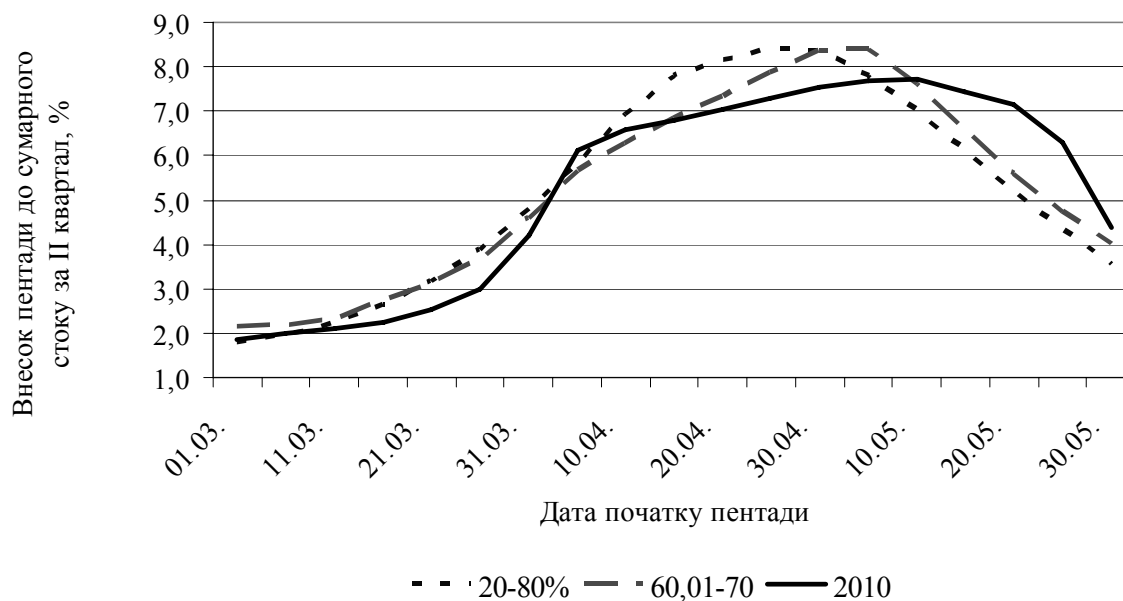


Рис.5. Осереднені гідрографи відповідно до осередненої забезпеченості 20-80%% та 60,1-70%% та реальний гідрограф стоку за пентадами 2010 року

розвитку водопілля. Додатковими перевагами є можливості оцінки багаторічної динаміки процесу формування річкового стоку, виявити прояви циклічності, дослідити реакції системи у періоди нестабільності, характерні для фазових переходів і т.д.

Висновки. З метою запропонування довгострокового прогнозу припливу води від р.Десна до Канівського водосховища за окремі часові відрізки обчислено осереднені одиничні гідрографи розподілу стоку для різних інтервалів забезпеченості. Визначено середні терміни початку, проходження максимуму та закінчення водопілля. Проаналізовано особливості перебігу найвищих водопіль на р.Десна. Наведено характеристику весняного водопілля 2010 р. та за гідрологічними показниками визначено деякі причини відхилень, під час його проходження, від запропонованих розрахункових схем.

Список літератури

1. Аполлов Б.А. Курс гидрологических прогнозов / Б.А. Аполлов, Г.П. Калинин, В.Д. Комаров. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 420 с.
2. Бефани Н.Ф. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам / Н.Ф. Бефани, Г.П. Калинин. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – С.159-185.
3. Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод / Б.И. Куделин. – М. : Изд-во МГУ, 1960. – 343 с.
4. Рудометов М.В. Об учете дружности развития половодья в расчетах и прогнозах весеннего максимума (на примере р.Десны) / М.В.Рудометов // Тр.УкрНИГМИ. - 1969. - Вып.76. - С. 23-33.
5. Руководство по гидрологическим прогнозам. – Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 246 с.
6. Чорноморець Ю.О. Багаторічна динаміка основних елементів водного режиму р.Десна / Ю.О.Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2009. - Т.17. - С. 80-93.
7. Чорноморець Ю.О. Внутрішньорічний розподіл окремих елементів водного балансу річок басейну Десни (в межах України) та їх багаторічні коливання / Чорноморець Ю.О., Гребінь В.В. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2010. - Т.18. - С. 98-106.
8. Чорноморець Ю.О. Багаторічна динаміка термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Десни / Чорноморець Ю.О.,

Фріндт К.Т.// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2010. - Т.2(19). - С. 94-105. **9.**
Чорноморець Ю.О. Багаторічна динаміка режиму живлення річки Десна / Чорноморець Ю.О., Гребінь В.В. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2010. - Т.3(20). - С. 59-67. **10.**
Шакірзанова Ж.Р. Аналіз та просторове узагальнення строків проходження весняних водопіль на рівнинних річках України / Ж.Р. Шакірзанова // Вісник ОДЕУ. – 2008. - Вип.6. - С. 157-164.

**Оцінка часового розподілу стоку води р. Десна за період весняного водопілля
Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І.**

Подано аналіз та часова оцінка розподілу весняного стоку р. Десна біля м. Чернігів, яка може бути практично використана при довгостроковому прогнозуванні стоку під час весняного водопілля з метою орієнтовної характеристики його розподілу в часі.

Ключові слова: весняне водопілля, об'єми води, розподіл стоку, терміни проходження водопілля.

Оценивание распределения стока воды во времени р. Десны в период весеннего половодья

Чорноморець Ю.А., Лукьянец О.И.

Представлен анализ и оценка распределения весеннего стока во времени р. Десны у г. Чернигов, которая может быть использована в долгосрочных прогнозах стока в период весеннего половодья с целью ориентировочной характеристики его распределения во времени.

Ключевые слова: весеннее половодье, объемы воды, распределение стока, сроки прохождения половодья.

Estimation of spring discharge distribution timing for Desna river

Chornomorets Yu. O. Luk'yanets O.I.

The analyze and estimation of spring discharge distribution timing for Desna river nears. Chernigov are shown. This materials will be applied to long-term spring flood forecasts for the purpose of its characteristic of time distribution.

Key words: spring flood, volume of water, discharge distribution, period of spring flood.

Надійшла до редколегії 18.10.10

УДК 556.536+556.532

Приймаченко Н.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

**ОЦІНЮВАННЯ ВОДНОСТІ РІЧОК ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ДНІСТРА
НА НАСТУПНІ ПЕРІОДИ**

Ключові слова: гідрометеорологічні та орографічні умови місцевості, паводки, циклічність коливання стоку

Вступ. Територія високогір'я Дністра відноситься до одного з найбільш паводконебезпечних регіонів Європи. Паводки визначаються тут частотою, інтенсивністю розвитку та одночасним поширенням на значній території. Нерідко вони набувають характеру небезпечних явищ із руйнівними наслід-

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.4(21)

ками. Також істотно відрізняється цей регіон від інших регіонів України й за режимом зволоження і належить до найбільш зволених.

Формування паводків відбувається в Карпатах під впливом фізико-географічних чинників, основними з яких є гідрометеорологічні та орографічні умови місцевості. З гідрометеорологічних чинників треба зазначити циркуляційні умови, кількість та інтенсивність опадів, їх тривалість і частота, розміри площ, які охоплюють дощі. Орографічні чинники – це насамперед, положення щодо переважного переносу повітряних мас, крутизна схилів, ґрунтовий і рослинний покрив, товщина водопроникних шарів, стан підґрунтя тощо [4, 8].

Циклічність коливання стоку у багаторічному розрізі не є стабільною. У деякі періоди цикли високої водності зникають, а потім знову на певний часовий проміжок набувають характеру стабільних коливань. У басейні Дністра високі паводки спостерігались у 1893, 1900, 1906, 1913, 1927, 1941, 1948, 1969, 1980, 2001, 2004, 2007, 2008, а також на фоні низької водності 2010 рр., тоді як 1928-1939, 1956-1964, 1982-1992 роки були відносно спокійними. Тому оцінити настання високих паводків на правобережжі Дністра неможливо лише орієнтуючись на циклічність у багаторічних коливаннях стоку води. Проте існує можливість такого передбачення, яка ґрунтується на закономірності чергування періодів(груп років) з високою та низькою водністю. Ця повторюваність є доволі стабільною [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При дослідженні багаторічних коливань стоку води річок правобережжя Дністра застосовані методи автокореляційного та спектрального аналізів і способи групування років із різною водністю за принципом переважної належності. Математичні вирази для обчислення автокореляційних і спектральних функцій, оцінювання їх статистичної достовірності та підходи до технології визначення параметрів циклічності викладення в публікаціях [2, 3, 5, 10, 15].

З метою кращого просторового порівняння результатів аналізу багаторічних коливань ординати автокореляційних і спектральних функцій обчислені у вигляді нормованих значень. Статистична значимість ординат цих функцій визначалася за допомогою довірчих меж 95% ймовірності перевищення.

Для дослідження циклічності задіяні дані про стік води в створах: р. Дністер – м. Заліщики, р. Дністер – с. Стрілки, р. Стрий – смт Верхнє Синьовидне, р. Опір – м. Сколе за всі роки спостережень (78-127 років): середні річні витрати, середні витрати за теплий і холодний періоди, максимальні витрати під час паводків.

Аналіз корелограм і спектрограм дозволив виявити особливості в структурі часткових послідовностей характеристик стоку води, які можна кваліфікувати як циклічності.

Виклад основного матеріалу дослідження. На карпатських річках паводки різної висоти повторюються 3-8 разів на рік. Але особливо загрозливими бувають вони у періоди високої водності зумовлені

глобальною атмосферною циркуляцією. У ці ж періоди такі стихійні явища проявляються й на території Центральної та Західної Європи [1, 6, 9, 10].

Дослідження структури багаторічних коливань річкового стоку з використанням матеріалів спостережень за 90-130 років засвідчили наявність регулярного чергування періодів (груп років) високої та низької водності на річках Карпат, а також не завжди досить виразно й на суміжних територіях. Тривалість цих періодів 16-17 і 9-13 років відповідно [13].

На річках регіону ці періоди водності постають досить виразно в характеристиках стоку річних, за теплий період, максимальних витратах (табл. 1; рис. 1-4). У періоди високої водності формуються на карпатських річках часті визначні паводки з циклічністю в 3–4 і 6–7 років [9, 10].

Таблиця 1. Стокові характеристики Дністра за періоди різної водності

Періоди (роки)	Стокові характеристики, м ³ /с				
	Середня за період водності витрата	Середня витрата теплого періоду	Максимальні середні річні витрати, 2найб.значення	Максимальні середні місячні витрати, 2найб.значення	Максимальні витрати води, 2найб.значення
р. Дністер – м. Заліщики					
1883-1898	252	239	368,323	1250,735	4440,2300
1899-1911	212	219	284,260	813,695	3730,3070
1912-1927	275	284	465,430	1630,817	4120,4070
1928-1939	190	196	292,251	800,549	2880,2460
1940-1955	229	214	528,357	1450,1080	8040,3850
1956-1964	169	153	218,210	364,347	1740,1630
1965-1981	262	286	429,301	1280,990	5970,3910
1982-1992	195	221	257,218	793,426	2700,2250
1993-2008	293	299	389,333	974,926	5400,4080
р. Дністер – с. Стрілки					
1883-1898	-	-	-	-	-
1899-1911	-	-	-	-	-
1912-1927	37	51	61; 50	77,3; 68	266; 124
1928-1939	24	49	50	99; 65	172; 108
1940-1955	-	-	-	-	-
1956-1964	24	23	39; 33	49; 39	127; 117
1965-1981	36	46	66; 52	80; 79	486; 235
1982-1992	25	32	46; 36	56; 40	220; 170
1993-2008	28	32	41; 40	59; 42	186; 143
р. Стрий – с. Верхнє Синьовидне					
1883-1898	-	-	-	-	-
1899-1911	-	-	-	-	-
1912-1927	-	-	-	-	-
1928-1939	162	187	251; 246	272; 247	1010; 876
1940-1955	277	272	464; 417	492; 412	1750; 1180
1956-1964	191	188	270; 268	379; 322	1600; 885
1965-1981	233	266	372; 353	451; 413	2610; 1900
1982-1992	206	235	315; 246	374; 330	1560; 1480
1993-2008	237	243	470; 322	422; 365	1720; 1420

р. Опір – с.Сколе					
1883-1898	-	-	-	-	-
1899-1911	-	-	-	-	-
1912-1927	113	119	175; 105	225; 187	410; 334
1928-1939	74	93	92	216; 143	410; 185
1940-1955	-	-	-	-	-
1956-1964	58	54	92; 86	97; 95	600; 263
1965-1981	84	96	162; 122	154; 150	966; 905
1982-1992	90	102	145; 127	156; 152	602; 528
1993-2008	95	101	202; 119	169; 154	1120; 652

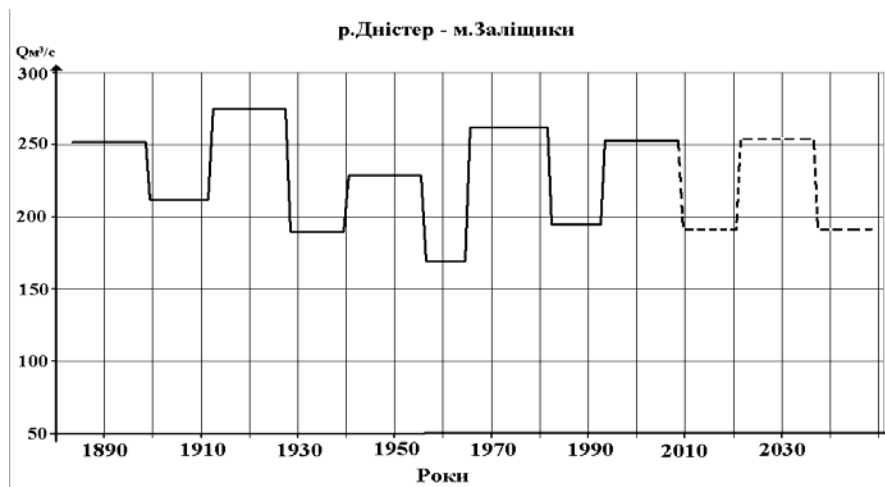


Рис.1. Прогнозні оцінки стоку води на наступні роки на прикладі поста р. Дністер – м. Заліщики

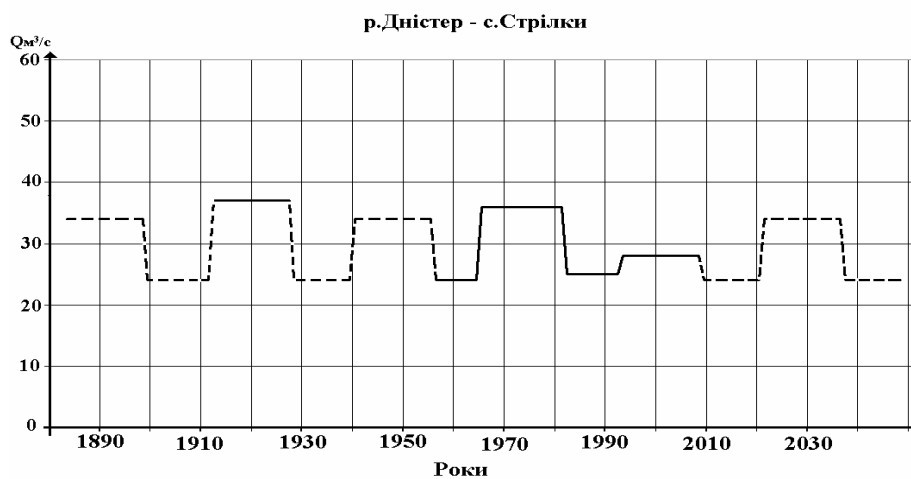


Рис.2. Прогнозні оцінки стоку води на наступні роки на прикладі поста р. Дністер – с. Стрілки

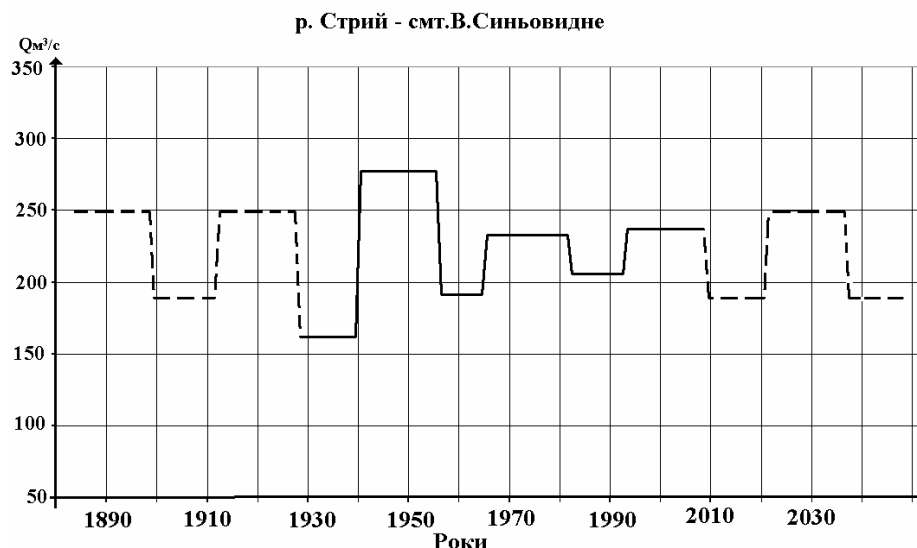


Рис.3. Прогнозні оцінки стоку води на наступні роки на прикладі поста р. Стрий – смт Верхнє Синьовидне

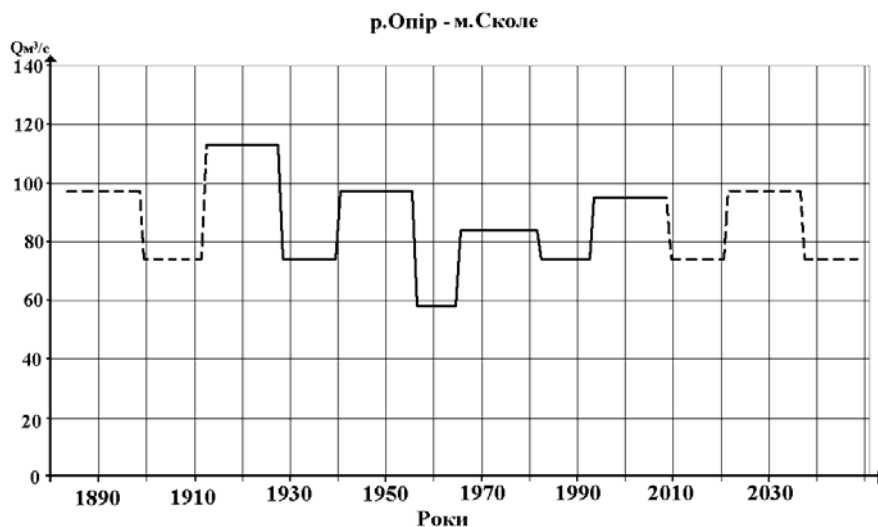


Рис.4. Прогнозні оцінки стоку води на наступні роки на прикладі поста р. Опір – м. Сколе

У ХХ ст. періоди високої водності з частими паводками спостерігались в Карпатах у 1912-1927, 1940-1955, 1965-1981рр. Такі періоди характеризувалися значною кількістю опадів – за рік і окремі місяці вони в 2-3 рази перевищували норму (середні багаторічні значення) [7].

З 1992-1993рр. в Карпатах почався черговий період високої водності, який тривав до 2008р. [1, 13]. У цей період неодноразово проходили високі паводки, нерідко з катастрофічними наслідками. Вони охоплювали також і територію Західної і Центральної Європи, що пов'язано з інтенсифікацією атмосферних процесів над Атлантикою та Європою.

У басейні гірського Дністра визначні паводки спостерігались в наступні роки: 1893, 1900, 1906, 1913, 1927, 1941, 1948, 1969, 1980, 2001, 2004, 2007, 2008, 2010рр.

За останні 80-100 років опади в Карпатах за кількістю більше 100мм за 24 години були зареєстровані в різних пунктах більше 200 разів. При цьому, загалом у Прикарпатті (басейни правих приток Дністра) – вони на 20-30% перевищували опади такої ж ймовірності в Закарпатті. Під час червневого паводка 1969 року дощі з кількістю 100 мм охопили площу ≈ 22 тис. км², а в окремих пунктах (басейн Бистриці) за 24 години – відмічено 200-250мм.

Уявлення про коливання водності на карпатських річках дає табл. 1 і табл. 2. Зазначені роки припадають на періоди високої водності в Карпатах, коли середні річні витрати можуть перевищувати їх багаторічні значення в 1,5-2,2 рази.

Таблиця 2. Водність на правобережжі Дністра

Показники, роки	р.Дністер – м.Заліщики		р.Дністер – с.Стрілки		р.Стрий – смт. Верхнє Синьовидне		р.Опір – м.Сколе		р.Бистриця Надвірянська – с.Пасічна	
Площа водозбору, км ²	24600		384		2400		733		482	
Середня багаторічна витрата	230		5,22		42,38		14,52		10,42	
Середня багаторічна витрата теплового періоду року	236		5,27		40,1		13,9		12,5	
Роки	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1884	323	418	-		-		-		-	
1888	186	111	-		-		-		-	
1897	309	346	-		-		-		-	
1912	412	376	-		-		-		-	
1913	465	680	-		-		-		-	
1919	430	528	-		-		-		-	
1970	300	363	7,33	8,36	61,7	63,5	19,0	19,1	12,4	15,0
1979	250	206	4,8	4,15	42,7	38,1	15,8	13,8	11,3	12,7
1980	429	553	7,41	9,86	70,0	92,5	24,2	33,3	15,6	21,4
1995	179	152	4,59	3,27	52,9	30,8	13,4	8,27	10,7	10,2
1998	389	443	5,49	50,4	65,0	68,8	19,6	20,9	7,79	13,1
2001	287	346	6,03	7,18	47,4	54,8	15,1	15,8	10,9	14,2
2008	340	416	6,14	6,9	35,2	37,5	14,2	15,6	15,5	18,3

Примітки: **a** - середні річні витрати води; **b** - середні витрати теплового періоду року за багатоводні роки

Проте відзначається неспівпадіння високої водності на всіх басейнах Карпат, хоча в окремі роки (як 1912-1913, 1919, 1922, особливо 1941 рр.)

паводками охоплювалась вся територія Карпат, включно з сусідніми країнами. Якраз в періоди високої водності (1912-1927, 1940-1955, 1965-1981 рр.).

Особливо високі паводки з руйнівними наслідками мали місце у кінці серпня та на початку вересня 1941р. на всій території Карпат. Рівні води р.Дністра на ділянці Галич-Заліщики підіймалися на 8-10м. Деякі дослідники [12] вважають, що ймовірність повторювання таких визначних паводків становить один раз на 250-300 років.

У червні 1969 року потерпіли від паводків на річках басейну Дністра Львівська та Івано-Франківська області. Тоді зливові дощі пройшли по всьому Прикарпаттю з кількістю опадів до 150-250 мм за 24 години. Рівні води на Дністрі та його притоках підвищувалися на 4 – 7,5м порівняно із звичайними меженними [11].

Висновки. Закономірності у багаторічних коливаннях стоку води на річках Карпатського регіону виявляються в регулярному чергуванні періодів (груп років) високої та низької водності. У цих групах років зберігається певний характер варіювання стоку.

У періоди високої водності на річках Правобережжя Дністра (а інколи й на суміжних басейнах) формуються високі паводки, зумовлені інтенсивними дощами. У ці ж роки підтримується їх циклічність із періодами 3-4 або 6-8 років. Враховуючи регулярність чергування в Карпатах періодів високої та низької водності, можна з високою ймовірністю оцінювати характер стоку води на наступні роки. Так, 90-ті роки ХХ століття та початок ХХІ перебувають у межах періоду високої водності, коли слід було очікувати неодноразового проходження на річках регіону високих паводків, власне, що ми і спостерігали. Проаналізувавши результати досліджень, приведені вище, можна із певною впевненістю говорити про те, що наступний період з 2010 по 2022рр. буде характеризуватися відносно низькою водністю.

Список літератури

1. Багаторічні коливання водності в Карпатах: Матеріали міжнародної конференції [«Стихійні явища у Карпатах»], (Рахів, 6-9 жовт. 1999р.). / М-во природних ресурсів, – Рахів, 1999. – С.36-45.
2. Дроздов О.А. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. / О.А. Дроздов, А.С. Григорьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 293 с.
3. Дружинин И.П. Речной сток и геофизические процессы. / И.П. Дружинин. – М.: Наука, 1966. – 356 с.
4. Карпати – найбільш паводкобезпечний регіон України: Матеріали міжнародної конференції [«Гори та люди»] (Рахів, 25-29 жовтня 2002 р.). – Рахів, 2002. – Т. 2. – С.25-31.
5. Логинов В.Ф. Особенности проявления солнечной активности и увлажнения территории Европы / В.Ф. Логинов // Труды ААНИИ. – 1969. – Т. 289. – С. 35-38.
6. Лук'янець О.І. Досвід оцінювання водності Карпатських річок на наступні періоди / О.І. Лук'янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. - №1 – С. 206-209.
7. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 10а. Атмосферные осадки / [ред. Н.П. Горбачевич] – К. : АН УССР, 1956. – Т.1. – 630 с.
8. Паводки в Карпатах – причини їх виникнення та повторюваність: Матеріали міжнародної конференції [«Стихійні явища у Карпатах»] (Рахів, 6-9 жовт. 1999р.) – Рахів, 1999. – 350 с.
9. Соседко М.Н. Вероятностная оценка дождевого стока Днестра на 7-летний период / М.Н. Соседко // Труды УкрНИГМИ. – 1975. – Вып. 135. – С.43-44.
10. Соседко М.Н. Исследование циклических колебаний дождевого стока в бассейне Днестра / М.Н.

Соседко // Труды УкрНИГМИ. – 1974. – Вып. 127. – С.16-37. **11. Соседко М.Н.** Особенности пространственной структуры полей осадков на территории Украинских Карпат / М.Н. Соседко // Труды УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 180. – С.81-85. **12. Швец Г.И.** Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР/ Г.И. Швец. – Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 244 с. **13.** Die Abflussbewerbung auf nächste Jahre in den Karpaten unter berücksichtigung der mehrjährigen Abflussschwankungen [„XIX Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen und hydrologischwasserwirtschaftliche Grundlagen“] /Osijek (Kroatien),1998. – 506s. **14.** Die regelmässige Aufeinanderfolge von Zeitabschnitten mit hoher und niedriger Wasserführung in den Einzugsgebieten der Theiss und des Dnisters. – [„XIX Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen und hydrologischwasserwirtschaftliche Grundlagen“]/ Kelheim, 1992. – 305s. **15. Kisiel C. C.** Time series analysis of hydrologic data. Advances in Hydrosience. / C.C. Kisiel. - NY., L. : Acad.Pr. – 1974. – p.174-185.

Оцінювання водності річок Правобережжя Дністра на наступні періоди

Приймаченко Н.В.

Розглянуто умови формування паводків річок Правобережжя Дністра під впливом фізико-географічних чинників, основними з яких є гідрометеорологічні та орографічні умови місцевості. Проаналізовано циклічність коливання стоку у багаторічному розрізі, що не є стабільною. Оцінено можливість передбачення на наступні періоди мінливості стоку.

Ключові слова: гідрометеорологічні та орографічні умови місцевості, паводки, циклічність коливання стоку.

Оценивание водности рек Правобережья Днестра на следующие периоды

Приймаченко Н.В.

Рассмотрены условия формирования паводков рек Правобережья Днестра под влиянием физико-географических факторов, основными из которых являются гидрометеорологические и орографические условия местности. Проанализировано цикличность колебания стока на протяжении многолетнего периода, которая не является стабильной. Проведена оценка возможностей предсказания на последующие периоды изменчивости стока.

Ключевые слова: гидрометеорологические и орографические условия местности, паводки, цикличность колебания стока.

Estimation of water content of the Right -bank Dniester basin rivers for following periods

Pryimachenko N.V.

The conditions of forming of floods on rivers of the right- bank Dniester river basin under the influence of physiographic factors were analyzed. The main of which are meteorological and orographic conditions of the area. The cyclicity of runoff fluctuation in the long-term period was analyzed. The possibility of variability prediction of a runoff for the subsequent periods was estimated.

Keywords: hydrometeorological and orographic conditions of area, floods, cyclicity of runoff fluctuation.

Надійшла до редколегії 07.10.10

Данько К.Ю., Коноваленко О.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ТИПОЛОГІЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БАСЕЙНІВ РІЧОК СІРЕТУ ТА ПРУТУ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Ключові слова: ідентифікація, типологія, водний об'єкт, тип водного об'єкту, дескриптор, система А, система В

Актуальність теми. В Україні основним із документів регулювання прав водного господарювання є «Водний кодекс України» [6], та низка підзаконних актів та інструкцій, що регламентують впровадження його основних положень.

Натомість у країнах Європейського Союзу, прийнято єдиний документ, що регулює всі дії та відносини в сфері раціонального водокористування водних ресурсів, охорони вод від засмічення, забруднення та виснаження, а також охорони населення від шкідливої дії вод та ліквідації її наслідків. Таким документом є Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/EC (EU Water Framework Directive 2000/60/EC) [2]. Водна Рамкова Директива (ВРД) діє на території всього ЄС. Дотримання норм та принципів викладених в даному документі є загально обов'язковим для країн ЄС, а однією з вимог вступу до Європейського Союзу, є підтримка та впровадження викладених та затверджених положень Європейського водного законодавства.

В Україні спроби оцінити природні водні об'єкти - річки, на основі методик викладених у ВРД, проводились неодноразово.

Слід відмітити що вітчизняними вченими паралельно з європейськими науковцями були розроблені схожі методики оцінки екологічного стану річок, які працюють не менш ефективно й показують достатньо об'єктивну «картину» існуючих умов та стану водних об'єктів [1].

Користуючись методикою ВРД, в Україні проводились роботи по оцінці екологічного стану та, зокрема, оцінці гідроморфологічного стану річок басейну Прип'яті та Тиси. Результати цих робіт зараз мають практичне застосування [10]. Для України такі питання є безумовно важливим, а їх пріоритетність полягає у особливості наших річок, а саме в тому, що більшість з українських річок є транскордонними водними об'єктами.

До того ж Україна є країною, що прийняла Дунайську Конвенцію (ратифікована Верховною Радою 17.01.2002 р.) і має міжнародні зобов'язання, які пов'язані в тому числі й із впровадженням Водної Рамкової Директиви ЄС. Таким чином, питання та завдання щодо застосування принципів та підходів ВРД на річках басейну Дунаю в межах територіальної їх належності до України, є досить актуальними. Керуючись цією ідеєю, ведуться активні роботи з оцінки гідроморфологічного стану

річок, зокрема в басейні Тиси. Разом з тим в цьому контексті не є виключенням і басейни Сірету та Пруту.

Типологія та ідентифікація водних об'єктів басейнів річок Сірету та Пруту в межах України є першим кроком на шляху екологічної оцінки річок цього району, а в майбутньому і всієї України з метою визначення проблемних питань щодо покращення екологічного стану водних об'єктів України.

Основні етапи та результати дослідження. Робота з проведення типології та ідентифікації водних об'єктів басейнів річок Пруту та Сірету в межах України складалась з кількох етапів, а саме:

- детальне вивчення принципів та положень європейського законодавства, а власне ВРД (основні вимоги та підходи екологічної оцінки, типології та ідентифікації, системи А та В, основні дескриптори тощо);
- вивчення природних умов досліджуваних басейнів, збір та обробка вихідної інформації, виділення основних дескрипторів, структуризація даних за основними дескрипторами, підготовка основи для типології та ідентифікації;
- проведення ідентифікації та типології (виділення основних типів водних об'єктів);
- побудова карти типів водних об'єктів.

Першим кроком при виконанні типології та ідентифікації є визначення категорії поверхневого водного об'єкту. Всі водні об'єкти кожної категорії мають бути розподілені на типи згідно запропонованої ВРД системи А або системи В.

Більшість країн-членів ЄС використовують систему В, тому що живі організми залежать від більшого числа абіотичних дескрипторів, ніж пропонує система А [2].

Для проведення досить детальної типології водних об'єктів басейну Сірету та Пруту було розглянуто в межах України 20 річок довжиною більше 10 км у басейні р. Сірет та 120 річок у басейні р. Прут. За вихідну інформацію були взяті матеріали з роботи [3]. В основу типології було покладено систему В [2], що дозволило більш точно продиференціювати водні об'єкти. Таким чином, для аналізу і складання типології застосовані три основних дескриптори системи В (висота водозбору, площа водозбору, геологічна будова) та один додатковий дескриптор, який виявився визначальним, достатньо чутливим й показовим – це гідравлічний похил. Отже, враховуючи те, що ВРД має на меті встановлення певних «рамоч», норм були вибрані певні інтервали, певні межі кожного з дескрипторів для виділення того чи іншого з класів (табл. 1).

У рамках нашої роботи з усіх п'яти категорій водних об'єктів, які визначені ВРД, були досліджені річки районів річкових басейнів Сірету та Пруту. В процесі досліджень виявлено, що райони річкових басейнів Сірету та Пруту входять до складу двох екорегіонів - Карпати та Східні рівнини, які визначені у ВРД [2].

Таблиця 1. Детскриптори ідентифікації водних об'єктів басейну Сірету і Пруту на основі засад Водної Рамкової Директиви ЄС.

Зафіксована типологія	Детскриптори
Екорегіон	Екорегіони, показані на карті А в Додатку ХІ
Тип	Типологія висоти • середньогір'я > 800 м • низькогір'я - від 500 до 800 м • височина – від 200 до 500 м • низовина < 200 м Типологія розміру в залежності від площі водозбірного басейну • мала: 10 - 100 км² • середня > 100 до 1 000 км² • велика > 1 000 до 10 000 км² • дуже велика > 10 000 км² Геологія • вапнякова • кремнієва • органічна Середній гідравлічний похил річки • слабо похила ≤ 10‰ • похила – від 11 до 40‰ • суттєво похила річка – від 41 до 70‰ • сильно похила річка – від 71 до 100‰ • дуже похила річка ≥ 101‰

Стосовно морфометричних характеристик досліджуваних басейнів слід зазначити, що довжина р. Сірет на території нашої країни, а саме в межах Чернівецької області, становить 111 км, а площа 1590 км² [3].

Для цього водозбору виділяємо 10 типів водних об'єктів (табл. 2), на 20 річках української частини басейну. Загальна кількість виділених водних об'єктів - 38.

За рахунок того, що р. Сірет в Україні має невелику протяжність, та його водозбір характеризується також незначними розмірами, більшість типів водних об'єктів відноситься до класу «малі річки» та «середні річки», а диференціація типів в межах класів засновується лише на характеристиках похилу та детскриптору середньої висоти. Геологічні особливості даної території представлені лише вапняковими породами, поширений *фліш* [7].

Враховуючи особливості місцевості, що досліджувалась, з усіх водних об'єктів, найбільше нараховується водних об'єктів, які підпадають під тип 2А (мала, слабо похила річка на височині, у вапнякових породах) Таких об'єктів налічується 10, а це 26% з загальної кількості виділених водних об'єктів (див. табл. 2). Вони зосереджені у Східних рівнинах і яскравими прикладами даного типу є річки Міхидра (виток - Славець), Дубовець, Міходерка.

Але основна кількість водних об'єктів цього басейна зосереджена в екорегіоні Карпати – всього 22 водних об'єкти з 38, тобто 58%, що засвідчено в таблиці 2.

Таблиця 2. Типи та кількість водних об'єктів у межах басейну Сірету

Код типу	Тип	Еко-регіон	Кількість водних об'єктів		Приклад
			абс.	%	
A	Малі річки				
2A	Мала, слабо похила річка на височині у вапнякових породах	16	10	26	Міхидра (виток – Солонець)
3A	Мала, похила річка на височині, у вапнякових породах	10	3	8	Чурин (Чудей)
4A	Мала, похила річка на низькогір'ї і у вапнякових породах	10	7	18	Славець
7A	Мала, суттєво похила річка на низькогір'ї, у вапнякових породах	10	2	5	Гільче
B	Середні річки				
2B	Середня, слабо похила річка на височині у вапнякових породах	16	1	3	Міхидра (виток - гирло)
3B	Середня, слабо похила річка на низькогір'ї у вапнякових породах	16	3	8	Сірет (виток - Глибичок)
7B	Середня, похила річка на низькогір'ї, у вапнякових породах	10	7	18	Малий Сірет (виток - Пантин)
8B	Середня, похила річка на середньогір'ї, у вапнякових породах	10	2	5	Сірет (виток - Міхова)
10B	Середня, суттєво похила річка на середньогір'ї, у вапнякових породах	10	1	3	Сірет (виток – с. Лопушна)
C	Великі річки				
2C	Велика, слабо похила річка на низькогір'ї, у вапнякових породах	16	2	5	Сірет (виток - Котовець)
		Σ	38	100	

З точки зору типології басейн Пруту він є не менш цікавим від водозбору Сірету, що проявляється через складність вирішення завдання з типології.

Річка Прут протікає на території України в межах Івано-франківської та Чернівецької областей, площа його водозбору тут 8685,8 км², довжина 266 км [3, 8].

В басейні р. Прут, виділено 188 водних об'єктів на 120 досліджуваних річках. З цієї кількості водних об'єктів 95 протікають в екорегіоні Карпати і, відповідно, 93 входять до складу Східних рівнин. Тобто, в різні екорегіони входить майже однакова кількість річкових водних об'єктів.

Але враховуючи такі співвідношення між кількістю водних об'єктів, ні в якому разі не можна стверджувати, що і однакова кількість типів водних об'єктів в обох екорегіонах (табл. 3). Тут співвідношення зовсім інші, досить значна кількість типів водних об'єктів входить саме в 10 екорегіон, це 17 типів, хоча у східних рівнинах басейну Пруту нараховується лише 9 типів водних об'єктів. Слід відмітити, що тип 3A і 1C повторюються в обох екорегіонах. Загалом, в районі річкового басейну р. Прут виділено 24 типи водних об'єктів (див. табл. 3)

Таблиця 3. Типи та кількість водних об'єктів у межах басейну Пруту

№	Код типу	Тип	Ecoregion	Під тип	Кількість водних об'єктів		Приклад
					абсолютна	%	
Малі річки							
А							
1	1А	Мала, слабо похила річка на низовині у вапнякових породах	16		6	3	Шербини
2	2А	Мала, слабо похила річка на височині у вапнякових породах	16		28	15	Задубровка
3	3А	Мала, похила річка на височині у вапнякових породах	16		5	3	Невольниця
4	3А	Мала, похила річка на височині у вапнякових породах	10		9	5	Тарновець
5	4А	Мала, похила річка на низькогір'ї у вапнякових породах	10		4	2	Рибниця (виток – Річка)
6	5А	Мала, похила річка на низькогір'ї у кременістих породах	10		4	2	Любіжня
7	6А	Мала, похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		6	3	Черний Черемош (виток – Бистрець)
8	7А	Мала, суттєво похила річка на низькогір'ї у вапнякових породах	10		1	1	Рожен Виликий
9	8А	Мала, суттєво похила річка на низькогір'ї у кременістих породах	10		3	2	Ослава Біла
10	9А	Мала, суттєво похила річка на середньогір'ї у вапнякових породах	10		2	1	Брустурка
11	10А	Мала, суттєво похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		13	7	Шибени
12	11А	Мала, сильно похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		4	2	Дзенброня
13	12А	Мала, дуже похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		1	1	Каменка

В		Середні річки					
14	1В	Середня, слабо похила річка на низовині у вапнякових породах	16		6	3	Герца
15	2В	Середня, слабо похила річка на височині у вапнякових породах	16		14	7	Брусниця
16	3В	Середня, слабо похила річка на низькогір'ї у вапнякових породах	16		1	1	Рибниця (виток – гирло)
17	4В	Середня, слабо похила річка на низькогір'ї у кременістих породах	10		3	2	Білий Черемош (Сарата – Кекача)
18	5В	Середня, слабо похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		1	1	Білий Черемош (Сарата – Лапушна)
19	6В	Середня, похила річка на височині у вапнякових породах	16		5	3	Молніца
20	7В	Середня, похила річка на низькогір'ї у вапнякових породах	10		6	3	Рибниця (виток – Хімік)
21	9В	Середня, похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		23	12	Черний Черемош виток – Тарночка
22	11В	Середня, суттєво похила річка на середньогір'ї у кременістих породах	10		1	1	Пробійна
С		Великі річки					
23	1С	Велика, слабо похила річка на височині у кременістих порода	10	Ch1*	5	3	Черемош (Білий Черемош – Товарниця)
24	1С	Велика, слабо похила річка на височині у кременістих порода	16	Ch2*	5	3	Черемош (Білий Черемош – Волощина)
25	3С	Велика, слабо похила річка на середньогір'ї у вапнякових породах	16		23	12	Прут (виток – Турка)
26	4С	Велика, похила річка на середньогір'ї у вапнякових породах	10	Σ	9	5	Прут (виток – Пистинка)
					188	100	

Примітка. * Ch1, Ch2 Підтипи річки Черемош. Річки відповідає один і той самий водний об'єкт, але в різний екорегіонах

Згідно пункту VI, розділу 1.1. глави 1 додатку II ВРД, який говорить про те, що «Держави-члени повинні надати Комісії карту або карти (у форматі ГІС) щодо географічного розташування типів, які відповідають ступеням диференціації і вони вимагаються згідно із системою А» [2]. Нами була створена карта типів водних об'єктів (рис.).



Висновки. Підсумовуючи результати роботи, слід відмітити, що робота виконана цілком дотримуючись норм та вимог ВРД. Розроблена типологія та проведена ідентифікація мають високий практичний сенс, являючись міцним

підґрунтям для проведення подальшої екологічної оцінки водних об'єктів регіону досліджень. Проведення таких заходів безумовно важливі в сфері водокористування, а саме дозволяє виявити основні проблемні моменти й перспективи та шляхи їх розв'язання, а також покращення екологічного стану водних об'єктів України з метою поліпшення умов життя населення та подальшої євроінтеграції України.

Список літератури

1. *Ободовський О.Г.* Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси./ О.Г. Ободовський, О.Є Ярошевич ; за ред. О.Г. Ободовського. – К. : Інтертехнодрук, 2006. – 70 с.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с.
3. Матеріали по типизации рек Украинской ССР / под ред. Н.Й. Дрозда. – К. : Изд-во АН УССР, 1953. – 349 с.
4. *Паламарчук М.М.* Водний фонд України: Довідковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Загорчевна ; за ред. В.М. Хорева, К.А.Алієва. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 392 с.
5. *Вишневський В.І.* Гідрологічні характеристики річок України./ В.І. Вишневський, О.О. Косовець. – К. : Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
6. Україна. Закони. Водний кодекс України. Чинне законодавство зі змінами та допов. Станом на 20 трав. 2007 р.: (відповідає офіц. текстові). – К. : Вид. Паливода А.В., 2007. – 168 с. – (Кодекси України).
7. *Маринич О.М.* Фізична географія України./ О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К. : Знання, 2003. – 480 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6 Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия / Под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 884 с.
9. Rivers and Lakes - Typology, reference conditions and classification systems: CIS Guidance documents # 10 [Ел.ресурс]. :http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directiv/guidance_documents.
10. Екологічний стан водотоків басейну верхньої Тиси (українсько-румунська ділянка) / За ред. С.О. Афанасьєва. – Ужгород : ІВА, 2010. – 36 с.

Типологія та ідентифікація водних об'єктів басейнів річок Сирету та Пруту в межах України

Данько К.Ю., Коноваленко О.С.

Керуючись основними положеннями Водної Рамкової Директиви ЄС, проведено ідентифікацію та типологію водних об'єктів річок басейнів Сирету та Пруту в межах України. Створена карта типів водних об'єктів.

Ключові слова: ідентифікація, типологія, водний об'єкт, тип водного об'єкту, дескриптор, система А, система В.

Типология и идентификация водных объектов бассейнов рек Сирета и Прута в пределах Украины

Данько К.Ю., Коноваленко О.С.

Руководствуясь основными положениями Водной Рамочной Директивы ЕС, проведена идентификация и типология водных объектов рек бассейнов Сирета и Прута в пределах Украины. Создана карта типов водных объектов.

Ключевые слова: идентификация, типология, водный объект, тип водного объекта, дескриптор, система А, система В.

Typology and identification of water bodies of river basins Siret and Prut in Ukraine

Danko K.YU., Konovalenko O.

Following the main provisions of the EU Water Framework Directive identification and typology of water bodies Siret and Prut river basins in Ukraine were completed. Created map of water bodies types.

Keywords: identification, typology, water body, type of water body, a descriptor, system A, system B.

Надійшла до редколегії 24.06.10

УДК 556.53

Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І.

Одеський державний екологічний університет

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ІНГУЛ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Ключові слова: *якість води; показники забруднення води; забруднення води; повторюваність класів забруднення*

Вступ. В сучасних умовах особливої актуальності набувають проблеми, пов'язані з екологічним станом річок та з формуванням якості води в них. Не є виключенням і басейн Інгулу, річкові води якого використовуються для задоволення потреб різних галузей економіки. Враховуючи той факт, що протягом 1991-2008 року масштаби водогосподарської діяльності у басейні Інгулу суттєво зменшились за показниками, які найбільше впливають на кількісні та якісні значення водоресурсного потенціалу, необхідно детально розглянути динаміку зміни гідрохімічних показників та оцінити сучасний стан якості води у басейні Інгулу [7].

Річка Інгул розташована в зоні недостатнього зволоження, отож не у всі роки регіональних водних ресурсів вистачає для забезпечення існуючих потреб. Тому нестача води компенсується спеціальними водогосподарськими заходами. Так, до міста Кіровоград підводиться по каналу з Дніпра в середньому 49 млн. м³ води на рік, що повністю йде на водозабезпечення промисловості і населення міста, а потім, після очистки, скидається в р.Інгул. Вода, що подається з Дніпра, є вже неякісною, тому що стан каналу аварійний, а також у ньому спостерігається «цвітіння» води. Стік зарегульований багаточисленними ставками (у верхній течії) та водосховищами у середній та нижній течії. Сумарна кількість водойм становить 702 з сумарною площею водного дзеркала 7,79 тис.га. Греблі побудовані у м. Кіровоград, с. Інгуло-Кам'янка, с. Лаврівка, с. Софіївка. Ставки здійснюють сезонне регулювання річкового стоку і впливають на якість води. Вздовж р.Інгул та його приток розташовані основні джерела забруднення – сільгоспугіддя, населені пункти, промисловість [4].

Джерелами забруднення є: КП "Кіровоградське ВКГ", ДП "Теплоенергоцентр", Інгульська шахта, МКП «Миколаївводоканал», КП «Міський водоканал» (м. Баштанка), ВАТ «Кіровоградолія», ЗАТ «РУР ГРУП С.А.» Кіровоградська нафтобаза, «Кіровоградський райагропостач», Кіровоградський м'ясокомбінат, Баштанський сироварний завод [1, 3].

Метою роботи є здійснення оцінки екологічного стану р. Інгул за якістю води в ній. Оцінка якості води була зроблена за різними методиками: індексом забруднення води (ІЗВ), питомим комбінаторним індексом забрудненості води (ПКІЗВ), методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана, методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Обрані методики мають широке практичне застосування і розглядають якість води з різних позицій.

Матеріали і методи дослідження. Для вирішення поставлених задач використані матеріали Гідрометслужби України та Держуправлінь екології в Кіровоградській та Миколаївській областях, за якими сформована база даних по 23 пунктам спостережень за хімічним складом води за період 1949-2008 роки.

Першою використаною робочою методикою була оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ).

Розрахунок ІЗВ проводився за визначеним числом інгредієнтів: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (БСК₅) :

$$IZB = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{Ci}{ГДК_i}, \quad (1)$$

де C_i – концентрація одного із шести показників якості води; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація кожного з шести показників якості води [6].

Другою робочою методикою, за якою проводилися розрахунки, була оцінка якості води питомого комбінаторного індексу забрудненості. З метою встановлення рівня якості водних об'єктів проводиться трьохступінчаста класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення, кратності перевищення нормативів, а також з урахуванням характеру забрудненості.

Перша ступінь класифікації базується на встановленні ступеня стійкості забрудненості за повторюваністю випадків перевищення ГДК :

$$H_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i} * 100\%, \quad (2)$$

де H_i – повторюваність випадків перевищення ГДК по i -му інгредієнту; $N_{ГДК_i}$ – кількість результатів аналізу, в яких вміст i -го інгредієнта перевищує його гранично допустиму концентрацію; N_i – загальна кількість результатів аналізу по i -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості за ознакою повторюваності виділяються характеристики, яким присуджуються кількісні вирази в балах.

Друга ступінь класифікації заснована на встановленні рівня забрудненості за кратністю перевищення ГДК, яка розраховується наступним чином :

$$K_i = \frac{Ci}{СГДК} * 100\%, \quad (3)$$

де K_i – кратність перевищення ГДК по i -му інгредієнту; C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³; $C_{ГДК_i}$ – гранично допустима концентрація i -го інгредієнта, мг/дм³.

За величиною кратності перевищення ГДК устанавлюються характеристики рівня забрудненості, кожному з яких відповідає певна якісна та кількісна (у балах) оцінка.

При поєднанні першої (H_i) та другої (K_i) ступеней класифікації води, одержують узагальнені характеристики забрудненості, яким присуджуються оціночні бали S_i розраховані як добуток H_i на K_i .

Показник $KIЗ$ визначається по сумі оціночних балів гідрохімічних речовин :

$$KIЗ = \sum_{i=1}^n S_i . \quad (4)$$

Завершальним етапом є осереднення $KIЗ$ у межах розглянутих гідрохімічних речовин, що містяться у воді.

У випадках, коли $S_i > 11$, розглядувальний i -тий інгредієнт класифікується як ЛОЗ (лімітуюча ознака забрудненості). Характеристика стану забрудненості та клас і розряд якості устанавлюються в залежності від $KIЗ$, з урахуванням ЛОЗ за спеціальною таблицею [2].

Для визначення якості води за методикою НДІ ім. Ф.Ф. Ерісмана використовуються чотири критерії забруднення, до кожного з яких відноситься певна група речовин і специфічних показників якості води:

1) критерій санітарного режиму (W_c) - враховує розчинений кисень, БСК₅, ХСК і специфічні забруднювальні речовини, що впливають на санітарний режим;

2) критерій органолептичних властивостей (W_ϕ), враховує запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднювальні речовини, що нормуються за органолептичною ознакою шкідливості;

3) критерій, що характеризує небезпеку санітарно-токсикологічного забруднення (W_{CT}), враховує ХСК і специфічні забруднювальні речовини, нормовані за санітарно-токсикологічною ознакою;

4) епідеміологічний критерій (W_e) враховує небезпеку мікробного забруднення.

Одні і ті ж показники можуть входити одночасно в декілька груп.

Комплексна оцінка обчислюється за формулою:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - 1)}{n} , \quad (5)$$

$$\delta_i = C_i / ГДК_i , \quad (6)$$

де W – комплексна оцінка рівня забруднення води; n – кількість показників, що використовуються в розрахунку; $ГДК_i$ – нормативне значення показника, мг/дм³; C_i – концентрація хімічних речовин, мг/дм³

За значенням W для кожного із критеріїв установлюється рівень забруднення [8].

Четвертою робочою методикою, по якій проводилися розрахунки, була комплексна екологічна класифікація якості поверхневих вод суші.

Процедура виконання методики складається з послідовних етапів, а саме:

1 етап – показники з вихідних даних класифікуємо за мінералізацією, присвоюючи відповідні класи та категорії;

2 етап – класифікуємо воду по іонному складу (за Альокінім), присвоюючи відповідно клас, групу та індекси забрудненості;

3 етап – показники вихідних даних класифікуємо по трьох групах: 1) за критеріями сольового складу, 2) за трофо-сапробіологічними критеріями, 3) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії;

4 етап – в межах кожного блоку визначаємо індекси забруднення, осереднюючи категорії, надані кожному показнику;

5 етап – осереднюємо всі чотири індекси забруднення та отримуємо екологічні індекси (I_E) по кожній даті, відповідно надаючи цим індексам категорії та клас.

Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою :

$$I_E = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / 4, \quad (7)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу; I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників; I_3 – індекс специфічних показників токсичної та специфічної дії; I_4 – індекс забруднення по мінералізації [5]

Результати дослідження та їх аналіз . Методика ІЗВ враховує наявність у воді речовин, які найкраще характеризують забруднення води (кисень, БСК₅, амоній, нітроти, феноли, нафтопродукти). За отриманими середньорічними значеннями ІЗВ побудовано графік динаміки для постів з найдовшим періодом спостережень (рис. 1).

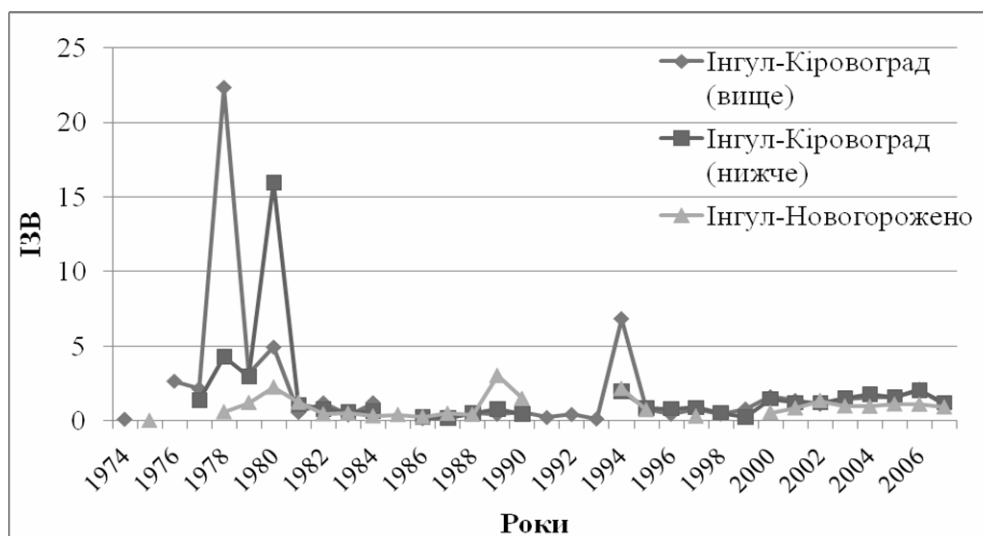


Рис.1. Динаміка зміни ІЗВ по постах (1974-2007 рр.)

Можна побачити, що найбільші значення ІЗВ спостерігаються у 1978, 1980, 1994 рр. Надзвичайно брудними води р. Інгул були у 1978 та 1980 рр.,

дуже брудними були у 1994 році, а у 1989 – забрудненими. Починаючи з 1995 року, води річки Інгул залишаються в класі «помірно забруднені». Значний внесок у кількісні значення ІЗВ у створах р. Інгул – м. Кіровоград (вище міста) та р. Інгул – м. Кіровоград (нижче міста) вносять перевищення ГДК вмістом амонію. Перевищення ГДК по концентрації у воді амонію відмічалось у довіднику по водним ресурсам [7]. За даними національної доповіді по Кіровоградській області [3], у місті Кіровоград були введені в дію очисні споруди, перша черга яких почала роботу у 1974 році, а друга – в 2004, що могло вплинути на покращення якості води. Значний сплеск концентрації амонію у верхній частині р. Інгул може бути поясненим подачею дніпровської води по водоводу Дніпро-Кіровоград. Значного вмісту амонію у нижній течії р. Інгул не спостерігається, що забезпечується процесами самоочищення. Також на кількісне значення ІЗВ впливає концентрація фенолів. Так води Інгулу нижче міста Кіровоград набагато брудніші, ніж вище міста (кратність перевищення у 1980 році вище міста склала 35 разів, а нижче міста – 160, також, в цілому, кратність перевищення вище міста коливається в межах 0-10 разів, а нижче міста – 0-35 разів), що пов'язано зі значним антропогенним навантаженням міста (значними постачальниками забруднення фенолами є ТОВ «Хімпрогрес» та ВАТ «Кіровоградський райагropостач») [3]. Стосовно поста р.Інгул – с.Новогорожено можна сказати, що значні сплески забруднення Інгулу фенолами спостерігалися у 1980 році (перевищення ГДК склали 26 разів), 1989 (у 17 разів) та у 1992 році (у 13 разів).

Найчастіше, по довжині русла р. Інгул, якість вод можна охарактеризувати класом «дуже чиста» (повторюваність склала 68, 41, 29 % для створів м. Кіровоград (вище міста), м. Кіровоград (нижче міста), с. Новогорожено) причому добре видно, що у створі Інгул – м.Кіровоград (нижче) якість води гірша ніж вище міста, що пов'язано зі значним антропогенним навантаженням м. Кіровоград на р.Інгул. У створі р.Інгул – с.Новогорожено - відзначається поліпшення екологічного стану вод. Повторюваність інших класів забруднення була незначна та склала менше 5% (рис. 2).

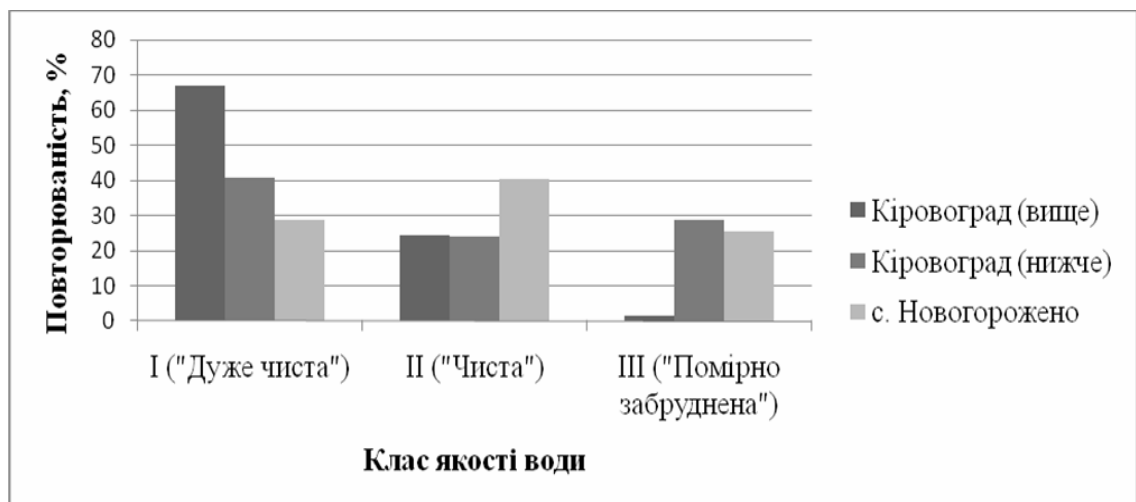


Рис.2. Повторюваність класів забруднення за методикою ІЗВ по постах

Друга методика оцінки якості води передбачає розрахунок питомого комбінаторного індексу забрудненості води (ПКІЗВ) за комплексом гідрохімічних показників. За господарсько-питними нормативами було отримано повторюваність класів забрудненості води р. Інгул за даними кожної відібраної проби. На рис.3 показано відповідну діаграму повторюваності класів забруднення за методикою ПКІЗВ.

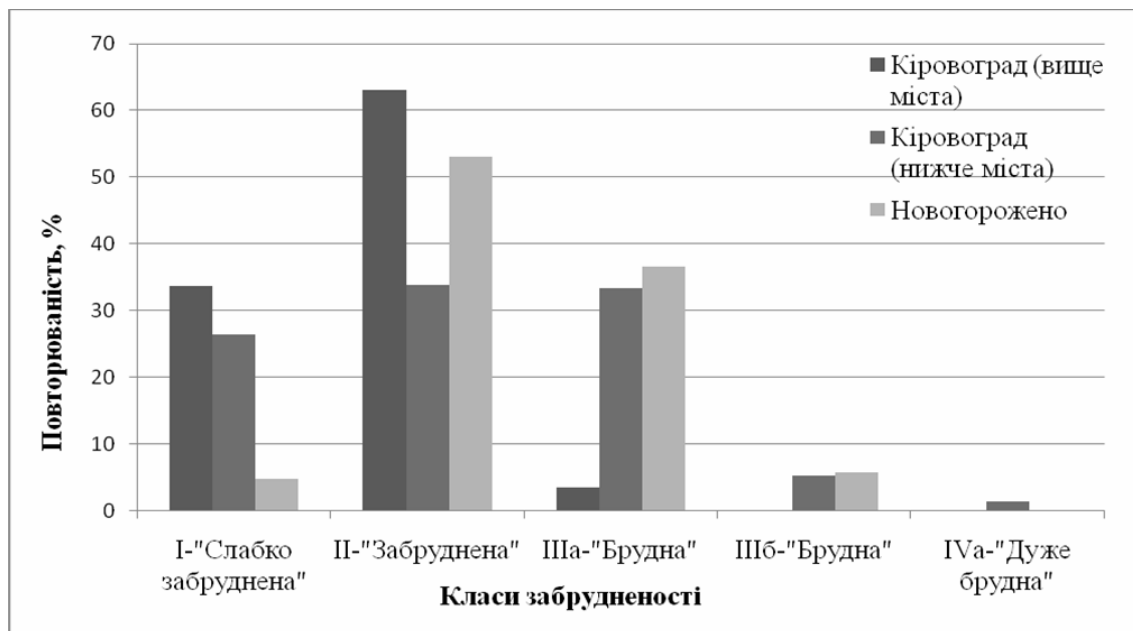


Рис. 3. Діаграма повторюваності класів забруднення за методикою ПКІЗВ

Видно, що найчастіше повторюється II клас якості води (вода „слабко забруднена”). В той же час досить велике значення повторюваності по I і III класам (води „слабко забруднені”, „брудні”). Для м. Кіровоград визначено, що нижче міста зростає повторюваність більш гірших класів якості, що можна пояснити скиданням стічних вод від КП ”Кіровоградводоканал” та низки інших джерел забруднення і відповідним погіршенням якості води. Основними забруднювачами є залізо, СПАР, феноли та БСК₅.

На основі методики НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана були визначені рівні забрудненості води в басейні р. Інгул за санітарним, органолептичним і санітарно-токсикологічним критеріями.

За санітарним режимом якість води р. Інгул перебуває на рівні допустимого та помірного забруднення. Але по величині комплексної оцінки санітарного режиму можна зробити висновок про погіршення якості води за показниками санітарного режиму по довжині річки. Основними забруднюючими речовинами є – залізо (вміст якого перевищує ГДК у 13 разів) та аміак (кратність перевищення досягає 9 разів) (рис. 4).

Органолептичне забруднення води (надзвичайно високий рівень) також характерне для м. Кіровоград (нижче міста). Основними забруднюючими речовинами є – феноли (кратність перевищення яких досягає 50), СПАР (перевищують ГДК у 15-20 разів) та сума іонів (кратність перевищення становить 10-15 разів) (рис. 5).

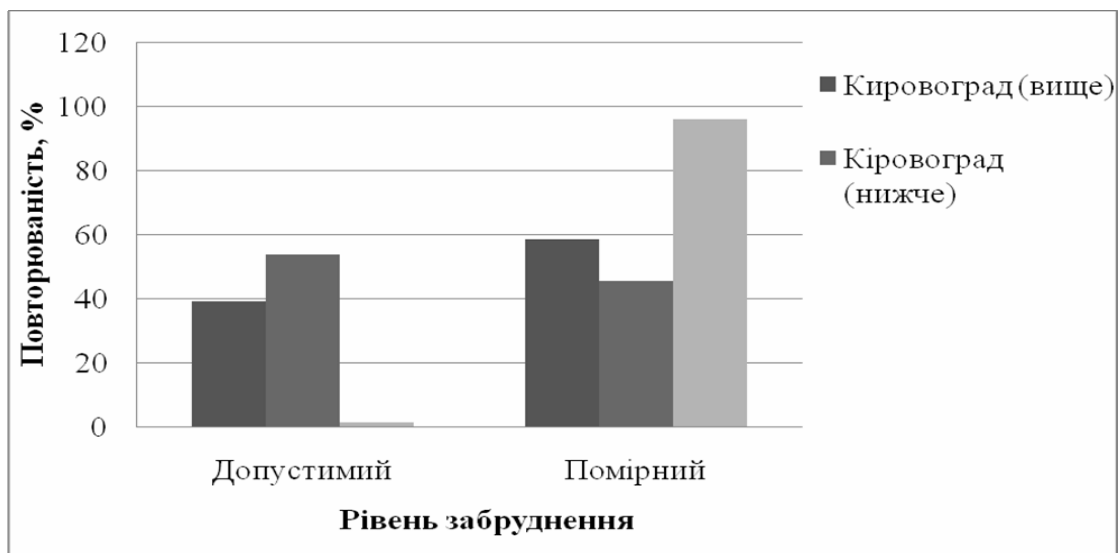


Рис. 4. Повторюваність рівнів забруднення за санітарним критерієм

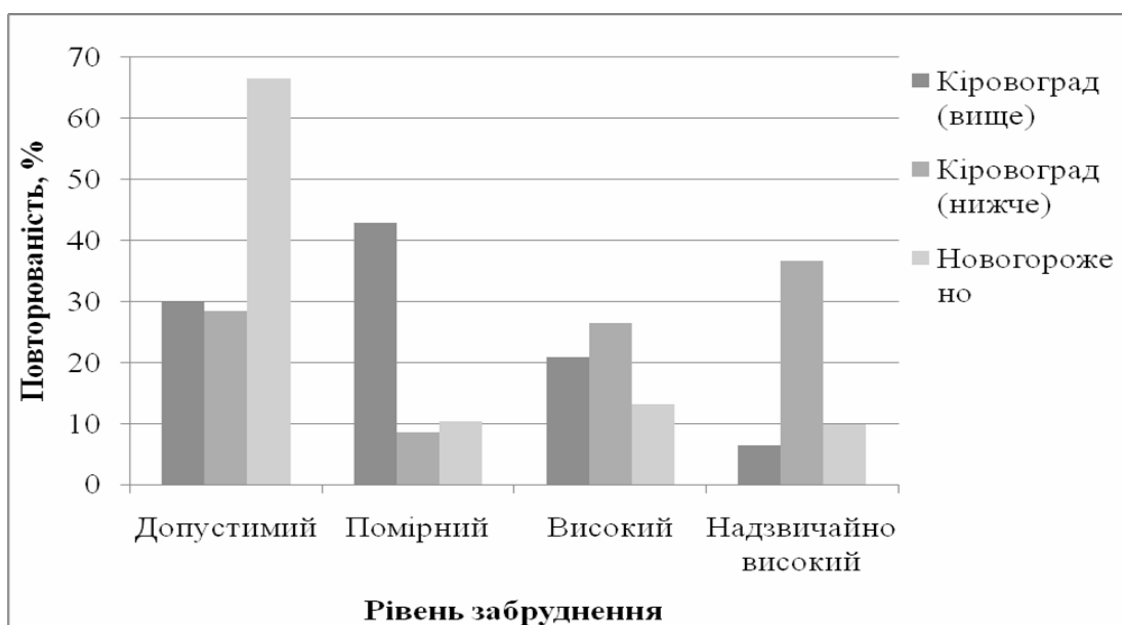


Рис. 5. Повторюваність рівнів забруднення за критерієм органолептичних властивостей

За санітарно-токсикологічним критерієм на р. Інгул переважає ситуація, коли рівень забруднення помірний (повторюваність > 50 %). Для випадків, коли води р. Інгул переходять в категорію помірно-забруднених значне перевищення допустимих концентрацій токсичних речовин установлене для таких інгредієнтів, як аміак та залізо. Найбільше забруднення спостерігається у створі м. Кіровоград (нижче міста). Перевищення аміаку досягають 9 разів, а заліза – у 13 разів (рис. 6).

У той же час у нижній течії (р. Інгул – с. Новогорожено) переважають випадки, коли рівень забруднення залишається в межах допустимого (повторюваність < 60 %).

Використовуючи методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, щодо якості води річки Інгул можна зробити наступні висновки:

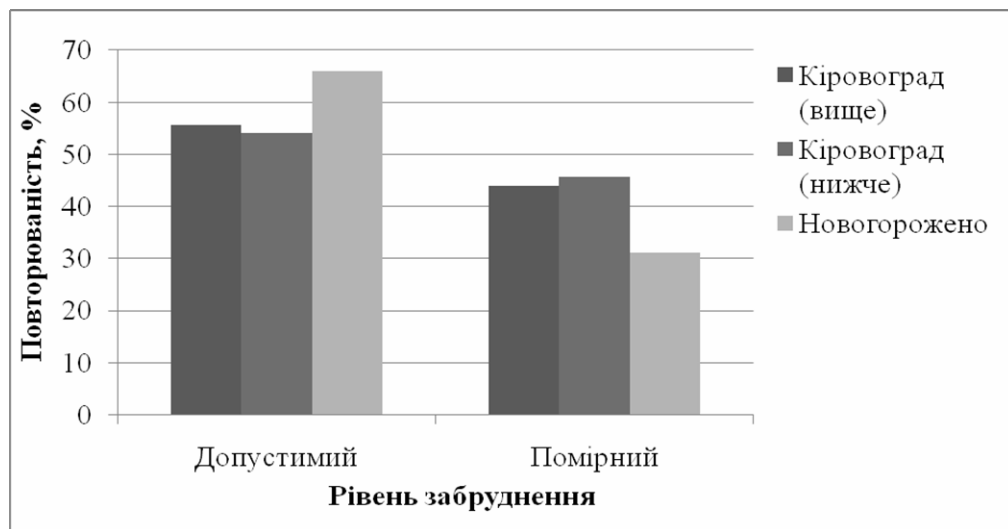


Рис. 6. Повторюваність рівнів забруднення за санітарно-токсикологічним критерієм

1) за критеріями забруднення компонентами сольового складу значення якості індексу води коливається в межах від 1 до 4,33;

2) за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями індекс якості води коливається від 1 до 5,33;

3) за специфічними показниками токсичної та радіаційної дії індекс якості води змінювався від 1 до 6.

Середні екологічні індекси якості води (I_e) р.Інгул в досліджуваних створах, змінювались в межах від 1,27 до 3,9.

Результати екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями вказують на те що за період з 1949 по 2007 роки вода на постах змінювалася за станом від відмінної до доброї, за ступенем чистоти – від дуже чистої до досить чистої, за трофністю – від оліго–мезотрофних до мезоевтрофних, за сапробністю – від β -олігосапробних до β' -мезасапробних. Проаналізувавши якість води за відповідною методикою по постах, було визначено, що в період з 1949 по 1995рр. спостерігалось погіршення якості води, а починаючи з 1996 р. спостерігається стабілізація забруднення Інгула останні п'ятнадцять років. Це може бути пов'язане з спадом виробництва після 1996 року, коли відповідно знизились обсяги надходження в річку стічних вод. Також за даною методикою була побудована повторюваність класів забруднення, яка представлена на рис. 7

Добре видно, що основний відсоток повторюваностей склав другий клас забруднення, тобто води за характеристикою забрудненості «чисті», для створу Кіровоград (вище) – 48 %, Кіровоград (нижче) - 46 %, для р. Інгул - с. Новогорожено – 88 %.Також, аналізуючи приведену діаграму, можна побачити, що якість води вище м.Кіровоград гірша, ніж нижче міста.

Висновки. Таким чином якість води була оцінена чотирма методиками за господарсько-питними нормативами.

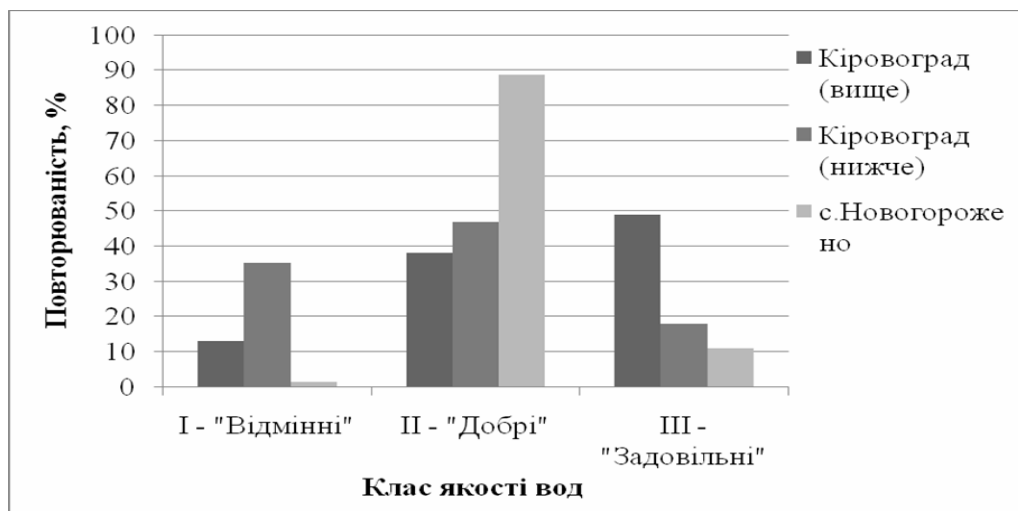


Рис. 7. Повторюваність класів забруднення води в басейні за методикою екологічної оцінки якості води

У результаті проведеної роботи, можна сказати, що якість води р. Інгул оцінюється як «задовільна». При чому за останні п'ятнадцять років спостерігається зниження рівня забруднення р. Інгул, який однак продовжує лишатись досить відчутним. Це пов'язано з тим, що за останні п'ятнадцять років спостерігається зниження рівня забруднення р. Інгул, який однак продовжує лишатись досить відчутним, що пов'язано з активною інтенсифікацією промисловості та сільського господарства до 1995 року і його спадом 1996 року. В останні 15 років основним джерелом забруднення р. Інгул виступають комунально-побутові і шахтно-дренажні стічні води.

Сучасний екологічний стан басейну річки Інгул негативний, це проявляється у поганій якості води та високих показниках захворюваності населення.

Список літератури

1. Екологічні паспорти Кіровоградської області, 2001-2009 рр.
2. Емельянова В.П. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям / В.П. Емельянова, Н.Г. Данилова, Т.Х. Колесникова // Гидрохимические материалы . – 1983. – Т. LXXXVIII. – С. 119-129.
3. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській та Миколаївській областях, 2001-2009 рр.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6. Украина и Молдавия. – Вып.1. Западная Украина и Молдавия / Под.ред. М.С.Каганера. – Л. : Гидрометиздат, 1969. – 900 с.
5. Романенко В.Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д.Романенко, В.М.Жукинський, О.П. Оксіук. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с.
6. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод./ С.І.Сніжко – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
7. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца – К. : Урожай, 1987. – 304 с.
8. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. / В.К.Шитиков, Г.С.Розенберг, Т.Д.Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

Оцінка якості води річки Інгул за гідрохімічними показниками

Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І.

Проведена оцінка якості води за довжиною річки Інгул за різними показниками, які ґрунтуються на даних спостережень (1974-2007 рр.). Встановлена повторюваність класів забруднення та головні забруднюючі речовини.

Ключові слова: *якість води; показники забруднення води; забруднення води; повторюваність класів забруднення.*

Оценка качества воды реки Ингул по гидрохимическим показателям

Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша Е.И.

Проведена оцінка якості води по довжині річки Інгул по різних показателях, які базуються на даних спостережень (1974 – 2007 г.). Встановлено повторюваність класів забруднення та головні забруднюючі речовини.

Ключевые слова: *качество воды, показатели загрязнения воды, загрязнение воды, повторяемость классов загрязнения.*

Estimation of quality of water of the river Ingul on hydrochemical indexes

Loboda N.S., Yarov Y.S., Rosha E.I.

The quality estimation is spent drive on length of the river Ingul on different indicators which are based on the data of supervision (1974 – 2007). Repeatability of classes of pollution and the main polluting substances is established.

Keywords: *quality of water, indicators of pollution of water, water pollution, repeatability of classes of pollution.*

Надійшла до редколегії 27.10.10

УДК 504.45:556.55(477)

Шерстюк Н.П.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

**ВПЛИВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА
МІГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВНИХ ІОНІВ
У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ**

Ключові слова: *головні іони, поверхневі води, родовища залізних руд, техногенна метаморфізація, коефіцієнт водної міграції*

Постановка проблеми. Ступінь екологічної небезпеки підприємств гірничо-видобувної промисловості визначається їх багатофакторним (багато в чому геохімічним) впливом на всі елементи навколишнього середовища.

У ході поширення хімічних елементів і сполук, що надходять від техногенних джерел (процесів і об'єктів) утворюються ореоли та потоки розсіювання, подібні із природними геохімічними аномаліями.

З початку промислового освоєння залізрудних родовищ у Криворізькому районі суттєво змінилися характер та інтенсивність надходження в гідросферу хімічних елементів, що обумовлено техногенним переміщенням великих мас гірських порід з їхнім наступним перерозподілом у відвалах, гідровідвалах і хвостосховищах, водовідливом з кар'єрів і шахт, скидами виробничих стічних вод збагачувальних фабрик і хвостосховищ, поверхневим зливом з території гірничих відвалів і т.п.

Щорічно у Кривбасі відкачується 20—22 млн. м³ високомінералізованих шахтних вод (з мінералізацією від 5 до 96 г/дм³ при середній мінералізації 30 г/дм³, в основному це хлоридні води з високим вмістом хлор-, сульфат-іонів, іонів натрію та магнію, що перевищують гранично допустимі концентрації для поверхневих водних об'єктів) і майже 18—20 млн. м³ кар'єрних вод, причому щорічно об'єм скидання стічних вод нарастає. Внаслідок цього в поверхневих водотоках з високою швидкістю утворюються великі й високоінтенсивні зони забруднення. У цілому майже всі річки району за екологічними критеріями віднесені до помірно забруднених (III категорія чистоти). У зв'язку із запиленістю приземної атмосфери в них фіксується значне збільшення частки завислих форм.

Сучасне розуміння процесів міграції елементів у біотехносфері дозволяє розглядати поверхневі води як невід'ємну частину ландшафту. Вони є важливими транспортними шляхами, по яких мігрують хімічні елементи.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Проблеми гідрохімії техногенезу найбільше повно представлені у роботах Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка та В.К. Хільчевського [1–3], у яких викладені основні тенденції техногенної метаморфізації природних вод, що проявляються в глобальній тенденції формування забруднених поверхневих вод хлоридного й сульфатного типу, по катіонній групі - натрієвих вод. Відомі роботи Ф.І.Тютюнової та О.Я.Гаєва та [4, 5] по гідрогеохімії урбанізованих території, в яких також зазначені основні ознаки техногенної метаморфізації природних вод, вивчені та виділені характерні напрямки даного процесу.

В останні роки на екологічні проблеми річок басейну Дніпра звернули увагу громадські організації [6]. Відзначається стала тенденція до зменшення концентрації у воді гідрокарбонат-іону та іону кальцію при такому самому стабільному зростанні концентрації сульфат- та хлор-іонів, іонів магнію, натрію та калію.

Питання про геохімічну рухливість хімічних елементів в умовах зони гіпергенезу найбільш повно розроблено О.І. Перельманом [7], який встановив основні фактори рухливості, оцінив інтенсивність водної міграції, запропонував методи її визначення, установив розмаїтість міграції в різних геохімічних умовах, розробив гідрохімічну класифікацію елементів, визначив класи водної міграції, класифікував геохімічні бар'єри й т.д.

На даний час не досліджено питання зміни хімічних типів та міграційних властивостей головних іонів у поверхневих водах районів гірничо-видобувної промисловості.

Мета дослідження. Інтенсивна експлуатації залізорудних родовищ Кривбасу та значний кар'єрний та шахтний водовідлив обумовили виникнення у даному регіоні специфічних гідрохімічних умов. Знаходження головних іонів (макрокомпонентів) у поверхневих водах у рухливій формі дозволяє їм легко мігрувати, засвоюватися рослинами та тваринами і, в решті-решт, обумовлює геохімічні особливості ландшафту в цілому.

Метою дослідження є вивчення особливостей міграційних властивостей головних іонів (хлор- та сульфат-іонів, іонів кальцію, магнію та натрію) у

поверхневих водах на території із значним техногенним навантаженням (на прикладі Північного гірничо-збагачувального комбінату Кривбасу – ПівнГЗК), що раніше не досліджувалось.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є поверхневі води на території ПівнГЗКа, за якими проводилися багаторічні спостереження (з 1989 р.) Саксаганською гідрогеологічною партією та лабораторією фізико-хімічних методів дослідження НДІ геології Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (у рамках виконання тем за кошти держбюджету).

Територія Північного гірничо-збагачувального комбінату розташована в північно-східній частині Криворізького залізрудного басейну. З південного сходу вона обмежена долиною р. Саксагань, з півдня й південного заходу - Першотравенським і Анновським кар'єрами. Видобуток залізних руд почався в 1963 р. (рис.).

У геоморфологічному відношенні район є степовою акумулятивно-денудаційною рівниною слабо нахиленою до півдня й південного сходу, з яружно-балковим і долинним типом рельєфу. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 150 м у північній частині до 55 м у південній, знижуючись до русла р. Саксагань. Найбільш великими є балки Петрикова, Мотіна, Приворотна, Бурсова й Грядковата. У найбільш великій з балок – б.Петрикова – створено хвостосховище ПівнГЗКа. Природна поверхня внаслідок видобутку залізної руди ускладнена позитивними й негативними формами рельєфу: відвали гірських порід, чаша й гребля хвостосховища, кар'єри.

Клімат на даній території помірно-континентальний, середньорічна температура повітря, за даними Криворізької метеостанції, складає (+ 8,5 °С). Глибина промерзання ґрунту в середньому складає 0,8 – 1,0 м, мінімальна 0,53 – 0,64 м. Середньорічна температура ґрунту дорівнює 8,0 °С. Середня кількість опадів змінюється в межах від 258,0 мм до 537,0 мм, у середньому - 406,0 мм [8].

Найпотужнішим аномальним гідрохімічним об'єктом на території досліджень є хвостосховище ПівнГЗКу, яке розташоване в середній частині балки Петрикова. Введено воно в експлуатацію в 1963 р. Схили і ложе балки в межах хвостосховища складені новопетровсько-межегірськими піщаними та четвертинними суглинистими відкладами. Хвостосховище виконано без екранування. Основна гребля хвостосховища розташована на відстані 2,5 км від гирла балки Петрикова, що впадає в р.Саксагань. Площа хвостосховища складає 1295 га (з них на саме хвостосховище припадає 980,0 га, а на ставок зворотної води – 315,0 га). Довжина хвостосховища 17,3 км (хвостосховище – 11,0 км, ставок – 6,3 км). Замикає контур хвостосховища розділова гребля довжиною 1,2 км, що відокремлює ставок зворотного водопостачання від самого хвостосховища.

З початку експлуатації хвостосховища, крім пульпи, у нього скидають господарсько-побутові стічні води. Починаючи з 1981 р., у хвостосховище скидають шахтні води хлоридного натрієвого типу.

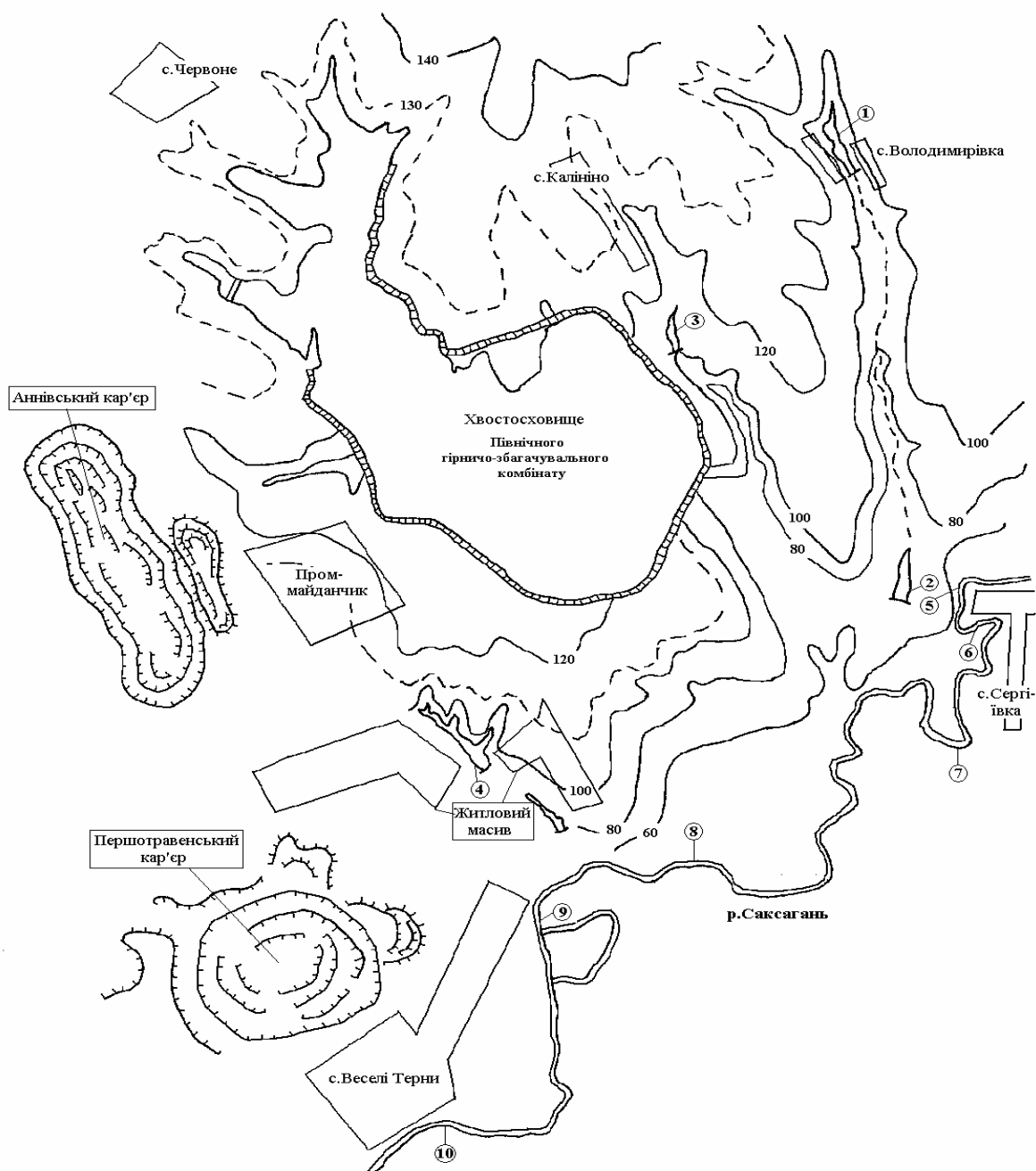


Рис. Картохема території Північного гірничо-збагачувального комбінату
Умовні позначення:

Пункти гідрохімічних спостережень: 1 – ставок у балці Мотіна-1; 2 – ставок у б. Мотіна-2; 3 – ставок у б. Брусова; 4 – ставок у б. Приворотна; 5 – р.Саксагань – біля моста у с.Сергіївка; 6 – р.Саксагань – с. Сергіївка; 7 – р.Саксагань – ВП-1; 8 – р.Саксагань – ВП-2; 9 – р.Саксагань – ВП-3; 10 – р.Саксагань – біля моста у с. Веселі Терни.

До скидання у хвостосховище шахтних вод (до 1981р.) мінералізація води в ньому була найнижчою порівняно з хвостосховищами інших ГЗКів Кривбасу. В 1965 р. мінералізація води становила 0,93 г/дм³ (початок заповнення), за переважаючими іонами вода була сульфатно-гідрокарбонатна магнієво-натрієва. В 1968 р. мінералізація зросла до 1,02 -

1,03 г/дм³. Починаючи з 1972 р. і по 1980 р. мінералізація води у хвостосховищі перебувала в межах 1,4 - 1,7 г/дм³, причому, тип її змінився на хлоридно-сульфатний магнієво-натрієвий. У сімидесяті роки порівняно з шістдесятьми мінералізація води підвищилася приблизно в 1,5 рази, в 1,5 - 2 рази збільшився вміст сульфат- і хлор-іонів з одночасним зменшенням вмісту гідрокарбонат-іону. В 1982 р. у результаті скидання шахтних вод у хвостосховище мінералізація виросла з 2,6 г/дм³ у січні до 5,0 г/дм³ у вересні. На кінець 1986 р. вона досягла 8,7 г/дм³, до кінця 1987 р. була 11,6 г/дм³. У цей час мінералізація води у хвостосховищі становить 14,3 г/дм³, описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{14,3-13,2} \frac{Cl_{87,1-86,2}}{Na_{85,0-75,9}}.$$

Тип води – хлоридний натрієвий.

Гідрографічна мережа району досліджень представлена річкою Саксагань та ставками.

Ставки у балках Приворотна, Брусова і Мотіна акумулюють води поверхневого і підземного стоків.

Поверхневий стік балки Мотіна зарегульований двома ставками зв'язаними між собою і з р. Саксагань переривчастим водотоком. Ставок Мотіна-1 розташований на півночі території в межах селища Володимирівка, має витягнуту форму, що повторює днище балки. Довжина ставка 550 м при максимальній ширині – 75 м, абсолютна відмітка рівня води біля греблі – 95,7 м, середня глибина – 3,5 м. Ставок Мотіна-1 з'єднується тимчасовим водотоком з ставком-2, що розташований на південь від ставка-1 на відстані 4300 м і від р. Саксагань – 1500 м. Ставок Мотіна-2 має витягнуту форму, довжина ставка 480 м при ширині – 60 м, середня глибина – 3,2 м. Абсолютна відмітка рівня води – 66,2 м.

Систематичні спостереження за хімічним складом води в ставку балки Мотіна-1 проводилися з 1988 р. Склад води змінювався досить суттєво, описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{4,0-1,3} \frac{SO_{72,9-51,2}^4 Cl_{38,5-20,5} HCO_{25,6-2,8}^3}{Ca_{59,2-14,8} Mg_{45,5-15,8} Na_{46,9-11,4}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, хлоридно-сульфатний, іноді сульфатний, за катіонною складовою – натрієво-магнієво-кальцієвий, магнієво-натрієвий або іноді натрієвий. Слід зазначити, що в більшості спостережень переважними є сульфатний аніон та іони натрію, а у останніх спостереженнях - магнію. Крім того, суттєво збільшилася мінералізація: від 1,3 до 4,0 г/дм³, разом з цим зменшується вміст гідрокарбонатного іону: від 25% до 2,8%. Такі суттєві зміни хімічного складу обумовлені значним техногенним навантаженням, а саме надходженням господарсько-побутових стічних вод селища Володимирівка.

Спостереження за хімічним складом води у ставку балки Мотіна-2 проводилися з 1989 р. Склад води змінювався незначно, описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{2,1-1,1} \frac{SO_{61,4-50,0}^4 Cl_{40,3-23,1} HCO_{21,0-9,5}^3}{Na_{42,4-20,6} Mg_{45,5-24,5} Ca_{37,6-22,9}}.$$

Тип води хлоридно-сульфатний, іноді гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний з перевагою сульфатного іона, за катіонною складовою - натрієво-кальцієво-магнієвий або кальцієво-магнієво-натрієвий. У цій точці спостереження іон кальцію у воді займає підлегле положення, що пояснюється близькістю даного ставка до хвостосховища ПівнГЗКа.

У балці Брусова на південь від с.Калініно розташований ставок, який має витягнуту форму та повторює днище балки Брусова. Довжина ставка – 320 м, ширина в районі греблі – 42 м, глибина – 3,0 м, абсолютна відмітка води – 102,9 м. Ставок знаходиться в безпосередній близькості від хвостосховища (520 м).

Спостереження за хімічним складом води в ставку балки Брусова проводилися з 1989 р. Склад води змінювався незначно, суттєво збільшилася мінералізація. Узагальнена формула Курлова має вигляд:

$$M_{6,6-3,5} \frac{Cl_{68,3-54,9} SO_{41,7-27,0}^4}{Na_{59,6-44,4} Mg_{32,2-26,9} Ca_{18,3-12,5}}.$$

Тип води сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий, вміст гідрокарбонатного іону ніколи не перевищував 7%. Ставок розташований у безпосередній близькості від хвостосховища, що й обумовлює перевагу за аніонами - хлор-іона, а за катіонами - натрію.

У балці Приворотна знаходяться два ставки. Вода до ставків перекачується з річки Саксагань та використовується при збагаченні залізної руди на проммайданчику ПівнГЗКа. Ставок Приворотна-1 розташований у верхів'ях балки і умовно поділяється земляною греблею, через яку проходять з'єднувальні труби, на верхню та нижню частини. Верхня частина ставка має довжину 210 м та максимальну ширину 12 м, глибина ставка 2,2 м. Нижня частина ставка-1 займає розгалужений тальвег балки з двома рукавами. Довжина ставка 660 м, ширина (без розгалужень) – 70 м, глибина – 4,2 м. Абсолютна відмітка рівня води у ставку змінюється в залежності від поповнення з р. Саксагань і в середньому складає 85, 0 м. Ставок Приворотна-2 розташований на відстані 270 м від річки Саксагань, має довжину 480 м, ширина ставка – 30 м. Абсолютна відмітка рівня води – 62,5 м.

Склад води в ставку балки Приворотна вивчався з 1998 р., описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{2,0-1,1} \frac{Cl_{60,0-25,4} SO_{55,2-31,4}^4 HCO_{26,3-8,6}^3}{Na_{58,8-21,9} Ca_{40,9-17,6} Mg_{38,3-19,1}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридний, іноді сульфатно-хлоридний і за катіонною складовою – магнієво-кальцієво-натрієвий або магнієво-кальцієво-натрієвий. Специфічною особливістю цього ставка є те, що вода в нього подається з р.Саксагань. Проте, перевага у складі іонів натрію та хлор-іону говорить про техногенний вплив на формування хімічного складу води в ставку.

Основним водотоком на даній території є р. Саксагань. Саксагань, річка в південно-східній частині Придніпровської височини, ліва притока Інгульця; довжина 144 км, водозбір — 2 025 км². Саксагань є типовою степовою маловодною річкою з широкою плоскою правобережною долиною і високим лівим схилом. Долина р. Саксагань у межах міста переважно трапецієподібна, заплава відкрита, лугова, суха. Ширина заплави 100—200м. Річище нерозгалужене, переважна ширина його (за винятком ділянок водосховищ Кресівського і Макортівського) 20—40 м. Швидкість течії незначна. Природний режим річки сильно змінений регулюючим впливом дамб, скиданням шахтних і промислових вод, а також відбором води на технічні потреби. Найбільші витрати води Саксагані досягають 240 м³/с. Стік ріки зарегульований Макортівським і Кресівським водосховищами, розташованими відповідно вище і нижче району ПівнГЗКа. Реалізовано проект щодо зміни русла р. Саксагань: здійснено будівництво відвідного тунелю довжиною понад 5300 м від Держинського водосховища до р. Інгулець. У районі тунелю рух води у річці утруднений, має дуже низьку швидкість.

В 2000 р. Кабінетом Міністрів України - (згідно розпорядження № 1346-р від 8.12.99) дозволено скид зворотних, високомінералізованих шахтних вод у річки Інгулець і Саксагань, що відбувається згідно регламенту, розробленому Інститутом гідробіології НАН України.

Гідрохімічні спостереження на р. Саксагань у районі досліджень виконуються на шести пунктах з півночі на південь:

- біля моста у с. Сергіївка; с. Сергіївка; ВП (водпост)-1 (абс. від. 54,7 м на 1.08.2010 р.); ВП-2 (абс. від. 54.59 м на 1.08.2010 р.); ВП-3 (абс. від. 53,96 м на 1.08.2010 р.); біля моста у с. Веселі Терни.

Спостереження за хімічним складом води в р. Саксагань (с. Сергіївка, біля моста) проводилися з 1988 р. Склад води змінювався значно, за час спостереження підвищується вміст майже всіх макрокомпонентів, за винятком гідрокарбонат-іону. Узагальнена формула Курлова має такий вигляд:

$$M_{3,3-0,8} \frac{SO_{63,8-49,6}^4 Cl_{31,0-25,2} HCO_{24,8-7,9}^3}{Mg_{52,5-27,1} Na_{50,5,9-9,7} Ca_{37,9-21,8}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридний, іноді хлоридно-сульфатний і по катіонній складовій - натрієво-кальцієво-магнієвий і кальцієво-магнієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий або магнієво-кальцієво-натрієвий. За аніонним складом переважаючим завжди є сульфат-іон, а за катіонним складом стабільності не спостерігається: переважає іон натрію або магнію, але іон кальцію завжди займає підлегле положення та його вміст постійно зменшується.

У с. Сергіївка систематичні гідрохімічні спостереження на р. Саксагань проводилися з 1988 р. Склад води змінювався незначно, хоча спостерігається деяке підвищення вмісту хлор- і сульфат-іонів при постійному зменшенні гідрокарбонатного іону. Узагальнена формула Курлова має такий вигляд:

$$M_{3,3-1,2} \frac{SO_{60,7-51,9}^4 Cl_{29,8-21,5} HCO_{23,4-13,9}^3}{Na_{48,2-31,3} Mg_{33,5-27,1} Ca_{35,2-24,6}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний кальцієво-магнієво-натрієвий.

Спостереження за хімічним складом води в р. Саксагань (ВП-1) проводилися з 1989 р. Склад води змінювався незначно за час спостережень, описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{3,4-0,7} \frac{SO_{58,8-33,9}^4 Cl_{47,9-22,1} HCO_{42,0-13,2}^3}{Na_{61,5-37,7} Mg_{32,1-15,0} Ca_{34,8-23,5}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридний і по катіонній складовій - магнієво-кальцієво-натрієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий, з перевагою іона натрію.

Спостереження за хімічним складом води в р. Саксагань (ВП-2) проводилися з 1989 р. Склад води змінювався значно, відзначається підвищений вміст хлор-іона (1,2 г/дм³), описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{3,3-1,5} \frac{Cl_{68,9-23,8} SO_{57,1-23,0}^4 HCO_{21,8-7,9}^3}{Na_{45,5-33,8} Mg_{40,4-23,0} Ca_{35,5-18,5}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, іноді сульфатно-хлоридний, по катіонній складовій - магнієво-кальцієво-натрієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий, з перевагою іона натрію.

Систематичні спостереження за хімічним складом води в р. Саксагань (ВП-3) проводилися з 1989 р. За час спостережень помітно підвищується вміст сульфату-іона й іона натрію при постійному зменшенні гідрокарбонатного іону. Склад води описується наступною узагальненою формулою Курлова:

$$M_{3,6-1,5} \frac{SO_{57,1-48,0}^4 Cl_{34,8-23,7} HCO_{22,1-11,2}^3}{Na_{52,3-35,0} Mg_{36,1-27,3} Ca_{32,6-23,6}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, іноді сульфатно-хлоридний, по катіонній складовій - магнієво-кальцієво-натрієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий.

Спостереження за хімічним складом води в р. Саксагань (біля моста у с. Веселі Терни) проводилися з 1989 р. Відзначено одиничне аномально високе значення мінералізації (8,7 г/дм³), вмісту хлор-іона (4,1 г/дм³) та іону натрію (2,4 г/дм³). В інших спостереженнях склад води змінювався незначно, його можна представити у вигляді наступної узагальненої формули Курлова:

$$M_{8,7-1,3} \frac{Cl_{79,6-29,3} SO_{56,2-11,1}^4 HCO_{23,6-9,3}^3}{Na_{73,8-30,4} Mg_{44,7-20,8} Ca_{34,6-8,2}}.$$

Тип води гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатний, іноді сульфатно-хлоридний і хлоридно-сульфатний, хлоридний, за катіонною складовою - магнієво-кальцієво-натрієвий, іноді кальцієво-магнієво-натрієвий, магнієво-натрієвий з перевагою іона натрію.

Загалом, за час спостережень значно підвищилася мінералізація у всіх об'єктах, при цьому, знижується вміст гідрокарбонатного іону. Найбільших змін зазнав хімічний склад води у ставку б. Брусова, а найменших – вода у ставках б. Мотіна.

За змінами хімічного складу води в р.Саксагань з півночі на південь можна зробити висновок, що в усіх пунктах спостережень мінералізація води у річці підвищена, що зв'язано зі скиданням високомінералізованих вод із хвостосховища ПівнГЗКа.

Для порівняння досліджено хімічний склад води у р. Дніпро (Кайдакська насосна фільтрувальна станція, що займається водопідготовкою питної води для міст Дніпропетровськ, Новомосковськ та ін.). Хімічний тип води описується наступною формулою Курлова:

$$M_{0,4-0,2} \frac{HCO_{71,5-40,0}^3 Cl_{34,5-13,9} SO_{25,5-10,3}^4}{Ca_{71,5-54,3} Mg_{37,8-15,6} Na_{16,0-0,3}}.$$

Тип сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний магнієво-кальцієвий. Річка Дніпро відрізняється і хімічним типом води і кількістю води, що нею переноситься. За період спостережень (з 1999 р.) суттєвих змін хімічного складу не спостерігалось, що свідчить про те, що Дніпро ще втратив самоочисної здатності.

Основні хімічні властивості природних вод визначаються вмістом головних іонів (макрокомпонентів), кислотно-лужними та окисно-відновними умовами, але валовий вміст хімічного елемента у водах ще не характеризує інтенсивність його водної міграції. Одним з найбільш відомих

методів визначення рухливості хімічних елементів, запропонованих О.І. Перельманом, є коефіцієнт водної міграції K_x , який розраховується за формулою [7]:

$$K_x = \frac{m_x \cdot 100}{a \cdot n_x},$$

де m_x – вміст елемента X у воді, мг/дм³; n_x – вміст того ж елемента в породах, %; a – мінералізація (сухий залишок), мг/дм³.

Часто замість вмісту елемента в породах, що підстилають, використовують кларк елемента в літосфері. Така заміна дозволяє оцінити положення елемента в рядах міграції.

Коефіцієнт водної міграції за О.І. Перельманом характеризує умовну швидкість виносу хімічних елементів відносно кларкового їхнього вмісту у гірських породах.

Чим вище K_x , тим інтенсивніше елемент виводиться з порід, і підвищується його водна міграція в розчині. Даний коефіцієнт дозволяє порівнювати між собою інтенсивність міграції хімічних елементів, що мають досить різні кларки. Коли з породи виноситься певна кількість хлор-іону, то одночасно виноситься еквівалентна кількість іону натрію (або іншого катіона – кальцію, магнію). Однак на міграційну здатність натрію це майже не впливає, тому що кларк натрію становить 2,5%, хлору – $1,7 \times 10^{-2}\%$.

Таким чином, розходження у вмістах хлору й сірки, з одного боку, і кальцію, магнію, калію, з іншого, обумовлюють наступне положення: незважаючи на те, що разом з хлором і сіркою мігрує еквівалентна кількість катіонів, міграційна здатність перших у десятки разів більша, ніж других.

Відповідно до класифікації О.І.Перельмана хлор і сірка відносяться до групи дуже рухливих мігрантів, а натрій, кальцій, магній до групи - легкорухливих мігрантів. З іншої сторони хлор і сірка є елементами, що енергійно накопичуються біологічною речовиною, а натрій, кальцій і магній відносяться до групи сильнонакопичувальних.

Однак О.І. Перельман обмежує використання даного коефіцієнта для підземних вод і пропонує його для оцінки водної міграції елементів у ландшафті, а саме у поверхневих водах.

Для оцінки міграційних властивостей головних іонів на території ПівнГЗКа розрахований коефіцієнт водної міграції для природних поверхневих водотоків і водойм для хлор-, сульфатів-іонів, іонів кальцію, магнію й натрію (табл.).

Загальний аналіз значень коефіцієнтів водної міграції показує значне перевищення для хлор-іона по всіх об'єктах: за класифікацією О.І. Перельмана він змінюється від ~800 до ~20, на досліджуваній території - від 1325 до 977, і досить низькі значення для іонів кальцію: за О.І. Перельманом – від 1,0 до 20, для водних об'єктів ПівнГЗКа - від 0,9 до 6,0.

За інтенсивністю водообміну та умовами формування гідрохімічні об'єкти, що досліджуються умовно можна розділити на чотири групи: хвостосховище, ставки (у балках Мотіна, Брусова, Приворотна); річка

Таблиця. Значення коефіцієнтів водної міграції головних іонів у водних об'єктах Північного ГЗК у Кривбасі

№ на карто-схемі	Водний об'єкт	Коефіцієнт водної міграції				
		SO ₄ ²⁻ (*)	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
	Хвостосховище	81,03...39,67... 61,15	3138,81...1987,58 2721,09	0,92...0,61 0,79	2,08...1,21 1,78	22,14...11,92 15,27
1	Ставок б. Мотіна-1 (с.Володимирівка)	395,9...263,94 298,1	1318,53...636,82 987,1	5,96...1,61 3,83	5,12...1,52 3,22	6,65...1,57 4,6
2	Ставок б. Мотіна-2	321,22...264,55 285,82	1325,19...729,14 1004,7	3,97...3,11 3,55	4,62...2,41 2,93	6,23...2,96 5,23
3	Ставок б. Брусова	233,05...178,58 203,77	2842,86...1877,60 2141,5	2,05...1,39 1,67	4,46...2,88 3,28	9,15...6,90 8,36
4	Ставок б. Приворотна	254,49...174,29 223,1	2033,57...785,40 1298,36	6,05...1,93 3,05	5,30...1,93 2,9	8,79...4,40 6,84
5	р. Саксагань (біля моста у с.Сергіївка)	340,74...253,84 273,07	1002,18...745,10 870,66	3,97...2,23 3,07	5,29...2,65 3,38	7,04...1,38 5,09
6	р. Саксагань (с.Сергіївка)	314,29...267,31 283,42	947,62...665,91 797,27	3,63...2,47 2,8	3,31...2,61 2,89	6,56...4,37 5,97
7	р. Саксагань (ВП-1)	306,01...182,25 248,79	1585,45...737,40 1087,21	3,42...2,35 2,92	3,34...1,44 2,74	8,35...4,87 6,2
8	р. Саксагань (ВП-2)	298,17...130,10 241,88	2381,29...741,61 1269,03	3,66...2,08 2,77	4,54...2,36 2,91	8,88...4,79 6,51
9	р. Саксагань (ВП-3)	298,17...263,60 272,6	1128,27...740,74 959,98	3,39...2,43 3,02	3,58...2,36 3,21	7,38...4,50 5,45
10	р. Саксагань (біля моста у с. Веселі Терни)	295,19...63,02 231,53	2767,97...940,34 1301,35	3,65...0,92 2,66	4,56...1,94 2,92	11,27...4,39 6,55
	р. Дніпро (м. Дніпропетровськ, Кайдацька насосно- фільтрувальна станція, 1-й підйом)	149,31...46,57 85,59	645,10...294,77 425,05	6,63...3,64 5,87	3,59...1,34 2,79	4,19...0,12 2,73

Примітка. (*) Коефіцієнт водної міграції перерахований для сірки.

(**) В чисельнику: максимальне та мінімальне значення; у знаменнику – середнє.

Саксагань (біля мосту с. Сергіївка, с. Сергіївка, ВП-1, ВП-2, ВП-3, біля моста у с. Веселі Терни) та р.Дніпро.

Хвостосховище розглядається як техногенна геохімічна аномалія. У водах ставка хвостосховища пригнічуються міграційні властивості сульфат-іону, іонів кальцію та магнію, при аномальному збільшенні міграційних властивостей іонів хлору та натрію.

Ставки мають специфічні умови водообміну й гіdroхімічного розвитку: вони сформувалися в результаті будівництва хвостосховища в балці Петрикова, що привело до зниження загальної дренажності території. Відзначаються високі значення коефіцієнта водної міграції в цій групі об'єктів для сульфат-іона (395,9... 174,29 середнє - 298,1... 203,77), хлор-іона (2842,86...636,82; середнє – 2141,5...987,1) та іону натрію (9,15...1,57: середнє - 8,36...4,6).

До третьої групи віднесені водопункти по р.Саксагань. Характерним є зміни величини коефіцієнта водної міграції хлор-іона від с. Сергіївка до мосту сел. Веселий Терни (від 947,6 до 2768,0) з підвищенням у ВП-2. Така зміна викликана, безумовно, техногенним впливом, а саме, скидами у Саксагань високомінералізованих вод із хвостосховища й витоків господарсько-побутових стічних вод з каналізаційної системи с. Веселі Терни. Така ж закономірність простежується й у зміні коефіцієнта водної міграції іону натрію.

Максимальні значення коефіцієнта водної міграції сульфат-іона поступово зменшуються по річці (від 340,74 до 295, 19), при цьому різниця між максимальними та мінімальними значеннями збільшується по довжині річки та стає максимальною в пункті спостережень р. Саксагань біля моста у с. Веселі Терни. Така міграційна ситуація підтверджує вплив техногенних об'єктів ПівнГЗКа на поверхневі водотоки.

Для порівняльного аналізу значень коефіцієнтів водної міграції в таблиці наведено дані по р. Дніпро (Кайдакська насосно-фільтрувальна станція, що подає питну воду для водопостачання м. Дніпропетровськ, Новомосковськ та ін.). Коефіцієнт водної міграції хлор-іона у р. Дніпро у 2 - 2,5 рази менший ніж для водотоків і водойм на території ПівнГЗКа і в 8 разів менший ніж у хвостосховищі. Коефіцієнт водної міграції іону натрію має таку ж закономірність. Коефіцієнт водної міграції сульфат-іона в р. Дніпро в середньому в 3 - 3,5 рази менший, ніж у водотоках на території ПівнГЗКа. Міграційні властивості сульфат-іона у хвостосховищі пригнічуються. Ця особливість підкреслює, що надходження надлишку сульфат-іона у поверхневі водотоки й водойми відбувається не безпосередньо зі ставка хвостосховища, а швидше за все, з хвостів збагачення, що накопичуються у хвостосховищі або відвалів. Коефіцієнт водної міграції іону кальцію в р. Дніпро перевищує його значення у всіх гіdroхімічних об'єктах на території ПівнГЗКа, що пов'язане з особливостями стану карбонатно-кальцієвих систем в умовах розробки залізорудних родовищ. Значення коефіцієнту водної міграції іону магнію в цілому співпадає по р. Дніпро й водних

об'єктах ПівнГЗКа, окрім хвостосховища у якому міграційні властивості іону магнію зменшуються.

Висновки. Проведений аналіз гідрохімічної ситуації та коефіцієнтів водної міграції головних іонів (макрокомпонентів) у поверхневих водах підтвердив, що технофільними елементами в умовах розробки залізорудних родовищ Кривбасу, а саме Північного гірничо-збагачувального комбінату, є хлор- і сульфат-іони, іони натрію, які знаходяться на даній території в надлишку. У той же час міграційні властивості іонів кальцію пригнічуються.

Такі умови неминуче позначаються на формуванні геохімічних особливостей ландшафтів у цілому, тобто сприяють розвитку засолення й осолонцювання ґрунтів, що у свою чергу обумовлює наявність специфічних видів рослин.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що геохімічна рухливість елементів на території ПівнГЗКа обумовлена наявністю промислових об'єктів. З екологічної точки зору хвостосховище може бути розглянуто, як техногенна геохімічна аномалія з підвищеним вмістом іонів сірки, хлору та натрію. Ці макрокомпоненти залучаються в біологічний кругообіг і є важливою геохімічною характеристикою ландшафтів.

Список літератури

1. Горєв Л.М. Гідрохімія України / Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Вища школа, 1995. – 307 с. 2. Горєв Л.Н. Мелиоративная гидрохимия / Л.Н. Горєв, В.И. Пелешенко. – К. : Вища школа, 1984. – 250 с. 3. Хільчевський В.К. Про деякі сучасні напрямки гідрохімічних та гідроекологічних досліджень / В.К. Хільчевський, М.І.Ромась, В.М.Савицький // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 251. – С.84–94. 4. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. - М. : Наука, 1987. - 335 с. 5. Гаєв А.Я. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод / А.Я. Гаєв, В.С. Самарина, Ю.М. Пестеренко. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 1999. – 444 с. 6. Сайт "Экология города Запорожья" (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://ekologia.3dn.ru/publ/1-1-0-40> – Загол. з екрана. 7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М. : Высшая школа, 1966. – 387 с. 8. Булава Л.Н. Физико-географический очерк территории Криворожского горнопромышленного района / Л.Н. Булава. – Кривой Рог, 1990. - 125 с. – Деп. в УкрНИИТИ 02.11.90.

Вплив гірничо-збагачувальної промисловості на міграційні властивості головних іонів у поверхневих водах

Шерстюк Н.П.

Вивчені особливості міграції головних іонів у водних об'єктах на території Північного гірничо-збагачувального комбінату (Кривбас). Встановлено, що технофільними елементами у поверхневих водах на даній території є хлор- та сульфат-іони, іони натрію. Міграційні властивості макрокомпонентів в поверхневих водах визначаються їх близькістю до хвостосховища ПівнГЗК та скидом із нього високомінералізованих вод у річку Саксагань.

Ключові слова: головні іони, поверхневі води, родовища залізних руд, техногенна метаморфізація, коефіцієнт водної міграції.

Влияние горно-обогатительной промышленности на миграционные свойства главных ионов в поверхностных водах

Шерстюк Н.П.

Изучены особенности миграции главных ионов в водных объектах на территории Северного горно-обогатительного комбината (Кривбасс). Установлено, что технофильными элементами в поверхностных водах на данной территории являются хлор- и сульфат-ионы, ионы натрия. Миграционные свойства макрокомпонентов в поверхностных водах определяются их близостью к хвостохранилищу СевГОК и сбросом из него высокоминерализованных вод в реку Саксагань.

Ключевые слова: *главные ионы, поверхностные воды, месторождения железных руд, техногенная метаморфизация, коэффициент водной миграции.*

Influence of ore mining and processing industry on migratory properties of main ions in surface-water

Sherstyuk N.P.

The features of hydrochemical objects are studied on territory of the North mining-concentration combine (Cryvbass). It is set that by origin of technical elements in surface-water there are chlorine- and sulphate-ions on this territory, ions of sodium. Migratory properties of macrocomponents in surface-water are determined by their closeness to repository of waste water NorthMCC (North mining-concentration combine) and upcast from him higher mineralization waters in the river of Saksagan.

Keywords: *main ions, superficial water, deposit of iron-stones, technogenic metamorphoses, coefficient of aquatic migration.*

Надійшла до редколегії 08.11.2010

УДК 556.56.3/4

Осадча Н.М., Чернишова Л.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

СОРБЦІЯ ГУМУСОВИХ КИСЛОТ ЗАВИСЛИМИ РЕЧОВИНАМИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Ключові слова: *гумінові кислоти, фульвокислоти, зависі, сорбція, поверхневі води*

Постановка та актуальність проблеми. Дослідження форм знаходження гумусових речовин (ГР) у поверхневих водах басейну Дніпра показало, що значна їхня частина мігрує у складі завислих форм [16, 17], кількісний склад яких визначається надходженням еродованих частинок з поверхні водозбору, а також перебігом внутріводоємних сорбційних процесів у системі “вода – завислі речовини”.

Вивченню взаємодії ГР на межі розподілу тверда фаза – розчин у ґрунтах приділялося чимало уваги, що знайшло своє відображення у низці публікацій [15, 18]. Встановлено, що процес адсорбції відбувається за рахунок хімічної взаємодії з утворенням ковалентних, водневих та координаційних зв'язків, яка має незворотний характер і зростає із збільшенням температури, а також фізичної за типом диполь – диполь та електростатичної взаємодії. Цей тип взаємодії є зворотним і зменшується із збільшенням температури.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.4(21)

Адсорбція із розчинів – складний процес, який залежить від взаємодії молекул адсорбента і адсорбата, а також від взаємодії молекул розчиненої речовини між собою. Стан іонообмінної рівноваги між твердою та рідкою фазами характеризується за допомогою ізотерми адсорбції, яка є функцією енергії взаємодії молекул розчину з адсорбентом та енергії гідратації молекул речовини у водному розчині [5, 6]. Експериментально отримані залежності кількості адсорбату від його рівноважної концентрації у розчині апроксимують за допомогою різних рівнянь, серед яких найпоширенішими є рівняння Ленгмюра та Фрейндліха.

Згідно теорії Ленгмюра всі активні центри енергетично однорідні і незалежні, кожен з них може взаємодіяти лише з однією молекулою адсорбату. Спрощення, прийняті Ленгмюром, не завжди прийнятні у реальних умовах через неоднорідність адсорбційних центрів. У таких випадках ізотерма сорбції набуває більш складного вигляду. Дослідженнями Фрейндліха було показано, що за умов постійної температури число молив адсорбованої речовини на одиницю маси адсорбента пропорційне рівноважній концентрації. Ця ізотерма є емпіричною і свідчить про ймовірність гетерогенності сорбційної поверхні.

Найактивнішу участь у сорбційних процесах беруть тонкодисперсні частинки ($<0,01$ мкм). Це пов'язано з великою площею їхньої поверхні, яка, наприклад, для монтморилоніту та вермикуліту коливається у межах 730–755 м²/г. Основним носіями функціональних груп на тонкодисперсних зависях поверхневих вод є глинисті мінерали, мінерали оксидів і гідроксидів Fe, Al та Mn, органічні речовини та органомінеральні сполуки. У лужних водах вагому роль можуть відігравати карбонати кальцію.

Процес сорбції розчинених форм ГР є важливим чинником, що контролює їхню наступну міграцію та седиментацію, тому дослідження взаємодії ГР із завислими частинками – актуальне завдання з огляду оцінки їхньої міграційної здатності та прогнозування поведінки ГР у водному розчині. Зважаючи на високий вміст у складі ГР функціональних груп, що визначають комплексоутворення з багатьма забруднювальними елементами, міжфазова поведінка ГР регулюватиме також і міграцію зазначених елементів.

З огляду на сказане, метою наших робіт було вивчення сорбційних характеристик ГР у системі “вода – завислі речовини” шляхом дослідження їхніх ізотерм сорбції.

Важливо зазначити, що ГР не лише сорбуються зависями, але й самі можуть слугувати сорбентами розчинених речовин, однак, у даній роботі розглядалася адсорбція на різноманітних носіях власне ГР.

Матеріали та методи дослідження. Сорбційні закономірності ГР встановлювалися експериментальним шляхом для 2-х основних типів носіїв: глинистих мінералів та гідроксидів феруму. За джерело глинистих мінералів брали донні відклади (ДВ) Кременчуцького водосховища. В літературі наведено дані по сорбції ГР окремими типами глинистих мінералів (іллітом, каолінітом, монтморилонітом та ін.) [2, 7], однак на сорбційні

характеристики значний вплив можуть чинити індивідуальні особливості окремих мінералів, наприклад їхня здатність до розширення міжпакетного проміжку. В той же час у складі пелітової та алевритової фракції зависей поверхневих вод наявні різні типи глинистих мінералів. Для отримання узагальнених сорбційних характеристик, за джерело глинистих мінералів були взяті донні відклади, що відображають усереднений склад мінеральних зависей. Для видалення сорбованих ГР вони попередньо були оброблені $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчином NaOH та промиті до відсутності OH^- груп у промивних водах. Після цього ДВ висушили, розтерли та просіяли через сито з діаметром вічка $0,01 \text{ мм}$.

Гідроксид феруму отримували безпосередньо перед початком дослідів. Для цього за постійного перемішування повільно додавали еквівалентні об'єми 1 моль/дм^3 розчинів NaOH та FeCl_3 . Утворений осад гідроксиду феруму відмивали багаторазовою декантацією до відсутності Cl^- у промивних водах, відфільтрували та висушили при 105°C , а потім розтерли у ступці до отримання однорідної маси.

Як джерело ГР використовували концентрати розчинених гумінових (ГК) і фульвокислот (ФК), виділених із поверхневих вод басейну Дніпра. Процедура виділення та розділення описана у [14]. Концентрація базових розчинів становила: ФК – 310 мг/дм^3 , ГК – 129 мг/дм^3 .

Для дослідження ізотерм адсорбції ГР різними носіями було підготовлено по три паралельні серії ГК і ФК для кожного носія. Вміст ГР у досліджуваних розчинах змінювався у межах $7,0\text{--}310 \text{ мг/дм}^3$ для ФК та $0,3\text{--}129 \text{ мг/дм}^3$ для ГК.

Для забезпечення незалежності щільності поверхневого заряду комплексів від концентрації електроліту у якості розчинника використовували $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчин NaCl.

Важливим питанням вивчення сорбційних характеристик речовин є співвідношення твердої і рідкої фаз, оскільки від нього істотно залежить коефіцієнт розподілу. Для визначення цієї залежності було проведено лабораторні експерименти, на підставі чого розраховали коефіцієнт розподілу ГР між твердою і рідкою фазами (K_d), який для наважок твердої фази $0,1 \text{ мг}$, 1 мг , 2 мг та 10 мг змінювався у ряду $83; 7; 3$ та $2 \text{ дм}^3/\text{г}$. Тобто збільшення співвідношення тверда фаза : вода приводить до зростання коефіцієнта розподілу ГР. Цей висновок є важливим також з точки зору сезонних характеристик процесу вимивання ГР з поверхні водозбору. У період весняного водопілля, коли водність досягає максимальних значень, буде спостерігатися максимальний перехід ГР до складу завислих форм.

На підставі проведених експериментальних робіт для забезпечення достатньої кількості сорбційних центрів приймали величину наважки твердого матеріалу не менше 10 мг , а співвідношення твердої і рідкої фаз не більшим за $1 : 10$, оскільки детектування концентрацій ГР у розчині проводили фотоколориметричним шляхом, важливо було забезпечити достатню чутливість визначень.

Тривалість експозиції становила 24 год. за постійного перемішування розчинів.

Беручи до уваги залежність сорбції ГР від рН середовища [2, 4, 10, 15, 21, 25], рН розчинів встановлювали на рівні 7,5 одиниць, що є характерною величиною для води дніпровських водосховищ. Ступінь іонізації ГК та ФК також сильно залежить від рН розчину і збільшується із його зростанням, що призводить до збільшення концентрації негативно заряджених аніонів і може вплинути на параметри сорбційної рівноваги.

Після контакту твердої і рідкої фази розчини відфільтрували через мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм, у фільтраті визначали кількість ГР, що залишалась у фазі розчину, та його рН. За контроль правили чисті розчини ГР та наважки сорбенту, внесені у розчин NaCl. Кількісний вміст ГР визначали фотометрично [14]. Величину сорбції ($C_{\text{сорб}}$) розраховували за формулою: $C_{\text{сорб}} = (C - C_{\text{рівн}}) V/m$, де C і $C_{\text{рівн}}$ відповідно початкова і рівноважна концентрація ГР, мг/дм³, V – об'єм розчину, дм³, m – маса сорбенту, г.

Після закінчення сорбційного експерименту тверда фаза була кількісно перенесена у колби, додано розчин 0,1 моль/дм³ NaCl, встановлено рН рівним 7,5. Після 24 год. перемішування визначали кількість десорбованих ГР.

Результати досліджень та їх обговорення.

Сорбція ГК глинистими мінералами.

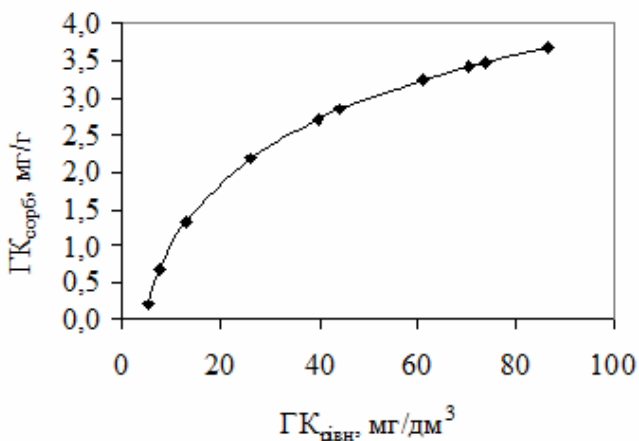


Рис. 1. Ізотерма сорбції ГК донними відкладами із водного розчину (рН=7,5)

Опис рівноваги взаємодії твердої і рідкої фаз зводиться до виведення рівняння ізотерми іонообмінної реакції та визначення констант міжфазового обміну.

Отримана нами ізотерма сорбції ГК глинистими мінералами, якими були донні відклади Кременчуцького водосховища, має параболічну L-форму з явно вираженою зоною насичення (рис. 1).

На початковій ділянці ізотерми сорбції (рис. 1) кількість сорбованих і розчинених форм ГК практично пропорційна. Отже при малих концентраціях ГК у розчині спостерігається кількісна сорбція, за абсолютними значеннями співвідношення сорбованих і розчинених форм становить 1 : 10.

Із збільшенням концентрацій ГК у розчині ізотерма сорбції прямує практично до насичення, а співвідношення сорбованих і розчинених форм зростає до 1:20. Зменшення адсорбції із зростанням концентрації речовини у

розчині може пояснюватися двома причинами. По-перше, поступовим зайняттям адсорбційних центрів на твердій поверхні, по-друге, зростанням взаємодії молекул розчиненої речовини між собою.

За даного діапазону концентрацій рівень сорбції ГК був близьким до максимального і становив 3,7 мг/г. Відповідно за рівня концентрації ГК у поверхневих водах їхня сорбція глинистими мінералами може досягати 0,05 мг/г.

Коефіцієнт розподілу ГК у досліджуваній системі змінювався у межах 0,04 – 0,1 $\text{дм}^3/\text{г}$ і залежав від кількісного співвідношення твердої і рідкої фаз. Найбільших значень він набував при співвідношенні зазначених показників 1 : 15 і поступово зменшувався при збільшенні співвідношення твердої і рідкої фаз. Між початковим вмістом ГК у розчині та величиною K_d спостерігалася обернена залежність. Отже, із збільшенням концентрації ГК їхня доступність до адсорбційних центрів глинистих мінералів зменшується.

Характер ізотерми адсорбції ГК свідчить, що у процесі сорбції утворюється мономолекулярний шар, тобто виконуються умови, закладені у теорію Ленгмюра. Такий тип сорбції характерний для речовин, які мають як гідрофільні, так і гідрофобні частини молекул, до яких відносяться ГР [9].

Константи сорбції визначали із застосуванням лінійних форм моделей Ленгмюра та Фрейндліха, а кількісні характеристики наведено у табл. 1.

Сорбція ФК глинистими мінералами. Експериментальну ізотерму сорбції ФК донними відкладами показано на рис. 2.

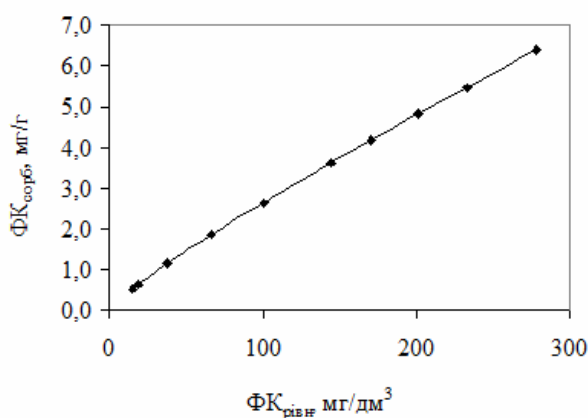


Рис. 2. Ізотерма сорбції ФК донними відкладами Кременчуцького водосховища із водного розчину (рН=7,5)

Для ФК також спостерігається збільшення їхньої сорбції із збільшенням концентрації у воді. Таким чином, в результаті зростання концентрації ФК внаслідок їхнього весняного змиву з поверхні водозбору, розчинені ФК можуть сорбуватися завислими формами глинистих мінералів.

Порівняно з ізотермою сорбції ГК, ізотерма сорбції ФК більш пропорційна, однак сорбційна здатність глинистих мінералів щодо ФК менша за такий же показник ГК.

Для концентрацій ФК до 100 мг/дм^3 співвідношення сорбованих і завислих форм становило у середньому 1 : 30, а із зростанням вмісту ФК збільшилось до 1:40. Тобто сорбційні центри на поверхні глинистих мінералів поступово займаються ФК і зі збільшенням їхньої концентрації ізотерма прямує до насичення.

За досліджуваного діапазону концентрацій максимальної сорбції досягнуто не було, проте отримані дані показали, що за рівня концентрації ФК у поверхневих водах їхня сорбція глинистими мінералами не перевищуватиме 2,7 мг/г.

Коефіцієнт розподілу (K_d) ФК у досліджуваній системі змінювався у межах 0,02 – 0,03 $\text{дм}^3/\text{г}$, що значно менше порівняно із ГК. Так же як і для ГК, величина K_d залежала від кількісного співвідношення твердої і рідкої фаз.

Найменших значень він набував при співвідношенні вказаних показників 1:40 і вище. Між початковим вмістом ФК у розчині та величиною K_d спостерігалася обернена залежність.

На підставі отриманих експериментальних даних обчислено лінійні рівняння ізотерм Ленгмюра та Фрейндліха, які наведено у табл. 1.

Сорбція ГК гідроксидами феруму. Результати експериментального визначення ізотерми сорбції ГК гідроксидами феруму наведено на рис. 3, з якого видно, що на рівні досліджуваних концентрацій ізотерма має лінійну форму.

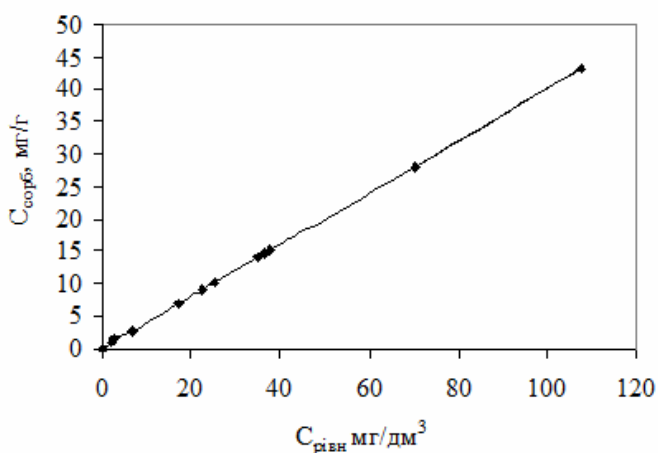


Рис. 3. Ізотерма сорбції ГК гідроксидами феруму із водного розчину ($\text{pH}=7,5$)

Зростання концентрацій розчинених форм ГК призводить до їхнього кількісного переходу до складу зависей, а кількість доступних місць на мінералі у процесі адсорбції залишається постійною.

За концентрації ГК у розчині 100 мг/дм^3 і більшої співвідношення сорбованих і розчинених форм становить $\geq 1:8$, а зі зниження вмісту розчинених ГК зазначене співвідношення звужується до 1:5.

За досліджуваного діапазону концентрації найбільший показник сорбції сягав 15,1 мг/г , однак, максимальної величини сорбції досягнуто не було.

Експериментальні дані дозволили обчислити рівняння адсорбції за моделями Ленгмюра і Фрейндліха (табл. 1).

За величини концентрації ГК у природних водах їхня сорбція гідроксидами феруму може досягати 1 мг/г .

Сорбція ФК гідроксидами феруму. Ізотерма адсорбції ФК гідроксидами феруму має типовий L-вигляд. На ділянці малих значень концентрації спостерігається пропорційна сорбція, а з їхнім збільшенням ізотерма виходить на плато (рис. 4).

За вмісту ФК 200 і більше мг/дм^3 співвідношення між сорбованими і розчиненими формами ФК становить 1 : 10, а при зменшенні концентрації ФК звужується до 1:5 – 1:4.

У досліджуваному діапазоні концентрацій максимальна сорбційна здатність тонкодисперсних гідроксидів феруму досягла близько 30 мг/г . За величини концентрації ФК у природних водах вона становитиме близько 19 мг/г .

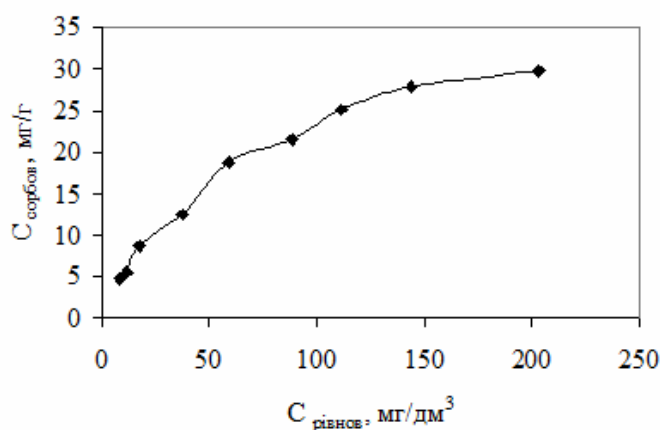


Рис. 4. Ізотерма сорбції ФК гідрооксидами феруму із водного розчину (рН=7,5)

Коефіцієнт розподілу між сорбованою і розчиненою формою ФК за вивчених умов змінюється у межах $K_d = 0,15\text{--}0,58$, набуваючи максимальних значень за мінімального вмісту ФК.

Між початковим вмістом ФК у розчині та величиною K_d спостерігається обернена залежність.

Результати визначення констант рівнянь Ленгмюра і Фрейндліха наведено у табл.

Таблиця. Константи рівнянь Ленгмюра і Фрейндліха стосовно сорбції гумусових речовин глинистими мінералами та гідрооксидами феруму

	Модель Ленгмюра			
	Донні відклади		Гідрооксиди феруму	
	b	K_L	b	K_L
ГК	0,0003	510,8	0,001	439,2
ФК	0,029	1,051	0,049	12,76
	Модель Фрейндліха			
	Донні відклади		Гідрооксиди феруму	
	K_F	N	K_F	N
ГК	0,028	0,8792	0,109	0,9369
ФК	0,020	0,8585	0,096	0,5887

Характер отриманих ізотерм для сорбції ГР як глинистими мінералами, так і гідрооксидами феруму свідчить, що адсорбція відбувається за типом Ленгмюра.

Гідрооксиди феруму порівняно з глинистими мінералами виявляють значно більшу здатність до сорбції ГР за обома теоретичними моделями. За моделлю Ленгмюра коефіцієнт максимальної адсорбції b для гідроксидів феруму перевищує аналогічний показник для донних відкладів для ГК у 3 рази, а для ФК – більше, ніж у 1,7 разів. Величина коефіцієнта Фрейндліха (K_F), що є кількісною мірою спорідненості сорбованого іону до поверхні сорбента, набуває для гідроксидів феруму у 4 рази більших значень порівняно з глинистими мінералами. Це також слугує підтвердженням більшої спорідненості ГР до $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Встановлено також високу спорідненість гідрофобної фракції ГР до аморфного $\text{Al}(\text{OH})_3$ та гетиту [22].

Причина різної сорбційної здатності досліджуваних типів сорбентів стосовно ГР полягає у самій природі сорбційної активності.

ГР за рН поверхневих вод набувають негативного заряду (їх ξ -потенціал варіює у межах $-26\text{--}-15$ мВ) внаслідок дисоціації карбоксильних і часткової дисоціації гідроксильних груп. Адсорбція іонів, як відомо, за відсутності значної взаємодії з поверхнею твердого тіла визначається їхнім зарядом [1].

Власне глинисті мінерали не здатні до сорбції аніонів на негативно заряджених планарних силосанових поверхнях. Проте розрив хімічних зв'язків в тетраедричних і октаедричних ланцюгах кристалів глинистих мінералів призводить до появи на бічних гранях гідроксильних груп, водень яких, за певних умов, може вступати у реакцію аніонного обміну [19, 20].

Максимальну здатність до утворення позитивного заряду мають мінерали групи каолініту, оскільки гідроксильні групи на сколах цих мінералів знаходяться у вершинах октаедрів, а число октаедричних сіток на одну сітку тетраедра у каолініті удвічі більше порівняно з трьохшаровими силікатами. Високу здатність до утворення позитивного заряду мають також і хлорити.

Крім того, у реакціях аніонного обміну можуть брати участь гідроксильні групи на поверхні глинистих мінералів. На бічних гранях і сколах глинистих мінералів також міститься значна кількість координаційно ненасичених катіонів Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , з якими активно взаємодіють ГР [20].

Важливим чинником у аніонному обміні слугує геометрія аніону по відношенню до геометрії структурних комірок глинистих мінералів, що дозволяє аніонам прилаштовуватись до країв частинок.

У роботі [8] показано, що адсорбція органічних аніонів відбувається на позитивно заряджених ділянках поверхні глинистих мінералів, представлених в основному алюмо-кисневими шарами. Дослідження сорбції ФК глинистими мінералами рентгенівським, колориметричним та термографічним методами дозволило встановити, що ФК сорбуються у відносно невеликій кількості і лише на зовнішній поверхні глинистих частинок [7]. Через великий розмір молекули та сферичну будову ГР не здатні проникати у міжпакетний простір глинистих мінералів і фіксуються на поверхні шляхом адгезії.

За рівних умов, аніонообмінна здатність глинистих мінералів значно менша порівняно з їхньою здатністю до обміну катіонами. Так, для ілліту ця величина складає 2,3 раза, а для монтморилоніту – 6,7 разів [3]. Цей факт і пояснює незначну сорбцію ГР глинистими мінералами. Про невисоку адсорбційну здатність аніонів глинистими мінералами свідчать також роботи інших авторів [10, 12, 23, 25]. Молекули ГР займають не всю поверхню глинистих мінералів, а розташовуються мозаїчно на найбільш активних місцях [13].

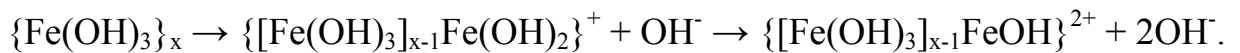
Полідисперсність ГР призводить до того, що у процесі сорбції на поверхні глинистих мінералів вони зазнають структурних змін. Дослідження твердої і рідкої фаз ГК методом ^{13}C ядерного магнітного резонансу (ЯМР) вперше показали, що ГК нерівномірно розподіляються під час адсорбції. Аліфатичні фракції адсорбуються переважно глинистими мінералами, в той час як ароматичні фракції залишаються у розчині. Результати, отримані ЯМР, було підтверджено вимірюванням показника (E_4 / E_6) [24].

На сорбцію ГР значний вплив чинять обмінні катіони. Найбільшу кількість ГР сорбують мінерали, насичені Fe^{3+} , Al^{3+} , далі йдуть мінерали, насичені Ca^{2+} та H^+ . Найбільшу кількість ГР глинисті мінерали сорбують у

кислому середовищі, коли зменшується негативний заряд молекули. Це знижує їхнє взаємне відштовхування з негативно зарядженими глинистими мінералами, а на сколах цих мінералів виникають позитивні заряди [13]. Найбільший вплив реакції середовища виявляється в концентрованих розчинах ГР, коли до електростатичної взаємодії додається утворення асоціатів.

Сорбційна здатність до аніонів у гідроксидів Fe, Al, Mn пов'язана з наявністю на поверхні їхніх частинок структурних гідроксильних груп, які разом з металом або киснем формують кристалічну ґратку. У оксидів цих же металів на поверхню виходять структурні кисні, які у водному середовищі частково протоновані і перетворені у OH^- групи. Щільність поверхневих гідроксильних груп у гетиту ($\alpha\text{-FeOOH}$) становить 2,6–16,8 / nm^2 . У ферригідриту (Fe_2O_3) та гіббситу $\text{Al}(\text{OH})_3$ – відповідно 5–22/ nm^2 та 2–12 / nm^2 .

Схематично взаємодію колоїдних частинок оксидів феруму та алюмінію у слабкокислих розчинах можна описати рівнянням, з якого видно, що колоїдні частинки набувають позитивного заряду [18]:



Особливістю заряду, спричиненого наявністю гідроксильних груп, є його залежність від величини рН поверхні. В кислому середовищі поверхня оксидів і гідроксидів протонована, внаслідок чого набуває позитивного заряду, а в лужному, навпаки, поверхня депротонована і заряджена негативно. В зв'язку із сказаним для досліджуваних мінералів важливим показником є точка нульового заряду – значення рН, за якого загальний заряд дорівнює 0 ($\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$). Для таких широко розповсюджених гідроксидів і оксидів як гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), гіббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$ та гетит ($\alpha\text{-FeOOH}$) $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ змінюється у межах 8,5–9,0, що свідчить про їхню здатність до поглинання аніонів у всьому діапазоні рН поверхневих вод. В умовах, коли pH поверхневих вод $> \text{pK}_a$, і карбоксильні групи ГР набувають негативного заряду, а поверхневі гідроксильні групи мінералів оксидів і гідроксидів феруму та алюмінію мають позитивний заряд ($\text{pH} < \text{pH}_{\text{ТНЗ}}$), утворюються міцні внутрісферні комплекси за участю карбоксильних груп: $\text{R-COOO}^-_{(\text{aq})} + [\equiv\text{S-OH}] (\text{s}) \leftrightarrow [\equiv\text{SOOC-R}] (\text{s}) + \text{OH}^-$. Як видно з наведеної реакції, вони відбуваються шляхом лігандного обміну, в результаті чого з поверхні адсорбенту витискується гідроксильна група, що призводить до підвищення рН навколишнього середовища. Це явище спостерігалось нами у процесі проведення експериментальних робіт. Якщо на початку дослідження показник рН контактуючого розчину встановлювався на рівні 7,5 одиниць, то в кінці експозиції його величина збільшилась до 7,9–8,3 одиниць. Чим більшою була концентрація ГР на початку дослідження, тобто чим більше функціональних груп прореагувало з твердою фазою, тим більшою була величина рН в кінці експозиції.

Отже, при дотриманні умови $2,7\text{--}3,4 > \text{pH} < 8,5$ оксиди і гідроксиди феруму і алюмінію можуть активно сорбувати ГР.

Численні експериментальні дослідження показують, що адсорбція аніонів зменшується із збільшенням рН середовища [2, 6, 25]. Це пояснюється збільшенням негативного заряду на залежних від рН сорбційних центрах внаслідок лігандного обміну.

Таким чином, серед мінеральних зависей поверхневих вод, мінерали оксидів і гідроксидів металів виявляють найбільшу здатність до сорбції ГР. При значеннях $\text{pH} < \text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ поверхня цих мінералів має позитивний заряд внаслідок додаткового протонування гідроксильних груп, що сприяє електростатичному притягання аніонів. До такого ж висновку дійшли [13] при дослідженні сорбції ГР мінеральними компонентами ґрунтів.

В результаті проведених нами експериментальних робіт встановлено, що сорбція ГР на поверхні гідроксидів феруму не є незворотною, а між твердою фазою і розчином встановлюється динамічна рівновага. Десорбція ГР не є кількісною і залежить від концентрації початкового розчину ГР. Як для ГК, так і для ФК десорбція відзначалася лише за їхньої початкової концентрації $> 100 \text{ мг/дм}^3$ і зростала із збільшенням початкової концентрації. За рівних початкових умов відносна десорбція ГК була меншою порівняно з ФК.

Ізотерму десорбції ФК наведено на рис. 5.

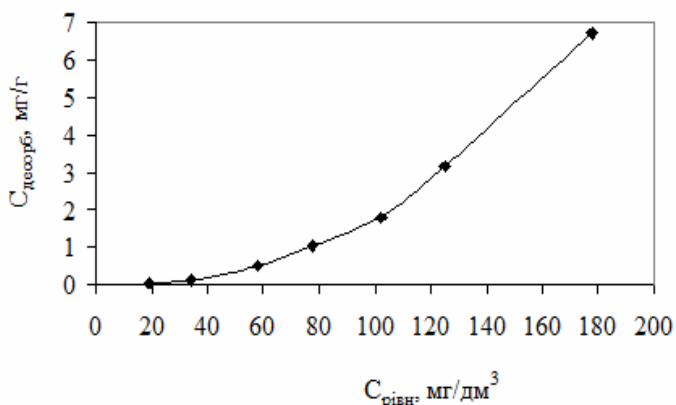


Рис. 5. Ізотерма десорбції ФК з поверхні гідроксиду феруму

Припустили, що частина аніонів сорбується шляхом хемосорбції, про що говорять високі значення константи K_L у рівнянні Ленгмюра [1], а частина – внаслідок електростатичного притягання.

Таку взаємодію можна пояснити, виходячи з теорії подвійного електричного шару (ПЕШ). На межі розділу твердої фази і розчину утворюється електричний потенціал і формується ПЕШ.

Гідроксидні іони, що продисоціювали, утворюють на поверхні колоїдної частинки внутрішню частину подвійного електричного шару і при взаємодії з аніоном вступають з ним в іонний обмін. В результаті такого обміну аніони витискають гідроксидні іони і утворюють зовнішню частину подвійного шару колоїдних часток. В той же час, не всі валентності аніонів беруть участь у заміщенні OH^- . Ці вільні валентності надають негативного заряду внутрішньому адсорбційному шару, завдяки чому катіони розчинів солей, які взаємодіють з гідроксидами феруму та алюмінію, адсорбуються як протиіони і складають зовнішню частину подвійного електричного шару. Тобто аніони сорбуються переважно на поверхні колоїдних частинок з утворенням потенціалвизначального аніонного шару. І лише незначна частка зв'язується хімічними силами в стехіометричному співвідношенні. Тобто, аніони, що сорбувалися по типу потенціалвизначальних аніонів, мають

більшу рухливість, чим ті, що сорбувалися хімічно. Їхня концентрація у межах дифузного шару поступово зменшується при просування від поверхні частинки до навколишнього розчину.

Результати проведених нами експериментальних робіт свідчать про те, що ГК значно активніше сорбуються мінеральними компонентами зависей порівняно з ФК. Константи Фрейндліха (K_F) для перших перевищують значення аналогічних параметрів для ФК. Це пояснюється тим, що адсорбція високомолекулярних ГК термодинамічно більш вигідна. У роботах Marfi та McKnight показано [цит. за 25], що сорбція ГР на мінералах пропорційна концентрації $C_{\text{орг}}$ і обернено пропорційна співвідношенню O/C .

Крім того, на кількісні параметри адсорбції впливає енергія взаємодії молекул розчиненої речовини з молекулами розчинника, тобто енергія гідратації, що у загальному вигляді проявляється у розчинності речовин у воді. Як показано у [1], між ступенем адсорбції і розчинністю існує таке співвідношення: чим менше розчинна речовина, тим більше вона схильна до адсорбції. З утворенням у розчині асоціатів речовин крутизна ізотерми їх адсорбції різко зростає [5].

В ході кінетичних експериментів встановлено, що молекули ФК сорбуються першими, а з часом вони заміщуються більш крупними молекулами ГК [11].

Зростання іонної сили призводить до збільшення адсорбції ГР на завислих частинках. При контакті двох різних фаз утворюється подвійний електричний шар, товщина якого за наявності розчинених іонів може сильно стискатися. Це спричиняє електростатичну взаємодію між мінеральними частинкам і молекулами ГР і викликає збільшення адсорбції [10, 25]. При внесенні у дисперсне середовище ГК електроліту іони ГР будуть утримуватись з різною силою. Адсорбція іонів, що утворюють нерозчинні гумінові сполуки, (при обміні первинних іонів на H^+ карбоксильних груп ГР), буде вищою, чим іонів, здатних формувати розчинні солі ГК [21].

У роботі [25] шляхом термодинамічних експериментів показано ендотермічний тип перебігу реакції хемосорбції, внаслідок чого вона потребує енергії активації. Таким чином, збільшення температури буде сприяти зростанню кількості сорбованих ГР. Фізична адсорбція, навпаки, є екзотермічним процесом і, відповідно, зменшується із зменшенням температури.

Під час сорбції аніонів проявляється їх конкуренція за сорбційні центри. Karlton [цит. за 21] показав, що при значеннях $pH < 7$ органічні аніони гумусової природи знижують адсорбцію сульфатів у декілька разів.

Висновки. Адсорбція ГР залежить від мінерального складу твердої фази. Найбільшою ємністю щодо ГР характеризуються оксиди і гідроксиди Fe, Al, Mn. За концентрації у природних поверхневих водах сорбція гідроксидами ГК може досягати 1–2 мг/г, ФК – до 20 мг/г. Сорбція глинистими мінералами, що утворюють донні відклади, значно менша і за концентрації природних водах становить для ГК – 0,05 мг/дм³, для ФК – 0,57 мг/дм³.

За невисоких значень концентрації ГР їхня сорбція відбувається практично прямолінійно залежно від концентрації. Із збільшенням концентрацій ГР ця залежність змінюється. Характер сорбційних ізотерм свідчить про перебіг процесу сорбції за типом Ленгмюра.

Ізотерма сорбції ГК має більшу крутизну порівняно з ФК.

Ізотерми сорбції ГР на глинистих мінералах і гідроксидах феруму були оброблені моделями Ленгмюра і Фрейндліха. Встановлено кількісні параметри констант зазначених рівнянь, що дозволяє розраховувати міжфазову рівновагу ГР у системі «вода – зависі».

Сорбція ГР на гідроксидах феруму характеризується динамічною рівновагою між розчиненими і сорбованими формами. Як для ГК, так і для ФК десорбція проявлялась лише за їхньої початкової концентрації, що перевищувала 100 мг/дм³ і зростала із збільшенням цієї концентрації. За однакових початкових умов відносна десорбція ГК була меншою, ніж ФК. За вмісту ФК у розчині > 300 мг/дм³ десорбується майже 25% попередньо адсорбованих ФК. Із зменшенням початкової концентрації ступінь десорбції зменшується. За величини концентрації ГР, що характерні для природних вод, десорбція ГК та ФК з поверхні гідроксидів феруму не спостерігається. Це свідчить про домінування процесу самоочищення поверхневих вод від ГР та зв'язаних з ними токсикантів.

Список літератури.

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М. : Мир, 1979. – 568с.
2. Васильчук Т. О. Сорбція гумусових речовин монтморилонітом та донними відкладами / Т.О. Васильчук, Т.В. Євтух // Наукові записки Тернопільського нац. пед. університету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія. – 2005. – 3 (26). – С. 59–62.
3. Грим Р. Э. Минералогия и практическое использование глин / Р.Э. Грим. – М. : Мир, 1967. – 512 с.
4. Драйвер Дж. Геохимия природных вод / Дж.Драйвер. – М. : Мир, 1985. – 440 с.
5. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод / А.М. Когановский. – К. : Наук. думка, 1983. – 238 с.
6. Когановский А.М. Влияние электролитов на мицеллообразование гуминовых и апокреновых кислот и на адсорбцию их из водных растворов / А.М.Когановский // Коллоид. журнал. – 1962. – Т.24. – 1. – С.34–40.
7. Косоруков А. А. Физико-химические исследования сорбционных комплексов глинистый минерал – фульвокислоты / А.А. Косоруков, Л.Г. Надел, Б.Ю. Корнилович // Химия и технология воды. – 2000. – Т. 22. – № 6. – С. 606–615.
8. Курочкина Г.Н. Адсорбция полиэлектролитов на синтетических алюмосиликатах заданного состава / Г.Н. Курочкина, Д.Л. Пинский // ЖФХ. – 2002. – Т.76, №6. – С. 1113–1118.
9. Лактионов Н.И. Коллоидно-химические исследования гумуса почв как полидисперсной системы / Н.И.Лактионов // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – К. : Госизд. сельхоз. литературы. – 1962. – Ч.П. – С.189–205.
10. Линник П.Н. Адсорбция тяжелых металлов донными отложениями в присутствии гумусовых веществ / П.Н. Линник, А.В. Зубко, И.Б. Зубенко [и др.] // Гидробиологический журнал. – 2005. – Т. 41, №3. – С. 104–119.
11. Линник П. Н. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем (обзор) / П.Н. Линник, Т.А. Васильчук, Р.П. Линник // Гидробиологический журнал. – 2004. – Т. 40, №1. – С. 81–107.
12. Лиштван И.И. Физико-химическая механика гуминовых веществ / И.И. Лиштван, Н.Н. Круглицкий, В.Ю. Третинник. – Минск : Наука и техника, 1976. – 263 с.
13. Минкин М.Б. Актуальные вопросы физической и коллоидной химии почв / Минкин М.Б., Горбунов Н.И., Садименко П.А. – Ростов-на-Дону : Изд. Ростовского университета, 1982. – 278 с.
14. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія поверхневих вод / Б.Й. Набиванець, В.І. Осадчий,

Н.М. Осадча, Ю.Б.Набиванець. – К. : Наукова думка, 2007. – 455 с. **15.** Орлов Д.С. Химия почв. / Д.С. Орлов - М. : изд. МГУ, 1992. – 400 с. **16.** Осадчая Н. Н. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ / Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Труды УкрНИИГМИ. – 1999. – Вып. 247. – С.189–201. **17.** Осадчая Н.Н. К вопросу о загрязнении вод Днепровского каскада органическими веществами / Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. – №5. Спец. выпуск. – С. 250–253. **18.** Спозито Г. Термодинамика почвенных растворов / Г. Спозито. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 239 с. **19.** Тарасевич Ю. И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко. - К. : Наук. думка, 1975. – 352 с. **20.** Тарасевич Ю.И. Механизм взаимодействия гуминовых кислот со слоистыми силикатами и коагулянтами /Ю.И. Тарасевич // Химия и технология воды. – 1980. – №2. – С. 297–303. **21.** Трофимов С.Я. Жидкая фаза почв /С.Я.Трофимов, Е.И. Караванова. – М. : Изд. МГУ, 2009. – 73 с. **22.** Kaiser K. Competitive sorption of dissolved organic matter fractions to soils and related mineral phases / K.Kaiser, W.Zech // Journal of Soil Science Society of America, 1997. – V. 61, № 1.– P. 64–69. **23.** Tipping E. Adsorption by goethite (α -FeOOH) of humic substances from three different lakes / E.Tipping // Chem.geol. – 1981. – 33? #1-2. – P.81–89. **24.** Wang K. Structural and Sorption Characteristics of Adsorbed Humic Acid on Clay Minerals / K.Wang, B.Xing //Journal of Environmental Quality. – 2005. – V.34. – P.342–349. **25.** Zhou Jun L. The formation of humic coatings on mineral particles under simulated estuarine conditions – a mechanistic study / Zhou Jun L., Rowland S., Fauzi R., Mantoura C. and Braven J. // Water research. –1994. – V.28, No.3. – P. 571–579.

Сорбція гумусових кислот завислими речовинами поверхневих вод

Осадча Н.М., Чернишова Л.О.

В умовах експерименту вивчено сорбцію гумінових та фульвокислот тонкодисперсними частинками глинистих мінералів та гідроксидів феруму. Встановлено, що останні характеризуються найбільшою ємністю щодо гумусових речовин. Ізотерми сорбції гумінових і фульвокислот були оброблені моделями Ленгмюра та Фрейндліха, визначено константи відповідних рівнянь. Характер сорбційних ізотерм свідчить про перебіг процесу сорбції за типом Ленгмюра.

Ізотерма сорбції гумінових кислот має більшу крутизну порівняно з фульвокислотами.

Ключові слова: гумінові кислоти, фульвокислоти, зависі, сорбція, поверхневі води.

Сорбция гумусовых кислот взвешенными веществами поверхностных вод

Осадчая Н.Н., Чернышова Л.А.

В условиях эксперимента изучено сорбцию гуминовых и фульвокислот тонкодисперсными частицами глинистых минералов и гидроксидами ферума. Установлено, что последние характеризуются наибольшей емкостью в отношении гумусовых веществ. Изотермы сорбции гуминовых и фульвокислот были обработаны моделями Ленгмюра и Фрейндлиха, определены константы соответствующих уравнений. Характер сорбционных изотерм свидетельствует о протекании процесса сорбции по типу Ленгмюра.

Изотерма сорбции гуминовых кислот имеет большую крутизну по сравнению с фульвокислотами.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, фульвокислоты, взвеси, сорбция, поверхностные воды.

Humic substances sorption by suspended matters of surface waters

Osadcha N.N., Chernyshova L.A.

Sorption of humic and fulvic acids by a fine particles of clay minerals and hydrate of iron was studied in the conditions of experiment. Hydrate of iron, how has been established, are characterised by the greatest capacity concerning humic substances. Sorption isotherms of humic and fulvic acids have been processed by Langmuir and Freundlich models, constants of

corresponding equations are defined. Type of sorption isotherms indicates the sorption progress as Langmuir type.

The humic acids sorption isotherm has the bigger steepness in comparison with fulvic acids.

Key words: humic acids, fulvic acids, suspended matter, sorption, surface waters.

Надійшла до редколегії 10.11.10

УДК 556.53:556.114.6/.7(477.45+477.63+477.72/.73)

Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ ІНГУЛЬЦЯ

Ключові слова: гідроекологічний стан; промивка русла; водний режим; гідрохімічний режим; якість води

Стан проблеми. Інтенсивне техногенне навантаження геологічного середовища на поверхневі води басейну р. Інгулець та дефіцит водних ресурсів суттєво загострили екологічну ситуацію в регіоні, поставили цілу низку проблем, пов'язаних з питанням впливу скидів у річкову мережу господарсько-побутових, промислових та інших забруднених стічних вод на всю гідроекосистему. Значні надлишки високомінералізованих шахтних та кар'єрних вод, які акумулюються в ставках-накопичувачах та хвостосховищах, можуть призводити до аварійних ситуацій, що вимагає проведення їх періодичних скидів до річок Інгулець та Саксагань.

Проведення регламентних скидів високомінералізованих промислових стічних вод викликає цілу низку проблем та необхідність в розробці науково-обґрунтованих заходів щодо поліпшення гідроекологічної ситуації в басейні р. Інгулець.

Метою даної роботи є визначення особливостей гідроекологічного стану басейну р. Інгулець в сучасних умовах.

Матеріали та методика досліджень. Відповідно до поставленої мети були сформульовані та вирішувалися наступні завдання:

- охарактеризувати основні чинники, що впливають на формування екологічного стану гідроекосистеми басейну Інгульця;
- дослідити особливості господарської діяльності;
- визначити основні аспекти гідрохімічного режиму;
- здійснити екологічну оцінку якості поверхневих вод.

Вихідними даними для вивчення гідроекологічного стану поверхневих вод басейну Інгульця є дані багаторічних спостережень за якістю поверхневих вод на мережі Держгідрометслужби України (1998-2006 рр.),

результати моніторингових досліджень Інституту геологічних наук НАН України (1998-2008 рр.) та Дніпровського БУВРУ.

Результати досліджень та їх обговорення. Річка Інгулець є правою притокою, яка впадає на найнижчої ділянці Дніпра. Довжина її становить близько 549 км, площа водозбору – 14870 км² [10]. Річкова мережа басейну складається з р. Інгулець, 43 річок довжиною понад 10 км, 142 річок меншої довжини, а також значної кількості балок.

Річковий стік Інгульця зарегульований на 80% існуючими водосховищами, найбільші з яких – Олександрійське, Іскрівське та Карачунівське. Крім того, у басейні є значна кількість невеликих водоймищ і ставків.

Особливості формування хімічного складу води Інгульця та його приток визначаються, у першу чергу, регіональними відмінностями природних умов території. Згідно фізико-географічного районування [9] басейн р. Інгулець розташований у двох геоморфологічних районах: північна його частина лежить у межах Придніпровської (або Правобережної) височини, південна – на території Причорноморської низовини, де гідрохімічний режим формується в умовах недостатньої вологості.

Для поверхневих і підземних вод усього басейну характерною є висока мінералізація, обумовлена засоленістю лісів і червоно-бурих глин, що складають поверхню. Хімічний склад річкових вод визначається значним впливом морських третинних відкладів, збагачених солями NaCl і CaSO₄, які становлять значну частину території басейну і дренуються водотоками [8].

Згідно класифікації О.О. Алекіна за ступенем мінералізації та відповідно до «Схематичної карти районування малих річок УССР за ступенем мінералізації» поверхневі води верхів'я басейну р. Інгулець відносяться до третього району (води з підвищеною мінералізацією – 500-1000 мг/дм³), решта території – до четвертого району (високомінералізовані води - більше 1000 мг/дм³).

У геологічній будові центральної частини басейну переважають залізорудні формації криворізької серії нижнього протерозою. Це територія одного з найбільших у світі родовищ – Криворізького залізорудного басейну [1]. Тому природний вміст у воді р. Інгулець у районі м. Кривий Ріг заліза, кадмію, інших металів значно вище, ніж у річках, які протікають територіями, де відсутні поклади залізних руд [4].

Господарська діяльність та гідрохімічний режим. Вплив господарської діяльності на водні ресурси проявляється, в першу чергу, у зміні гідролого-гідрохімічного режиму та якості поверхневих і підземних вод басейну р. Інгулець.

Майже по всій довжині річка перебуває під сильним техногенним впливом. У межах території досліджень функціонує два потужних промислових центри України: у північній частині – Дніпровський буровугільний басейн (район м. Олександрія), у центральній – Криворізький залізорудний басейн.

Значний вплив на формування хімічного складу верхньої течії р. Інгулець здійснюють господарсько-побутові стічні води великих міст (м. Олександрія, м. Жовті Води, м. Знам'янка) і невеликих населених пунктів [1]. Речовини, які надходять по р. Інгулець із Кіровоградської області (органічні сполуки, метали, феноли і нафтопродукти), забруднюють воду і донні відклади в Карачунівському водосховищі та частково транспортуються в нижні ділянки річки [1, 5]. Середня мінералізація води у верхів'ї басейну поступово підвищується і в межах Карачунівського водосховища досягає 1500 мг/дм^3 , завислі речовини – до 32 мг/дм^3 , СПАР – до $0,08 \text{ мг/дм}^3$, нафтопродукти – до $0,1 \text{ мг/дм}^3$ [6].

Нижче Карачунівського водосховища річка протікає по території Криворізького залізорудного басейну. Провідна роль у цьому районі належить підприємствам чорної металургії, машинобудування й металообробки, електроенергетики та паливної промисловості [3].

При розробці залізорудних родовищ Кривбасу із шахт і кар'єрів відкачується понад $50 \text{ млн.м}^3/\text{рік}$ високомінералізованих вод (середня мінералізація коливається в межах $12\text{-}13 \text{ г/дм}^3$, а іноді досягає $30\text{-}40 \text{ г/дм}^3$) [1, 5]. До 60-х років промислові стічні води підприємств скидали безпосередньо в поверхневі води. Сьогодні частина цих відходів транспортується в спеціальні відстійники (хвостосховища). Близько 30 млн.м^3 води використовується в оборотному водопостачанні гірничо-збагачувальних комбінатів, а $21\text{-}22 \text{ млн.м}^3$ щорічно у міжвегетаційний період скидають в рр. Інгулець та Саксагань [3]. Крім безпосередніх скидів із хвостосховищ у річки потрапляють фільтраційні води загальним обсягом близько $20,1 \text{ млн.м}^3/\text{рік}$ [5].

У цілому, у басейні річки стічні води скидають близько 60 водокористувачів загальним обсягом близько 230 млн.м^3 на рік. Найбільший обсяг стічних вод скидають Криворізьке виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства ($121,4 \text{ млн.м}^3$), комбінат ВАТ «Арселорміттал Кривий Ріг» (колишній «Криворіжсталь») ($61,8 \text{ млн.м}^3$), «Північний», «Південний», «Інгулецький» гірничо-збагачувальні комбінати (відповідно 14 , $6,6$ і $5,8 \text{ млн.м}^3$), шахти «Батьківщина» ($2,1 \text{ млн.м}^3$), «Жовтнева» ($0,8 \text{ млн.м}^3$) та «Гігант» ($1,6 \text{ млн.м}^3$) [1].

В сучасний період скиди шахтних вод Кривбасу здійснюються згідно «Регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу», який оснований на розрахунку розбавлення стічних вод з водою річок Інгулець та Саксагань з врахуванням процесів самоочищення.

Природна відновлювальна здатність річкової екосистеми давно вичерпана. Тому навіть на 80 км нижче скидів високомінералізованих вод мінералізація річкової води не знижується і становить $2,0\text{-}2,5 \text{ г/дм}^3$.

У результаті скидання хлоридно-натрієвих шахтних вод під погрозою виявилось водопостачання м. Миколаєва і зрошення значних земельних площ півдня України.

Як показали дослідження, господарська діяльність впливає на формування несприятливого кисневого режиму поверхневих вод басейну

р. Інгулець. Ступінь кисневого насичення не перевищує в середньому 80–85 % [4]. В межах Кривбасу спостерігається помітне зменшення концентрації кисню, що пов'язане з його витрачанням на окиснення речовин. Про це свідчить тісний кореляційний зв'язок ($r = -0,7$) O_2 з вмістом у воді окремих мікроелементів (рис. 1).

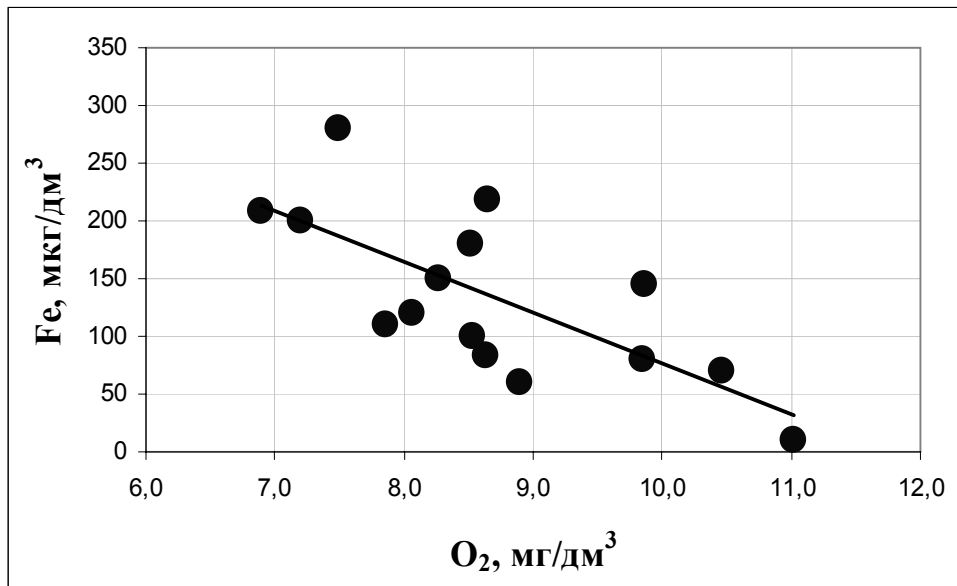


Рис. 1. Залежність вмісту розчиненого кисню (O_2 , мг/дм³) у воді р. Інгулець від концентрації заліза (Fe, мг/дм³)

Крім того, в межах впливу підприємств Кривбасу впродовж року спостерігаються значні концентрації біогенних елементів та специфічних речовин токсичної дії (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Середні багаторічні концентрації біогенних речовин у поверхневих водах басейну р. Інгулець (1989-2006 рр.)

Період	$N-NH_4^+$ мгN/дм³	$N-NO_2^-$ мгN/дм³	$N-NO_3$ мгN/дм³	P_{min} мгP/дм³
Карачунівське водосховище	0,642	0,036	0,673	0,088
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км нижче міста	1,044	0,103	0,861	0,166
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км нижче села (гирло)	0,359	0,040	0,226	0,145
р. Саксагань – м. Кривий Ріг, в межах міста	0,957	0,095	0,840	0,172

Таблиця 2. Середні багаторічні концентрації специфічних забруднювальних речовин у поверхневих водах басейну р. Інгулець (1989-2006 рр.)

Період	СПАР мкг/дм³	Феноли мкг/дм³	Нафто- продукти мкг/дм³
Карачунівське водосховище	-	3	140
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км нижче міста	-	5,0	181
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км нижче села (гирло)	-	1,0	12
р. Саксагань – м. Кривий Ріг, в межах міста	-	5,7	205

Для поліпшення гідроекологічного стану поверхневих вод передбачена додаткова подача менш мінералізованої дніпровської води (середня мінералізація близько 290 мг/дм^3) загальним обсягом 20-60 млн.м³ по каналах Дніпро-Інгулець (з 1989 р.) та Дніпр-Кривий Ріг (з 1957 р.) [1, 8]. Як показують дослідження, стан Карачунівського водосховища на пряму залежить від кількості води, що подається по каналу Дніпро-Інгулець (рис. 2).

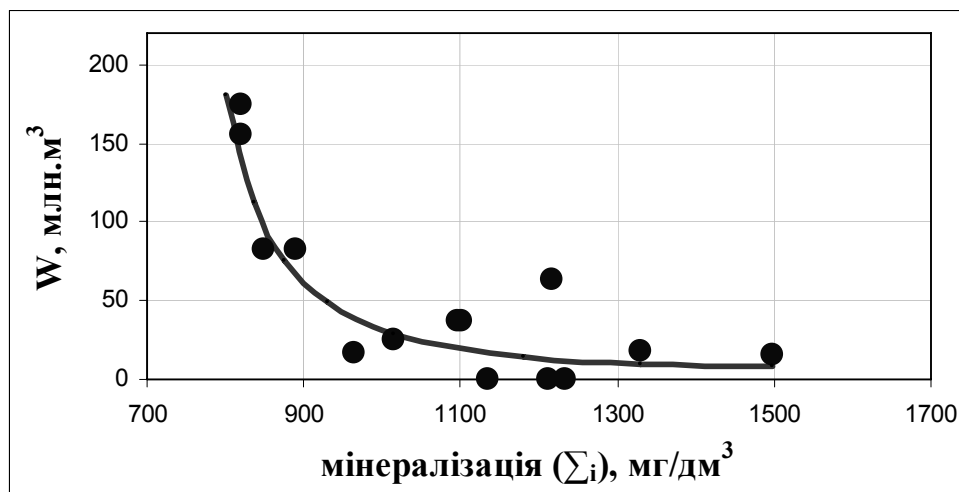


Рис. 2. Графік залежності мінералізації води Карачунівського водосховища (Σ_i , мг/дм³) від об'єму подачі води по каналу Дніпро-Інгулець (W , млн.м³)

У пониззі Інгульця вплив дніпровських вод на формування хімічного складу води пов'язаний з роботою Інгулецької зрошувальної системи (з 1951 р.) [10]. Під час роботи головної насосної станції (травень-вересень), коли по штучно поглибленому руслу дніпровська вода антирікою піднімається вгору по руслу Інгульця на 80 км, на даній ділянці мінералізація становить лише $0,25-0,4 \text{ г/дм}^3$ [8]. У січні-лютому під час скидів промислових стічних вод підприємств Кривбасу мінералізація збільшується до $3,5 \text{ г/дм}^3$.

Екологічна оцінка якості. Таким чином, сучасний стан якості поверхневих вод басейну р. Інгулець за багатьма гідрохімічними показниками не відповідає вимогам, що ставляться до водойм рибогосподарського призначення.

Як показали отримані результати, за критерієм мінералізації досліджені води належать до солонуватих β -мезогалинних вод, окрім нижньої ділянки, де вода характеризується як прісна гіпогалинна.

В період скидів високомінералізованих стічних вод Кривбасу екологічний стан поверхневих вод і за ступенем чистоти характеризується як слабо забруднені та брудні (табл.3).

Найбільшим внеском в інтегральну величину I_E характеризувалися в межах Криворізького ТВК показники сольового складу, на решті території трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) показники.

На території, де техногенний вплив на водні ресурси найменший (Карачунівське водосховище), відповідно і якість води характеризується добрими показниками.

Таблиця 3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну р. Інгулець за середніми багаторічними (чисельник) та найгіршими (знаменник) значеннями, 1998-2007 рр.

Гідрохімічний створ	Блокові індекси			Об'єднана оцінка			Екологічна класифікація за ступенем чистоти
	I ₁	I ₂	I ₃	I _Е	клас якості води	субкатегорія	
Карачунівське водосховище	1,0	4,3	3,9	3,1	II	3	досить чисті
	2,3	5,9	5,3	4,5	III	4(5)	слабко забруднені
р. Інгулець – м. Кривий Ріг, 7 км. нижче міста	1,3	4,5	4,3	3,4	II	3(4)	досить чисті
	7,0	6,2	6,3	6,5	IV	6(7)	брудні
р. Інгулець – с. Садове, 1,2 км. нижче села	1,7	3,6	2,7	2,7	II	2-3	досить чисті
	4,7	6,0	4,9	5,2	III	5	помірно забруднені
р. Саксагань – м. Кривий Ріг	2,7	4,6	4,7	4,0	III	4	слабко забруднені
	6,7	5,5	5,7	6,0	IV	6	брудні

Висновки. Таким чином, просторовий аналіз фізико-географічних умов, господарської діяльності, гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейну р. Інгулець показує, що найбільш критичним гідроекологічним станом характеризуються ділянки річок, що знаходяться в межах Криворізького ТВК. У внутрішньорічному відношенні найгірший гідроекологічний стан середньої і нижньої ділянок річок Інгулець та Саксагань спостерігається під час скидів високомінералізованих промислових стічних вод підприємств Кривбасу. В цей період значні концентрації забруднюючих речовин у воді (зокрема головних іонів, важких металів, біогенних та специфічних забруднюючих речовин) фіксуються від місць скидів і до гирлових ділянок.

За осередненими багаторічними сезонними та середньобагаторічними даними найкращою якістю відрізняються води пригирлової ділянки р. Інгулець, що знаходяться в підпорі дніпровських вод.

Для покращення гідроекологічного стану басейну р. Інгулець слід здійснити комплекс першочергових заходів, що включають будівництво та реконструкцію гідротехнічних споруд; облаштування об'єктів житлово-комунального господарства та дощових каналізаційних систем; розчистку річкових русел, їх промивку дніпровською водою та посилення відповідальності за порушення Водного Кодексу України.

Список літератури

1. Багрій І.Д. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / [І.Д. Багрій, П.Ф. Гожик, Е.В. Самоткал та ін.] – К. : Фенікс, 2005. – 213 с.
2. Горєв Л.М. Гідрохімія України / Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Вища школа, 1995. – 307 с.
3. Кравчинський Р.Л. Характеристика водогосподарської

діяльності в басейні р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2009. – Т. 16. – С. 72-82. 4. Кравчинський Р.Л. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2009. – Вип. 258. – С. 149-159. 5. Могилевський Л.М. Вплив техногенезу надр на поверхневі водні об'єкти Кривбасу / Л.М. Могилевський // Деякі чинники техногенезу. Серія: Геологічне середовище антропогенної екосистеми. – Кривий Ріг : Октан-принт, 2002. – С. 80-96. 6. Мурзина Т.А. Экологическое состояние реки Ингулец / Т.А. Мурзина, А.И. Дворецкий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. – № 5. – С. 238-241. 7. Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384 с. 8. Руденко Р.В. Про зміну хімічного складу води річки Інгулець / Р.В. Руденко, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – № 8. – С. 47-61. 9. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. – К. : Изд-во Киевского ун-та, 1968. – 683 с. 10. Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра / В.К. Хільчевський. – К.: ВПЦ «Київський університет», 1996. – 222 с.

Характеристика гідроекологічного стану басейну Інгульця

Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К.

В статті подано результати вивчення сучасного гідроекологічного стану басейну р. Інгулець. Охарактеризовано природні умови та особливості господарської діяльності. На основі лабораторних досліджень і натурних спостережень показані основні чинники, що впливають на гідрохімічний режим та якість поверхневих вод. Запропоновано основні шляхи поліпшення гідроекологічного стану басейну Інгульця.

Ключові слова: гідроекологічний стан; промивка русла; водний режим; гідрохімічний режим; якість води.

Характеристика гидроэкологического состояния бассейна Ингульца

Кравчинский Р.Л., Хильчевский В.К.

В статье представлены результаты изучения современного гидроэкологического состояния бассейна р. Ингулец. Охарактеризованы естественные условия и особенности хозяйственной деятельности. На основе лабораторных исследований и натурных наблюдений представлены основные факторы, которые влияют на гидрохимический режим и качество поверхностных вод. Предложены основные пути улучшения гидроэкологического состояния бассейна Ингульца.

Ключевые слова: гидроэкологическое состояние; промывка русла; водный режим; гидрохимический режим; качество воды.

Characteristics of hydroecological state of the Ingulets basin

Kravchinsky R., Khilchevsky V.

The results of study of the modern hydroecological state of Ingulets basin are discussed in this article. Natural terms and features of economic activity are described. On the basis of results of the laboratory and field researches are presented basic factors which influence on hydrochemical mode and quality of surface-water. Its offered the basic ways of improvement of the hydroecological state the Ingulets basin.

Keywords: Hydroecological state; washing of river-bed; water mode; hydrochemical mode; water quality.

Надійшла до редколегії 02.06.10

Пилип'юк В.В., Лобода Н.С.

Одеський державний екологічний університет

ДИНАМІКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ЗА ДОВЖИНОЮ РІЧКИ ПСЕЛ ТА ОЦІНКА ЇЇ ЯКОСТІ

Ключові слова: гідрохімічний, екологічний, речовини, критерії, Псел

Актуальність теми. Потреба в оцінці регіональних закономірностей формування режиму розчинених у природних водах речовин, з урахуванням впливу на їхній хімічний склад природних і техногенних факторів, пов'язана з практичною реалізацією ключових завдань з проблем регіонального використання, охорони і відтворення водних ресурсів. В ухвалі 5-ої Всеєвропейської конференції міністрів охорони навколишнього середовища «Довкілля для Європи» (м. Київ, 2003р.) особлива увага була приділена вирішенню водоохоронних проблем, спрямованих на поліпшення управління, використання та охорони водних ресурсів. Тому детальні регіональні дослідження завжди є важливими. Вони дають змогу на фоні загальних зональних закономірностей виявити особливості хімічного складу, гідрохімічного режиму та якості води річок. Актуальним в цьому плані є необхідність дослідження впливу промисловості, сільського господарства та інших галузей на якість вод річок України. Робота входить до складу науково-дослідної роботи кафедри гідроекології та водних досліджень «Математичне моделювання гідроекологічного стану водних об'єктів України».

Стан проблеми. Хімічний склад вод річки Псел описувався у роботах співробітників Київського національного університету імені Тараса Шевченка [1, 4], Інституту гідробіології НАН України [3], Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту [5]. Більшість цих робіт аналізує матеріали гідрохімічних досліджень до початку 21 сторіччя. У роботі Винарчук О.О. і Хільчевського В.К. [1] зазначається необхідність детального вивчення гідрохімічного стану річок Лівобережного лісостепу. У цій роботі наведені сезонні зміни вмісту головних іонів, біогенних речовин і деяких мікроелементів в річкових водах Сули, Псла та Ворскли лише до 1990, 1991 рр.

Метою даної роботи є дослідження динаміки зміни хімічного складу води р. Псел в умовах значного розвитку промисловості на основі даних гідрохімічних спостережень за 1992-2007 рр.

Досліджувана річка знаходиться в лісостеповій зоні України. Підземні води цієї річки відносяться до лісостепової зони придніпровської рівнини. Підземне живлення річки забезпечується водами Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну [3]. У природному гідрохімічному складі вод р.Псел

переважають карбонати і гідрокарбонати натрію і магнію. Хімічний тип поверхневих вод класифікується як гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий. Підземні води також відносяться до цього типу і відрізняються від поверхневих значним вмістом карбонат-іонів та іонів Ca^{2+} . Підземні води розташовані в еолово-дилувіальних відкладеннях [6].

Згідно з еколого-геологічним районуванням даний водозбір відноситься до території з несприятливим екологічним станом з високим техногенним навантаженням [6]. Місто Суми розташоване у верхній частині р. Псел. та є центром машинобудівної, хімічної промисловості і центром виготовлення будматеріалів. В басейнах розглянутої річки розташовані поклади газу, заліза та магнію. Значний вплив на формування хімічного складу води має залізорудний промисловий комплекс, який знаходиться в Курській області (Росія) та нафтопереробні і гірничодобувні комплекси, розміщені в м. Суми.

У м. Суми промислові стічні води складають 64 млн. т/рік, а винесення мінеральних добрив з сільгоспугідь 147 кг/га [5].

Матеріали та методи. У даній роботі оцінювався екологічний стан р. Псел на основі даних гідрохімічних спостережень за період 1992-2007 рр. з використанням оцінки якості води за методикою НДІ ім. Ф.Ф. Ерісмана та методикою розрахунку ІЗВ (індексу забруднення води).

Показник ІЗВ, введений в дію Держкомгідрометом СРСР [2], відноситься до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості водних об'єктів. Він визначається як середнє арифметичне значення перевищення концентрації певних речовин (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК):

$$IZB = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де C_i – середня концентрація одного з шести показників якості води; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація показників якості води, у відповідності із галуззю водопостачання.

Аналіз якості води також був здійснений за методикою НДІ гігієни ім.Ф.Ф. Ерісмана [2]. Для визначення ступеня забруднення за цією методикою використовуються три критерії шкідливості, по кожному з яких сформована певна група речовин і специфічних показників якості води:

1) критерій санітарного режиму (W_c), в якому враховується розчинений кисень, БСК₅, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за їхнім впливом на санітарний режим;

2) критерій органолептичних властивостей (W_f), в якому враховується запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднюючі речовини, що нормуються за органолептичною ознакою шкідливості;

3) критерій, що враховує небезпеку санітарно-токсикологічного забруднення ($W_{ст}$), в якому враховується ХСК і специфічні забруднюючі речовини, що нормуються за санітарно-токсикологічною ознакою [6].

Одні й ті ж показники можуть ураховуватися одночасно в декількох критеріях. Комплексна оцінка обчислюється окремо для кожної ознаки, що лімітує шкідливість за такою формулою:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - 1)}{n}, \quad (2)$$

$$\delta_i = \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3)$$

де W – комплексна оцінка рівня забруднення; n – кількість показників, що використовуються в розрахунку; $ГДК_i$ – нормативне значення одиничного показника, мг/дм³; C_i – концентрація хімічних речовин, мг/дм³.

Якщо $\delta_i < 1$, тобто концентрація менша за нормативну, то приймається, що $\delta_i = 1$.

До формул додається також класифікаційна таблиця діапазонів значень комплексних оцінок W (табл. 1) [6].

Таблиця 1. Ступінь забруднення водойм в залежності від значень комплексних показників W

Рівень забруднення	Критерій забруднення за величинами комплексних оцінок		
	Органолептичний (W_ϕ)	Санітарний (W_c)	Санітарно-токсикологічний (W_{ct})
Допустимий	1	1	1
Помірний	1,0-1,5	1,0-3,0	1,0-3,0
Високий	1,5-2,0	3,0-6,0	3,0-10,0
Надзвичайно високий	>2,0	>6,0	>10,0

Отримані результати та їх обговорення. За даними спостережень ІЗВ розраховувався за формулою (1) для всього періоду спостережень (1992-2007рр.) та для характерних по водності років (1992р. – маловодний, 1994р. – середній за водністю та 1996р. – багатоводний). Динаміка ІЗВ по довжині річки за указані роки представлена на рис.1-4.

Осереднені за багаторічний період ІЗВ та їх значення у середній за водністю рік показують, що до створу р. Псел – м. Суми (вище міста) вода вже надходить забрудненою, тобто її первинне забруднення відбувається на території Росії. Нижче за течією індекс ІЗВ зменшується і вода стає помірно забрудненою (рис.1). Значно сприяє забрудненню річки м. Гадяч, де знаходяться об'єкти харчової промисловості та житлово-комунального господарства об'єкти (ОС ДП «Гадячсир», АТ «Надія» та очисні споруди Гадяцького ВУЖКГ). У маловодний рік (рис. 3) вплив забруднювальних речовин у створі м. Гадяч посилюється. Найбільше перевищення ГДК мають феноли, для яких кратність перевищення ГДК для потреб питного водопостачання дорівнює 30.

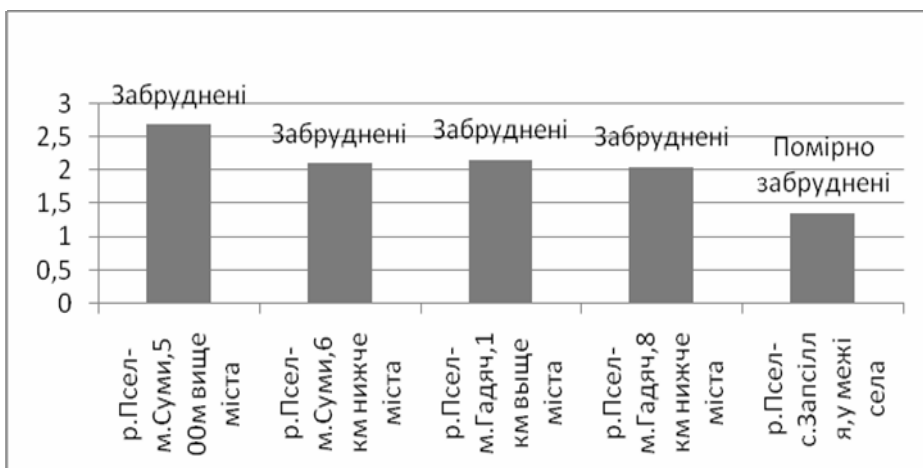


Рис.1 – Динаміка ІЗВ за довжиною р. Псел (1992-2007 рр.)

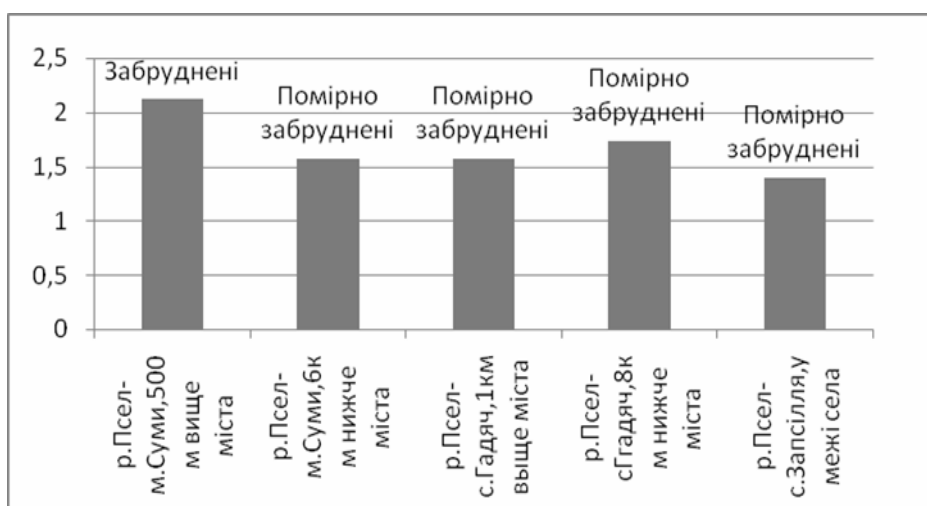


Рис.2 – Динаміка ІЗВ за довжиною р. Псел (1994р. – середній за водністю)

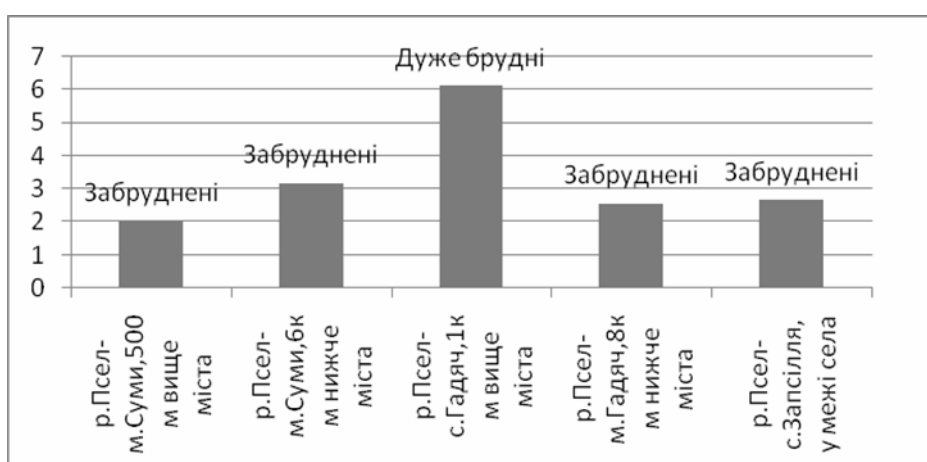


Рис.3 – Динаміка ІЗВ за довжиною р. Псел (1992р. – маловодний)

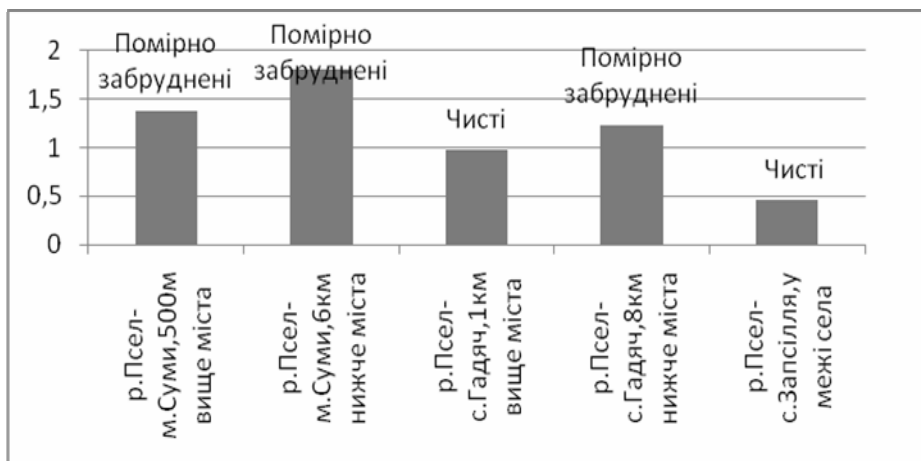


Рис.4 – Динаміка ІЗВ за довжиною р. Псел (1996р. – багатоводний)

Найменший вплив стічних вод спостерігається у багатоводний рік (див. рис.4), коли очисна здатність річки збільшується. Саме у багатоводний рік вода р. Псел переходить до категорії «чиста» у створі р. Псел - с. Запсілля, а у середній за водністю рік – до категорії «помірно забруднена».

1. Органолептичний критерій.

Розподіл критерію органолептичних властивостей W_{op} , розрахований за період (за формулами 2 та 3) з 1992 по 2007 рр., дозволив установити, що води р. Псел по всій її довжині мають помірний (рис.5) рівень забруднення, який обумовлюється, головним чином нестачею кисню у воді та зростанням біологічного споживання кисню (БСК₅). У багатоводний рік (1996р.) – рівень забруднення води за W_{op} у гирлі річки стає допустимо забрудненим.

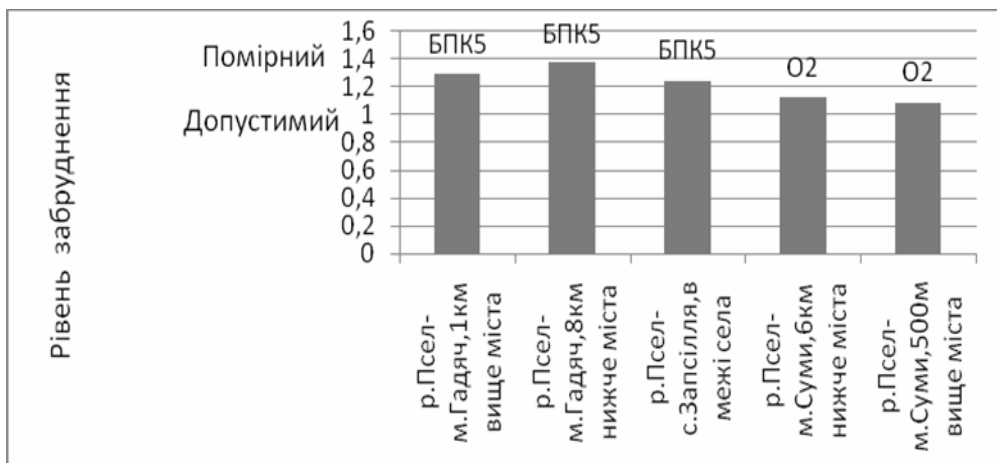


Рис.5 – Динаміка критерію органолептичних властивостей за довжиною р. Псел за багаторічний період (1992-2007рр)

(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

2. Санітарний режим.

За санітарним критерієм води р. Псел характеризуються помірним рівнем забруднення (рис. 6), а у маловодний (1992 р.) рівень забруднення досягнув класу надзвичайно високого значення. Перевищення ГДК по фенолах (8-12 разів) та СПАР (3-5 разів) прослідковується за всією довжиною річки, не тільки за маловодний рік але й за середній за водністю та багатоводний роки (рис. 7–9).

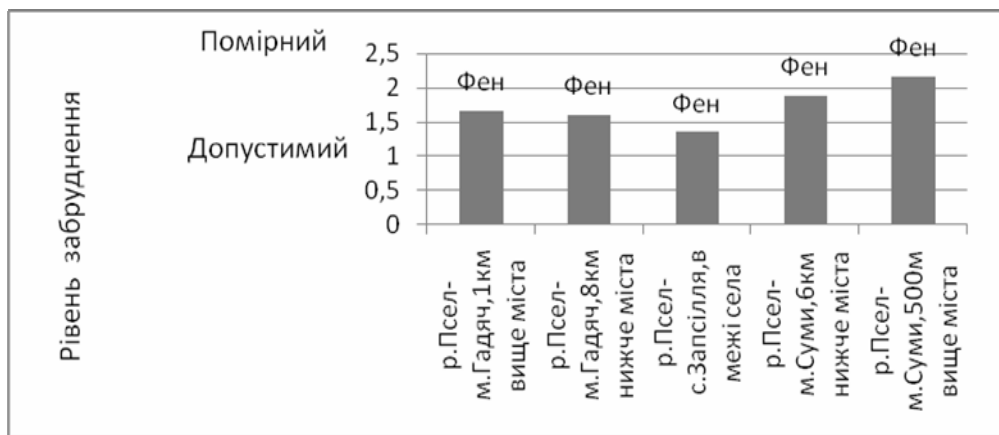


Рис.6 – Динаміка критерію санітарного режиму за довжиною р. Псел за багаторічний період (1992-2007рр)
(над діаграмою указуються речовини концентрація яких значно перевищує ГДК)

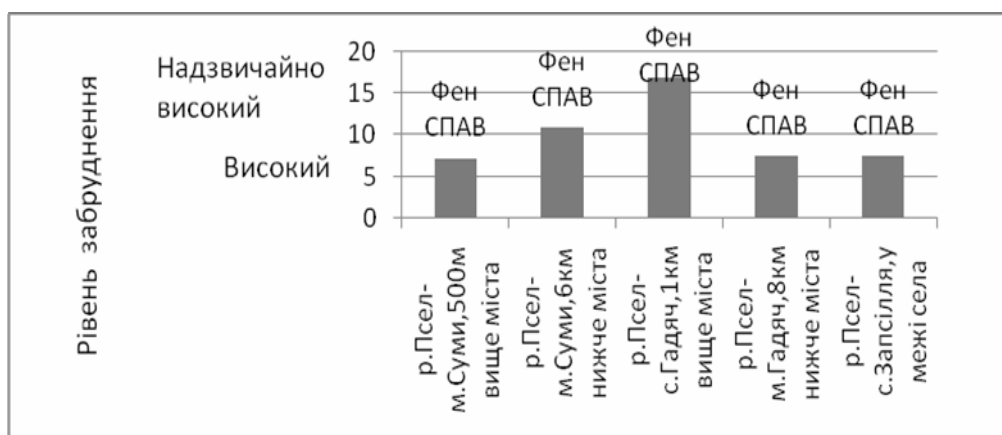


Рис.7 – Динаміка критерію санітарного режиму за довжиною р. Псел за маловодний рік (1992р.)
(над діаграмою указуються речовини з найбільшим перевищенням ГДК)

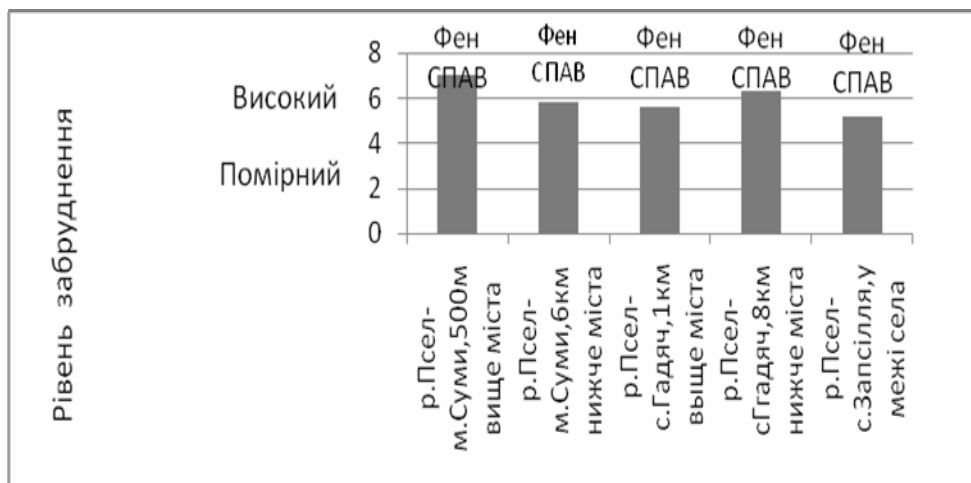


Рис.8 – Динаміка критерію санітарного режиму по довжині р. Псел за середній по водності рік (1994р.)
(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

Найвище значення критерію відмічене в мінімальному за водністю році, коли спостерігається надзвичайно високий рівень забруднення в створі р. Псел - м. Гадяч, 1 км вище міста $W_c=16$.

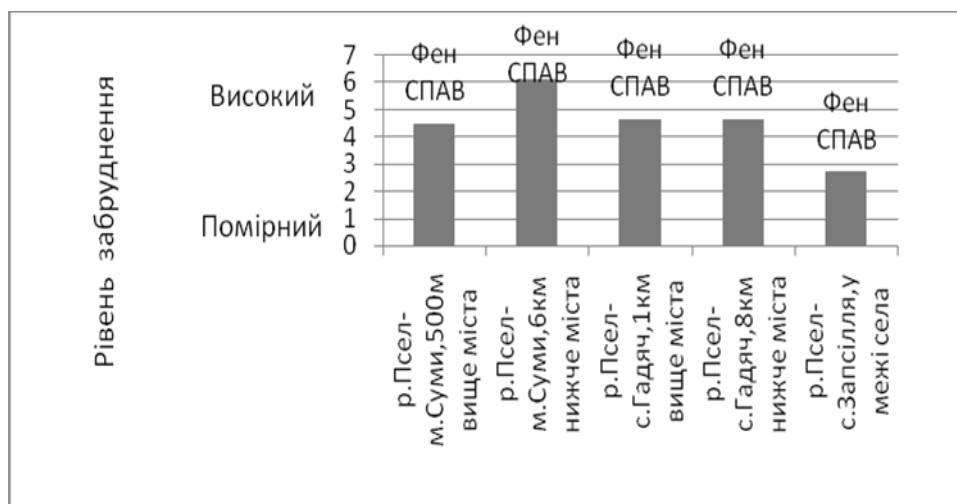


Рис.9. Динаміка критерію санітарного режиму по довжині р. Псел за багатоводний рік (1996р.)

(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

3. Санітарно-токсикологічний критерій.

За санітарно-токсикологічним критерієм рівень забруднення р. Псел був помірним за багаторічний період та у багатоводному (1996р.) і високим у маловодному та середньому за водністю році (1994 р.) (рис.10-12).

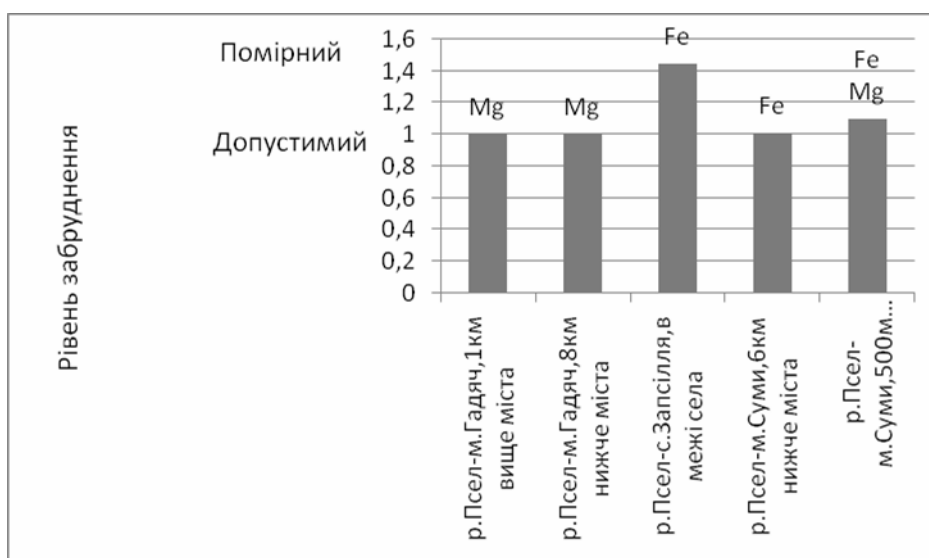


Рис.10. Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Псел за багаторічний період (1992-2007рр)

(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

Якість води може характеризуватися як високим так і надзвичайно високим рівнем забруднення у верхній течії р. Псел, тобто при виході річки з території Росії (рис. 11).

Головними забруднювачами води є залізо та магній, надходження яких до русла річки пов'язане із роботою гірничозбагачувальних комбінатів, розташованих на території Росії та у м.Суми.

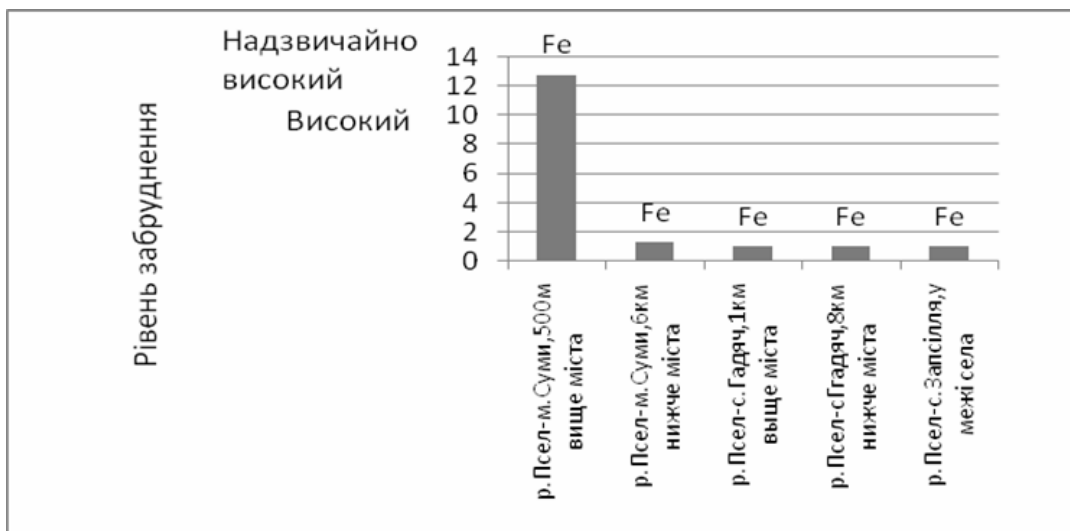


Рис.11. Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Псел за середній по водності рік (1994р.)
(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

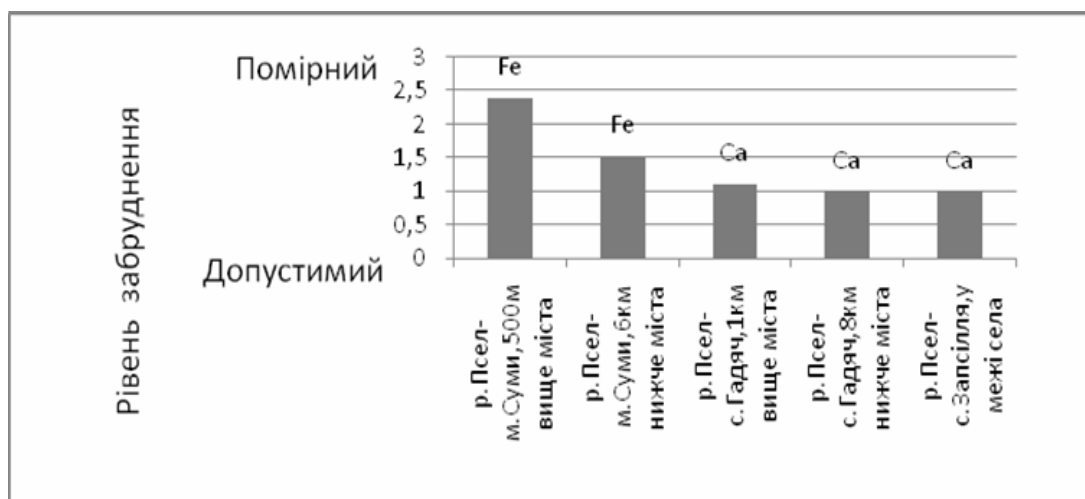


Рис.12. Динаміка критерію санітарно-токсикологічного забруднення по довжині р. Псел за багатоводний рік (1996р.)
(над діаграмою указуються речовини, концентрація яких значно перевищує ГДК)

Висновки. Дослідження рівня забруднення р. Псел по її довжині на базі даних гідрохімічних спостережень (1992 – 2007 рр.) дозволив установити, що води річки Псел здебільшого класифікуються, як помірно забрудненні та забрудненні (за індексом ІЗВ).

За багаторічний період та для середнього по водності року найбільше забруднення спостерігається у верхній течії річки, тобто вода надходить забрудненою з території Росії. У маловодні роки, як джерело забруднення виступає м. Гадяч.

На санітарний стан річки найбільше впливають такі забруднювальні речовини як феноли та СПАР, що обумовлюють високий рівень забруднення у створі Гадяч.

З санітарно – токсикологічних речовин найбільше на екологічний стан річки впливають залізо та магній, що надходить до русла річки з залізрудних та гірничодобувних комбінатів, розташованих на території Росії та у м. Суми. У багатоводні роки стан річок покращується.

Список літератури.

1. Винарчук О.О. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного лісостепу / О.О. Винарчук, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія та гідро екологія. – 2010. – Т.18. – С. 219-230.
2. Емельянова В.П. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям / В.П.Емельянова, Г.Н.Данилова, Т.Х.Колесникова // Гидрохимические материалы. – 1983. – Т. LXXXVIII. – С. 119-129.
3. Гідрологія та гідрохімія Дніпра та його водосховищ / А.І.Денисова, В.М. Тимченко, Е.П.Нахшина [та ін.] – К.: Наук. думка, 1989. – 216 с.
4. Гідрологічнохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / [В.К.Хільчевський, І.М.Ромась, М.І.Ромась та ін.] – К. : Ніка-центр, 2007. – 184 с.
5. Осадчий В.І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. // Труды УкрНИГМИ. – 2001. – Вип.48. – С. 138-153.
6. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С.І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
7. Косовець О.О. Сучасний стан забруднення поверхневих вод на території України за даними спостережень мережі гідрометслужби / О.О. Косовець, Ю.І. Онанко, Н.Г. Радзівська // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.11. - С. 257-263.

Динаміка хімічного складу води за довжиною річки Псел та оцінка її якості Пилип'юк В.В., Лобода Н.С.

Досліджено динаміку зміни хімічного складу вод р.Псел в умовах значного розвитку промисловості на основі даних гідрохімічних спостережень за 15 років та у роки з різною водністю, установлені показники якості води.

Ключові слова: гідрохімічний, екологічний, речовини, критерії, Псел.

Динамика химического состава воды по длине реки Псел та оценка её качества Пилипюк В.В., Лобода Н.С.

Исследовано динамику изменения химического состава вод р.Псел в условиях значительного развития промышленности на основе данных гидрохимического наблюдения за 15 лет и в годы с разной водностью, установлены показатели качества воды.

Ключевые слова: гидрохимический, экологический, вещества, критерии, Псел.

Dynamics of a chemical compound of water of river Psel that estimation of its quality Pilipjuk V.V., Loboda N.S.

It is investigated dynamics of change of a chemical compound of waters of river Psel in the conditions of considerable development of the industry on the basis of data of hydro chemical supervision for 15 years and in a year with different quantity of water, indicators of quality of water are established.

Keywords: hydrochemical, ecological, substances, criteria, Psel.

Надійшла до редколегії 02.11.10

УДК 504.064.3.574(477)

Гірій В.А., Колісник І.А., Косовець О.О., Кузнєцова Т.О.

Центральна геофізична обсерваторія МНС України, м. Київ

ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ ДНІПРА НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

Ключові слова: водні об'єкти, екологічний стан, гідрохімічні, гідробіологічні та радіоактивні показники

Вступ. На мережі гідрометслужби моніторинг екологічного стану водних об'єктів басейну Дніпра проводиться за гідрохімічними, гідробіологічними та радіоактивними показниками.

Результати досліджень. Спостереження за станом забруднення поверхневих вод в басейні Дніпра за **гідрохімічними показниками** проводиться на 39 річках і 6 водосховищах, на 82 пунктах та 136 створах.

Аналізуючи стан річок і водосховищ басейну Дніпра за останні п'ять років треба відмітити, що якість вод за гідрохімічними показниками не відповідала нормативам по таких найбільш розповсюджених речовинах як сполуки важких металів, амонійний та нітритний азот, сульфати, нафтопродукти, феноли. Основними джерелами надходження забруднювальних речовин є стічні води різноманітних видів виробництва, підприємства сільського та комунального господарства, поверхневий стік.

Систематичні спостереження у 2005-2009 рр. вказували на задовільний кисневий режим річок басейну Дніпра. Винятком була р. Устя поблизу м. Рівне, де постійно відмічались поодинокі випадки дефіциту кисню у літній період. Упродовж 2005-2008 рр. у цьому районі зафіксовано 4 випадки екстремально низького вмісту розчиненого у воді кисню (ЕВЗ)¹ в межах 1,41-1,97 мг/дм³ (табл.). Причиною низького вмісту кисню у воді річки були систематичні скиди недостатньо очищених вод з очисних споруд міста.

У воді р. Дніпро протягом багатьох років відзначалась стійка тенденція до зменшення вмісту мінеральних форм азоту та нафтопродуктів на ділянках с. Неданчичі, міст Херсон, Нова Каховка. Середньорічні концентрації нафтопродуктів протягом останніх п'яти років були стабільними і не перевищували гранично допустимих концентрацій (ГДК), вміст сполук азоту змінювався від 1 до 2 ГДК.

¹ Під ЕВЗ поверхневих вод прийнято рівень, який перевищує ГДК у 100 разів для речовин 1-4 класів небезпеки; зниження розчиненого у воді кисню до значень 2 мг/л і менше; збільшення біохімічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅) до 60 мгО₂/л.

У річках басейну середні концентрації нафтопродуктів залишалися стабільними з перевищенням ГДК у 1-6 разів. Середній вміст сполук азоту амонійного був в межах 1-7 ГДК, азоту нітритного – 1-12 ГДК. Разові концентрації сполук азоту досягали рівня високого забруднення (ВЗ)², найбільший їх вміст спостерігався у воді річок Стир, Горинь, Устя, Случ, Тетерів, Гнилоп'ять [1].

Незважаючи на деяку позитивну тенденцію зменшення в останні роки у воді сполук важких металів, вміст їх у деяких водних об'єктах Дніпра залишається високим. Упродовж 2005-2009 рр. середньорічні концентрації важких металів були у межах: для сполук міді 1-44 ГДК, марганцю – 1-23 ГДК, сполук цинку - 1-11 ГДК, заліза загального - <1-9 ГДК, хрому шестивалентного – 1-14 ГДК. Найбільші разові концентрації сполук міді (41-88 ГДК) відмічено у річках Горинь, Случ, Десна, Сула, Псел, сполук марганцю (34-61 ГДК) – у річках Случ, Гнилоп'ять, Тетерів, Ірша, Удай, Хорол, Псел, Сула, Ворскла, цинку (11-27 ГДК) – у річках Случ, Сула, Псел, Вовча, заліза загального (10-26 ГДК) – у річках Устя, Уборть, Унава, Псел, Ворскла, Вовча, сполук хрому шестивалентного (34 – 41 ГДК) - у річках Тетерів, Сейм.

Феноли є одним із поширеніших забруднювальних речовин приток Дніпра. Середній вміст фенолів останнім часом практично не змінювався і був в межах 1-4 ГДК у воді р. Дніпро та 1-8 ГДК – у воді річок басейну. Максимальні концентрації перевищували рівень ГДК у 19 та 20 разів відповідно.

Загальна мінералізація води у басейні Дніпра за останні 5 років значних змін не зазнавала і в середньому становила 450-550 мг/дм³, що було в межах норми. Вода річок Оріль, Берестова, Хорол, Інгулець, Мокра Московка була більш мінералізована. Вміст розчинених солей у цих річках перевищував 1000 мг/дм³, а у річках Вовча, Самара, Солоня - понад 3000 мг/дм³. Суттєвий вплив на формування стоку розчинених солей у цих річках чинить господарська діяльність у регіонах, де розвинений гірничодобувний комплекс і водночас у цих річках високий природний вміст солей.

За період 2005-2009 рр. у річках басейну було зареєстровано 517 випадків ВЗ поверхневих вод та 4 випадки ЕВЗ (табл.). Найбільша кількість випадків ВЗ відмічена за сполуками марганцю, сульфатами, сполуками цинку, сполуками міді, сполуками заліза загального, сполуками азоту.

У воді Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського, Дніпровського і Каховського водосховищ кисневий режим протягом 5-ти річного періоду був задовільним, у межах 6,88-11,99 мгО₂/дм³.

Середньорічний вміст нафтопродуктів у воді водосховищ не перевищував рівня ГДК. Разові концентрації були в межах 3-4 ГДК, тільки у 2005 р. у воді Канівського водосховища поблизу Києва зафіксовано перевищення ГДК за нафтопродуктами у 27 разів.

² Під ВЗ поверхневих вод прийнято рівень, який перевищує ГДК у 10 разів, для нафтопродуктів, фенолів, сполук міді, хрому шестивалентного – у 30 разів; зниження розчиненого у воді кисню від 3 до 2 мг/л; значення БСК₅ від 15 до 60 мгО₂/л.

**Таблиця – Кількість виявлених випадків ЕВЗ та ВЗ на річках басейну Дніпра
у 2005–2009 рр.**

Назва критеріїв/Роки	2005	2006	2007	2008	2009
Річки					
ЕВЗ	1	1	1	1	-
ВЗ	116	146	76	94	85
Всього випадків:	521				
Водосховища					
ЕВЗ	-	-	-	-	-
ВЗ	59	49	47	27	33
Всього випадків:	215				

Середньорічні концентрації сполук азоту були в межах 1-2 ГДК, максимальні разові концентрації досягали рівня ВЗ (10-15 ГДК) у воді Київського і Канівського водосховищ.

Основними забруднювальними речовинами дніпровського каскаду водосховищ були сполуки марганцю, міді, цинку, заліза загального, хрому шестивалентного, феноли.

Середній вміст фенолів у воді Дніпровського, Каховського водосховищ стабілізувався на рівні 1-3 ГДК, у воді Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського водосховищ на рівні 1-6 ГДК.

Найбільш високі разові концентрації сполук марганцю спостерігались у воді Дніпровського (м. Запоріжжя) та Кременчуцького водосховищ (м. Черкаси), де вони досягали рівня 50-51 ГДК. Максимальний вміст сполук міді досягав 54-59 ГДК у воді Кременчуцького водосховища поблизу Черкас, Дніпродзержинського водосховища поблизу Верхньодніпровська, сполук цинку - 24 ГДК у воді Каховського водосховища біля Нікополя, заліза загального, хрому шестивалентного – 25 ГДК у воді Київського водосховища поблизу Чорнобиля та Канівського водосховища біля Києва. Всього у каскаді дніпровських водосховищ за 2005-2009 рр. відмічено 215 випадків ВЗ, найбільша кількість яких зареєстрована за сполуками марганцю.

Аналіз результатів даних за останні 5 років засвідчив, що для водосховищ Дніпра характерний низький рівень забруднення сполуками азоту, нафтопродуктами (крім Київського та Канівського водосховищ). Вміст важких металів продовжує залишатись високим. Зросли концентрації сполук міді у воді Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського водосховищ, у 2009 р. – сполук марганцю у воді Дніпровського водосховища. Але в останні три роки відмічено зниження вмісту сполук марганцю у воді Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ до 2-5 ГДК.

Загалом вміст хімічних речовин у воді більшості річок та водосховищ протягом 2006-2009 рр. змінювався незначно; вода, в основному, характеризувалась 2 класом, 2-3 категорією якості вод – достатньо чиста та слабо забруднена.

Гідробіологічні спостереження за фітопланктоном, зоопланктоном, макрозообентосом, фітобентосом, вищою водною рослинністю виконувалися на 11 річках басейну Дніпра та 6 водосховищах в 37 пунктах на 66 створах.

На Київському, Канівському та Кременчуцькому водосховищах та річках Рось, Десна, Тетерів, Трубіж, Ірпінь, Тясмин, Гнилоп'ять, Вільшанка, Остер, Уж, Недра, Ірша проводилося визначення хронічної токсичності вод (біотестування) на тест-об'єкті *Ceriodaphnia affinis*.

За даними вивчення стану планктонних ценозів сапробіологічна ситуація у річках Дніпро, Устя, Рось, Прип'ять була досить благополучною, (III клас якості, помірно забруднення вод, категорія – слабо забруднені води). Для річок Тетерів (м. Житомир) та Десна (м. Чернігів) була виявлена стійка тенденція погіршення стану гідробіоценозів на нижчерозташованих створах порівняно з верхніми. У р. Тетерів майже кожного року спостерігалось “цвітіння” води за рахунок масового розвитку синьозелених та діатомових водоростей, але взагалі стан гідробіоценозів був досить стабільним. У р. Інгулець стан гідробіоценозів був досить стабільним, угруповання структуроване, простежувалась сезонна динаміка. Планктонні ценози р. Псел (м. Суми) характеризувались стабільністю і структурованістю, простежувалась сезонна динаміка їх розвитку. Переважали організми – індикатори помірно забруднених вод. Найбільш забрудненим водними об'єктами басейну Дніпра були річки Стир, Горинь, Мокра Московка, на них спостерігались процеси повільного погіршення екологічної ситуації та порушення структури пелагічних угруповань. У планктоценозах цих річок домінували β - α -мезосапробні організми – індикатори забруднених вод. Води характеризувались як помірно забруднені, забруднені.

Методом біотестування визначається присутність у воді токсичних речовин за показниками біологічних реакцій організмів, зміною їх стану, морфологічних і функціональних порушень. Токсичність вод визначалася в хронічних дослідах біотестування на тест-об'єкті *Ceriodaphnia affinis*. Найбільша частка проб, в яких була визначена хронічна токсичність вод протягом останніх років спостерігалась у р. Трубіж в районі Баришівки та Переяслав–Хмельницького. Якість вод за показниками біотестування річок Рось, Тетерів, Уж, Ірпінь, Недра, Десна у 2009 р. порівняно з минулими роками покращилася, частка проб із хронічною токсичністю вод зменшилася. У річках Тясмин та Гнилоп'ять негативного впливу вод на життєдіяльність тест-об'єкта протягом всього періоду спостережень не було встановлено.

У всіх водосховищах дніпровського каскаду суттєвих змін у стані гідробіоценозів протягом 2005-2009 рр. не виявлено. Стан пелагічних угруповань залишався стабільним, структура була сталою та різноманітною, визначалось помірно забруднення вод, III клас якості. “Цвітіння” вод за рахунок збільшення біомаси синьозелених та діатомових водоростей спостерігалось практично кожного року у Київському (м. Чорнобиль), Кременчуцькому водосховищах (міста Черкаси, Світловодськ) та всій акваторії Дніпродзержинського водосховища, його інтенсивність не

виходила за межі початкової стадії. Погіршення стану планктонних ценозів з порушенням сезонної динаміки та структури угруповань спостерігалось у воді Каховського водосховища у 2008-2009 роках.

Визначення хронічної токсичності вод у Київському водосховищі проводились навесні, влітку та восени. Частка проб з визначеною токсичною дією вод на виживаність та плодючість тест-об'єкта у 2009 р. зменшилась порівняно з 2008 р. У Канівському водосховищі поблизу Києва простежувалась тенденція збільшення частки проб із хронічною токсичністю вод від верхнього створа – 1,5 км вище Києва до нижнього створа – 6 км нижче міста. Отримані результати свідчали про поступове погіршення якості вод Канівського водосховища в районі Києва. У середній та нижній частині Канівського водосховища (міста Українка, Ржищів, Канів) хронічна токсична дія вод спостерігалась не кожного року. У сезонному аспекті погіршення якості води спостерігалось взимку та восени. Протягом вегетаційного періоду (квітень-серпень), завдяки більш інтенсивним процесам самоочищення води, частка таких проб знижувалась. У Кременчуцькому водосховищі на ділянці 0,5 км нижче Канева хронічна токсична дія вод на плодючість тест-об'єкта спостерігалась у 2006-2008 роках.

Узагальнюючи результати аналізу стану забруднення поверхневих вод за гідробіологічними показниками варто зазначити, що у порівнянні з поверхневими водами інших річкових басейнів на території України поверхневі води дніпровського басейну менш забруднені ніж поверхневі води Донбасу та Приазов'я і переважно відповідають III класу якості вод - помірно забруднені води [2].

Розглянемо тепер динаміку радіоактивного забруднення поверхневих вод.

Радіаційний стан водних об'єктів басейну Дніпра після аварії на Чорнобильській АЕС визначається переважно техногенними радіонуклідами, які змиваються із водозборів, що були забруднені внаслідок аварійних викидів.

Головним шляхом надходження радіонуклідів до Київського водосховища з подальшою їх міграцією по каскаду дніпровських водосховищ залишаються води річки Прип'ять. У перші після аварії роки великий винос радіонуклідів був зумовлений інтенсивним зливом первинного, не зафіксованого ґрунтом забруднення у ближній зоні ЧАЕС, а також стоком із значних водозбірних територій дальніх зон радіоактивних випадів, зокрема водозборів Верхнього Дніпра. З часом у зв'язку з фіксацією радіонуклідів у поверхневому шарі ґрунту внесок дальніх водозбірних зон у надходження радіонуклідів у річкову мережу поступово зменшувався, а роль заплавлених територій ближньої зони ЧАЕС, навпаки, зростала.

За час після аварії спостерігається стала тенденція до зменшення вмісту Cs-137 та Sr-90 у воді каскаду дніпровських водосховищ. При цьому спостерігається суттєва різниця у поведінці Cs-137 та Sr-90, обумовлена їх різними фізико-хімічними властивостями, а саме відмінностями у

співвідношеннях між розчинними і нерозчинними формами існування цих елементів та здатністю їх до фіксації ґрунтовим поглинаючим комплексом. Якщо для Cs-137 характерна значна сорбція поглинаючим комплексом і накопичення його у донних відкладах, то Sr-90 значно менше сорбується на зависях і практично не акумулюється у донних відкладах водосховищ і в розчиненому стані виноситься у гирло Дніпра [3, 4]. Розташування Київського водосховища відносно джерела радіоактивного забруднення відіграє його головну роль у виведенні Cs-137 із розчину і акумуляції його у донних відкладах. При проходженні забрудненої води вздовж каскаду Дніпровських водосховищ за рахунок інтенсивних седиментаційних процесів та розбавлення більш чистими водними притоками (р. Десна та ін.) концентрація Cs-137 на водному б'єфі Каховської ГЕС виходить на доаварійні рівні.

Що стосується Sr-90, то його концентрація у розчині по довжині каскаду зменшується лише у 2,5-3 рази відносно його вмісту у прип'ятській воді.

Таким чином, в останні п'ять років радіаційна небезпека для населення води дніпровського каскаду водосховищ визначається вмістом у воді Sr-90, наявність якого, у свою чергу, обумовлюється виносом Sr-90 із заплавних і водозбірних територій р. Прип'ять з ближньої зони ЧАЕС. Концентрація та величина виносу радіонуклідів залежить від водності та гідрологічного режиму р. Прип'ять і припливу води до Київського водосховища в окремі роки. У багатоводні роки при проходженні високих весняних повеней та дощових паводків, коли відбувається довготермінове затоплення заплави у ближній зоні ЧАЕС, спостерігається зростання вмісту радіонуклідів у прип'ятській воді та збільшення їх виносу за межі зони відчуження. Природно, це повинно знайти відображення у радіаційному забрудненні води Київського водосховища.

На рисунку наведена динаміка середньомісячних концентрацій Cs-137 та Sr-90 у м. Вишгород (верхній б'єф Київського водосховища) на фоні середньомісячних припливів води до Київського водосховища. Ми бачимо, що у багатоводні роки має місце відповідне підвищення вмісту радіоізотопів у воді водосховища. Цікаво, що підвищення вмісту у воді як Cs-137, так і Sr-90 поблизу м. Вишгород відбувається синхронно, але з запізненням відносно часу максимальних рівнів припливу води на 4-5 місяців. При цьому час зсуву залишається незмінним протягом 1999-2009 років і обумовлений, перш за все, режимом Київської ГЕС.

Рисунок показує, що:

по-перше, рівні забруднення води згаданими радіонуклідами навіть у Київському водосховищі значно нижчі за допустимі рівні їх вмісту у питній воді за ДР-2006 (допустимі рівні вмісту Cs-137 та Sr-90 у питній воді складають 2000 Бк/м³) [5];

по-друге, рівні забруднення Cs-137 уже у 1999 р. лише незначно перевищують доаварійні рівні (у доаварійний період концентрація Sr-90 і Cs-137 у поверхневих водах становила 10-15 Бк/м³), а їх деякі підвищення

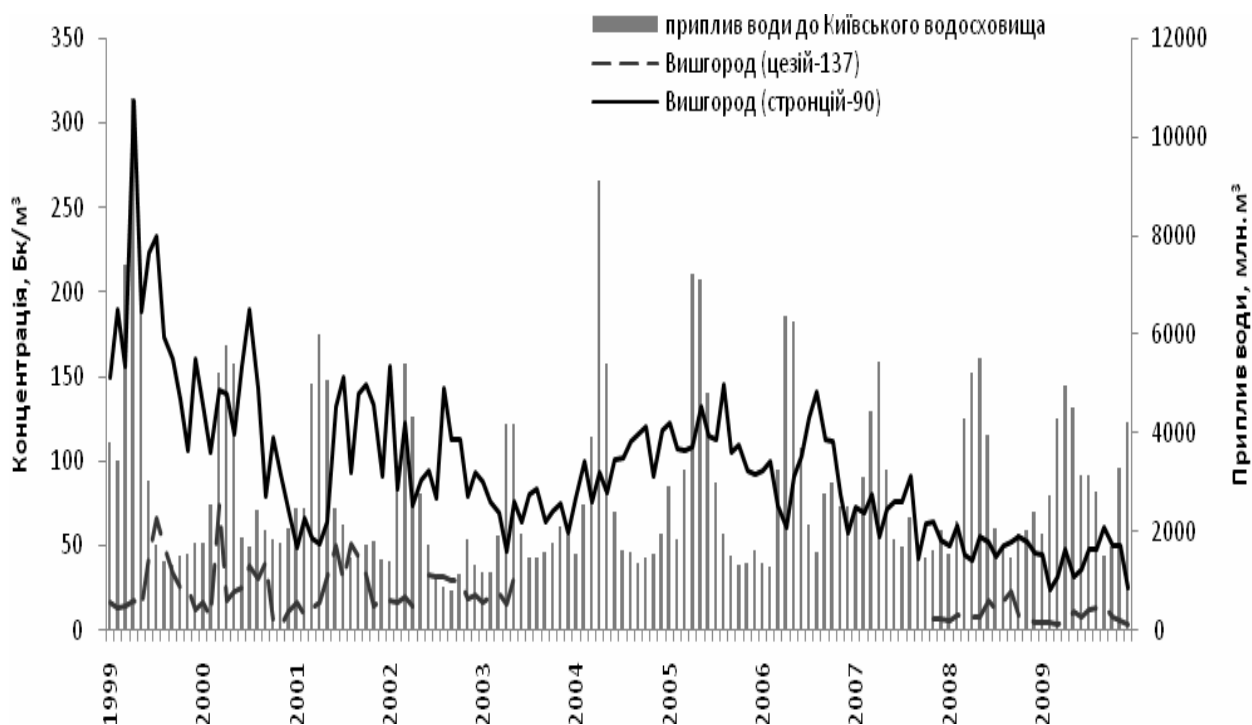


Рис. Динаміка середньомісячних концентрацій Cs-137 та Sr-90 у м. Вишгород на фоні середньомісячних припливів води до Київського водосховища

обумовлені збільшенням припливу води і виносу Cs-137 із зони відчуження у багатоводні роки;

по-третє, спостерігається стала тенденція до зменшення з часом вмісту у воді Sr-90, який вже у 2008 році практично досяг доаварійних рівнів. Періодичні підвищення вмісту Sr-90 як і Cs-137 обумовлені збільшенням припливу води і виносу Sr-90 із зони відчуження у багатоводні роки, при чому спостерігається їх повна синхронність.

Список літератури

1. Щорічники про стан забруднення поверхневих вод суші на території України за даними державної системи спостережень гідрометслужби за 2005-2009 рр. ЦГО. – К., 2005–2009 (Рукописи).
2. Щорічники про стан забруднення поверхневих вод суші на території України за гідробіологічними показниками за даними державної системи спостережень гідрометслужби за 2005-2009 рр. ЦГО. – К., 2005–2009 (Рукописи).
3. Гірій В.А. Динаміка радіоактивного забруднення вод дніпровського каскаду. / В.А. Гірій, В.О.Закорчевний, О.О.Косовець, Ю.Г.Лебо. // Праці ЦГО. – 2006. – Вип. 2(16). – С. 57-64.
4. Гірій В.А. Радіаційний стан вод каскаду дніпровських водосховищ. / В.А. Гірій, В.О.Закорчевний, О.О.Косовець // Праці ЦГО. – 2007. – Вип.3(17). – С. 31-42.
5. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). – К., 2006. – С. 9-13.

Динаміка забруднення водних ресурсів басейну Дніпра на початку ХХІ століття Гірій В.А., Колісник І.А., Косовець О.О., Кузнєцова Т.О.

У статті надана коротка інформація про екологічний стан водних ресурсів басейну Дніпра за період 2005-2009 рр. за гідрохімічними, гідробіологічними та радіоактивними показниками, яка отримана на мережі гідрометслужби України; вказані найбільш забруднені водні об'єкти.

Ключові слова: водні об'єкти, екологічний стан, гідрохімічні, гідробіологічні та радіоактивні показники.

Динамика загрязнения водных ресурсов бассейна Днепра в начале XXI столетия
Гирій В.А., Колесник И.А., Косовец А.А., Кузнецова Т.А.

В статье приведена краткая информация об экологическом состоянии водных ресурсов бассейна Днепра за период 2005-2009 гг. по гидрохимическим, гидробиологическим и радиоактивным показателям, полученная на сети гидрометслужбы Украины; указаны наиболее загрязненные водные объекты.

Ключевые слова: водные объекты, экологическое состояние, гидрохимические, гидробиологические та радиоактивные показатели.

Dynamics of contamination of water resources of Dnipro basin at the beginning of XXI century

Giriy V.A., Kolisnik I.A., Kosovets O.O., Kuznetsova T.O.

Short information about ecological state of water resources of Dnipro during 2005-2009 years on hydrochemical, hydrobiological and radio-active indexes is represented in this article. This information was gotten on the network of Hydrometeorological Service of Ukraine. The most polluted water objects are also indicated.

Keywords: water resources, ecological state, hydrochemical, hydrobiological and radio-active indexes.

Надійшла до редколегії 09.06.10

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 551.57

Кіптенко Є.М., Козленко Т.В.

*Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ
Михайленко Н.М.*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ДОСЛІДЖЕННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Ключові слова: *тривалість та інтенсивність опадів, ландшафтно-геофізичні фактори, тепловий стан організму людини.*

Вступ. Підвищення економічного потенціалу країни неможливе без подальшого освоєння гірських регіонів. Зональність клімату в поєднанні з достатньою теплозабезпеченістю і підвищеним зволоженням створює в гірських районах широкі можливості для розвитку тваринництва, виноградарства та садівництва. Гори також привертають своєю мальовничою природою, мінеральними джерелами і різноманітною рослинністю. Це дає можливість використовувати їх для туризму, відпочинку та лікування.

Велике економічне значення у зв'язку з цим мають Українські Карпати. Через них проходять основні транспортні магістралі, які з'єднують нашу країну із Західною Європою. Українські Карпати вже давно улюблене місце відпочинку не тільки українців, а й громадян інших країн. Однак цей район характеризується підвищеною повторюваністю небезпечних гідрометеорологічних явищ: злив, катастрофічних паводків, селевих потоків тощо. Однією із основних задач сучасної гірської гідрометеорології є вивчення локальних аспектів генезису погоди і клімату стосовно окремих форм рельєфу або їх сукупності з обов'язковою кількісною оцінкою ролі різних факторів.

Метою дослідження є викладення деяких результатів багаторічних досліджень клімату Українських Карпат в долині ріки Ріка (сmt Міжгір'я), а також дослідження окремих гідрометеорологічних небезпечних явищ за даними ЦГО та ГМЦ Державної гідрометеорологічної служби України [1-5].

Для оцінки біокліматичних ресурсів в гірських районах стосовно задач курортології та кліматотерапії важливими є розрахунки складових теплового балансу людини.

Цей метод перспективний в гірських умовах: він дозволяє кількісно оцінити процеси, які пов'язані з нагріванням та охолодженням людського

організму в горах, можливі термічні навантаження, виявити оптимальні умови для життєдіяльності та відпочинку, більш строго підійти до дозування сонячних, повітряних ванн та інших лікувальних і оздоровчих процедур.

Викладення основного матеріалу. Польові експериментальні дослідження мікроклімату і теплового балансу підстильної поверхні проводяться в Українських Карпатах з 1967 р.

Всі ці дослідження були спрямовані на рішення конкретних наукових завдань, які пов'язані з вивченням впливу рельєфу на окремі елементи гідрометеорологічного режиму. Основний об'єм досліджень виконувався в районі Закарпатської воднобалансової станції у долині р. Ріка.

Особливості фізико-географічного розташування Українських Карпат і умови циркуляційних процесів визначають формування різних небезпечних явищ. Особливо інтенсивно вони розвиваються в гірських районах, де активна злизова діяльність, велика крутизна схилів сприяють утворенню зливових паводків, селевих потоків, сніжних лавин та інших небезпечних природних явищ.

Розподіл опадів у гірських районах визначається фізичними особливостями граничного шару повітря над горами, характером орографії та ступенем впливу різних елементів ландшафту на повітряні потоки.

Українські Карпати знаходяться у зоні достатнього зволоження. Тут опади протягом року обумовлюються головним чином циклонічною діяльністю [1-3].

Циклони, які переміщуються з Атлантичного океану та Середземного моря, приносять на територію до 80% річної кількості вологи.

Складний рельєф досліджуваного району по різному впливає на процеси утворення опадів на достатньо обмеженому просторі і визначає різноманітність розподілу опадів по території.

Основна кількість опадів (біля 70%) випадає у теплий період року. За сезонами кількість опадів розподіляється таким чином: взимку їх буває біля 18% річної кількості, весною – 23%, влітку – 36% і восени – 23%. Такий річний хід зберігається у більшості років, але в окремі роки він істотно відрізняється від звичайного.

Про діапазон можливого коливання опадів по місяцях можна зробити висновок за найбільшими та найменшими їх значеннями. Іноді місячна кількість опадів більше, ніж у два рази перевищує середнє багаторічне значення, і навпаки, іноді опадів випадає набагато менше норми (табл.1).

Загальною закономірністю багаторічного ходу опадів є наявність періодів з підвищеним і зниженим режимом зволоження.

На території Українських Карпат спостерігаються всі види опадів. Найбільше число днів із твердими опадами припадає на січень (до 25%), з рідкими та змішаними – на грудень (до 27%). Від зими до весни частка твердих і змішаних опадів зменшується і вже у травні такі опади відмічаються рідше (табл. 2).

Таблиця 1. Місячна і річна кількість опадів (мм). Міжгір'я (1961 – 2006рр)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середнє	69	74	87	79	112	122	139	110	101	96	104	108	1201
Середнє квадр. відхилення	38	53	59	38	43	59	64	56	53	78	59	62	208
Коефіцієнт варіації	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,6	0,6	0,2
Мінімальне	10	2	3	13	45	47	29	2	13	5	16	9	822
Рік	1973	1976	1974	1984	2003	2003	1994	2000	1986	2000	1978	1972	1962
Максимальне	160	241	324	183	197	339	363	256	218	321	271	249	1911
Рік	1979	1977	2001	1998	1985	1974	1980	2006	1984	1974	1969	1993	1998

Таблиця 2. Середня місячна і річна кількість рідких (Р), твердих (Т) і змішаних (З) опадів (мм). Міжгір'я. 1961 – 1990рр.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Р	7	11	36	51	108	134	146	117	94	70	57	34	865
Т	39	39	32	10	-	-	-	-	-	4	23	44	191
З	26	20	17	16	4	-	-	-	-	9	24	32	148

Зимою опади найчастіше випадають із шаруватих хмар глибоких циклонів, які приходять в Україну з Атлантики і Середземного моря та супроводжуються значними дощами.

Весною відбувається посилення адвекції повітряних мас з півдня та півночі, тому протягом сезону часто за теплими дощовими днями спостерігаються похолодання, які супроводжуються снігопадами (табл. 3).

Таблиця 3. Снігопади з кількістю опадів 20 мм і більше за 12 годин і менше

Станція	Дата	Кількість опадів, мм	Тривалість, год	Середня інтенсивність, мм/год
Дрогобич	18 – 19.04.1999	39	12,0	3,25
Яворів	19.04.1999	23	9,0	2,55

Впродовж 22–27 березня 2008 р., який був одним із найтепліших за всю історію метеорологічних спостережень, у Карпатах та на Закарпатті випадав сніг, мокрий сніг та дощ. В Карпатах сніг лежав увесь місяць висотою 24–102 см.

Найбільші добові максимуми опадів переважно є наслідком дуже інтенсивних злив, тривалість яких може бути від 3 год до 1–1,5 доби з перервою [1, 5].

Питання дослідження тривалості та інтенсивності опадів в Українських Карпатах є достатньо актуальним. Так, у практиці гідрологічних розрахунків важливе значення мають дані просторово-часового розподілу не тільки кількості опадів, а їх тривалості та інтенсивності. Особливо ці дані потрібні у гідрологічних розрахунках для району Карпат, де спостерігаються паводки, формування яких відбувається у процесі взаємодії ряду факторів, основними із яких є гідрометеорологічні та характер підстильної поверхні водозбору.

Гідрометеорологічними факторами є кількість опадів, їх тривалість та інтенсивність, частота випадання та ін.

Найтривалішими є облогові опади, які випадають із суцільного покриву шарувато-дощових або високо-шаруватих хмар. Зливові, навпаки, короточасні. Тривалість випадання опадів має добре виражений річний хід (рис. 1).

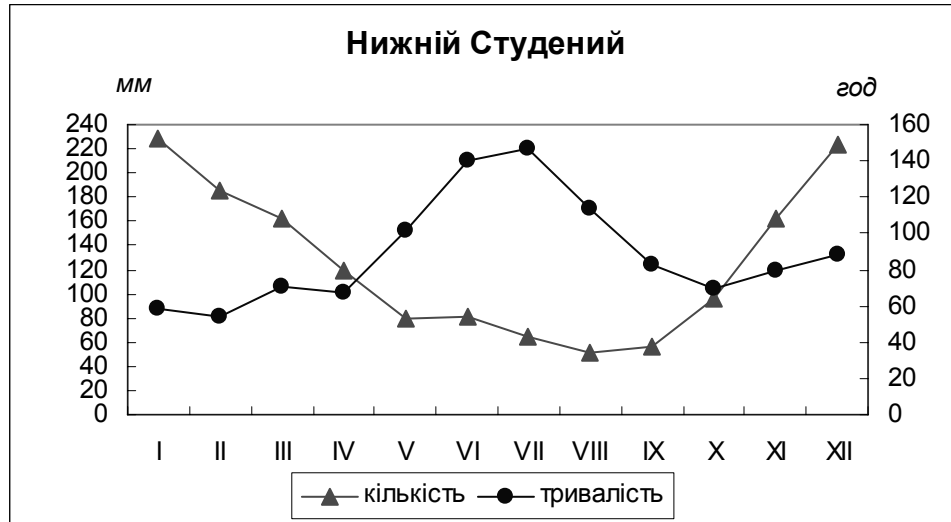


Рис. 1. Річний хід кількості (мм) та тривалості (год.) опадів. Нижній Студений

У період з жовтня до квітня випадають в основному облогові дощі, що характеризуються найменшою кількістю та найбільшою тривалістю. З травня до вересня внаслідок значного розвитку конвекції опади мають зливовий характер, їх кількість збільшується, а тривалість зменшується.

Тривалість опадів різної ймовірності наведена у табл.4.

Таблиця 4. Тривалість (год) опадів різної ймовірності рівна та вища вказаних значень. Пожежевська

Ймовірність, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	383	463	433	286	302	242	218	181	279	265	370	422	2892
5	317	366	354	246	237	195	186	149	205	208	304	350	2506
10	282	318	312	224	205	172	168	133	171	180	270	312	2302
25	223	242	244	187	156	138	137	106	121	138	213	250	1965
50	160	169	173	147	110	106	102	79	76	97	153	183	1604
75	101	109	110	109	74	81	67	54	45	66	97	123	1273
90	54	68	62	78	51	66	37	36	27	45	55	76	1015
95	30	51	39	62	42	60	20	28	20	37	34	52	886
99	-	29	7	38	31	54	-	17	13	27	4	20	703

У січні один раз за 20 років (5 та 95% ймовірності) може відмічатися тривалість опадів відповідно 317 год. або 30 год., один раз за 10 років – 282 год. або 54 год. У липні один раз за 20 років максимальна тривалість опадів може становити 186 год. або 20 год., а один раз за 10 років 168 год. або 37 год. Тривалість безперервного дощу в Українських Карпатах може досягати 70 год. В районі Міжгір'я максимальна тривалість опадів за період 1997–1999 рр. становила 465 год. у лютому, а найменша – 26 год. у липні 1999 р.(рис. 2).

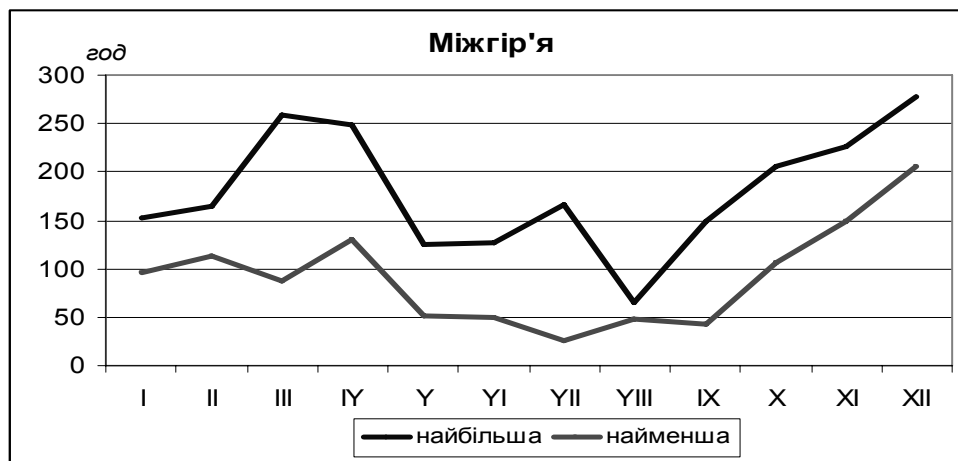


Рис. 2. Найбільша та найменша тривалість (год) опадів

Інтенсивність опадів є одним із найважливіших факторів, які мають вплив на формування паводкового стоку.

Загальне уявлення про інтенсивність опадів може бути отримано за даними середньої місячної кількості та тривалості їх випадання (табл.5.).

Таблиця 5. Середня інтенсивність опадів (мм/хв)

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Нижні Ворота	0,006	0,007	0,009	0,014	0,027	0,033	0,042	0,038	0,029	0,016	0,010	0,007
Нижній Студений	0,004	0,005	0,007	0,009	0,022	0,029	0,038	0,036	0,024	0,012	0,008	0,006
Плай	0,015	0,014	0,015	0,018	0,026	0,034	0,043	0,038	0,031	0,023	0,018	0,016

У холодний період року (листопад – березень) відмічається найменша інтенсивність опадів (від 0,004 до 0,009 мм/хв.), в гірських районах – до 0,018 мм/хв. У теплий період року (квітень – жовтень) інтенсивність опадів різко зростає, особливо влітку, (від 0,029 мм/хв. до 0,042 мм/хв.), в гірських районах – до 0,043 мм/хв. Під час окремих дощів вона значно більша. Так, у березні 2008 року дуже сильний дощ пройшов у Закарпатській області. У Міжгір'ї за дощ випало 65 мм, інтенсивність була 0,093 мм/хв., Нижні Ворота – 0,059 мм/хв., Плай – 0,072 мм/хв. Інтенсивність опадів 23-24 липня того ж року за дощ становила у Яремчі – 0,085 мм/хв., Долині – 0,091 мм/хв., Турці – 0,089 мм/хв. У м. Новодністровську Чернівецької області 25 липня за дощ випало 74 мм, інтенсивність якого дорівнювала 0,237 мм/хв. У 2009 р. 7 червня у Береговому за годину випало 39 мм, інтенсивність якого становила 0,65 мм/хв., 27 червня інтенсивність опадів в Нижніх Воротах становила 0,1704 мм/хв., Міжгір'ї – 0,1963 мм/хв., Нижньому Студеному – 0,1709 мм/хв. Максимальна інтенсивність (9,50 мм/хв.) спостерігалась в Українських Карпатах у Нижньому Бистрому 15 липня 1957 р., коли протягом 50 хвилин випало 16,6 мм опадів, середня інтенсивність дорівнювала 0,33 мм/хв [6].

За останні роки сильні опади, які сприяли утворенню дощових повеней на річках Українських Карпат відмічались у червні 1969 р., травні 1970 р.,

червні 1980 р., травні 1989 р., листопаді 1998 р. березні 2001 р., липні 2008 р., червні – липні 2010 р.

Специфічні особливості гірського клімату проявляються не тільки у впливі на господарську діяльність, а й на здоров'я людини.

Тепловий стан організму людини формується під впливом комплексу ландшафтно-геофізичних факторів і утворенням тепла її власним організмом. Він характеризується як суб'єктивними оцінками тепловідчуттів, так і об'єктивними фізіологічними реакціями організму. Тепловий стан людини є показником фізіологічного комфорту і може бути основою для оцінки впливу середовища на людину, для визначення комфортності зовнішніх умов.

Для характеристики теплового стану людини, яка зазнає впливу комплексу метеорологічних факторів, використовують метод теплового балансу, який дозволяє кількісно оцінювати сумарні втрати тепла організмом або ж його надходження до організму за різних погодних умов.

Територія Закарпатської області, де проводилися експериментальні дослідження, відрізняється значною складністю та контрастністю ландшафтної структури, великою різноманітністю поєднань відмінних між собою діяльних поверхонь. Майже 80% її території зайнято гірськими хребтами і міжгірними улоговинами та долинами і лише 20% - це рівнина, переважно низовина.

За критерій теплового навантаження була взята величина FLE , яка дорівнює сумарному надходженню тепла до організму. Рівняння теплового балансу тіла людини, не захищеної одягом, можна записати у вигляді:

$$FLE = FR + FP + B + q, \quad (1)$$

де FLE - витрати тепла на випаровування поту; FR - радіаційний баланс тіла; FP - теплообмін між тілом і повітрям шляхом конвекції; B - витрати тепла з поверхні дихальних шляхів при диханні; q - теплопродукція організму; F - ефективна площа поверхні тіла ($F=1,5 \text{ м}^2$); L - захована теплота пароутворення ($L = 2411 \text{ Дж/г}$).

Всі члени рівняння (1) виражаються у ватах (Вт). Теплопродукція організму в стані спокою приймалася рівною 93 Вт. Додатні значення FLE ($FLE > 0$) характеризують тепловий стан організму людини, яка зазнає теплових навантажень різної інтенсивності. Якщо величина FLE від'ємна ($FLE < 0$), то це вказує на режим охолодження організму.

Середні значення складових теплового балансу людини в стані спокою в районі досліджень наведені в табл. 6.

Таблиця 6. Середні значення складових теплового балансу людини (Вт) в стані спокою в Міжгір'ї. 13 год

Місяць	FRк	FRд	FR	FP	B	q	FLE
Січень	240,8	-326,7	-85,9	-443,1	-18	93	-454,0
Липень	324,6	-110,9	213,7	-361,7	-12	93	-67,0

Середні значення інтегрального показника теплового стану людини в Міжгір'ї від'ємні, що відповідає режиму охолодження організму. Інтенсивність цього охолодження залежить від багатьох чинників, серед яких найголовнішими є температурний і вітровий режим території, також її орографічні особливості.

Експериментальні дослідження дали можливість виявити відмінності у формуванні теплового стану людини в залежності від форм рельєфу. Спостереження виконувались у липні-серпні у вузькій долині р. Ріка в районі воднобалансової станції Міжгір'я. Рельєф тут гірський, сильно розчленований. Гори підносяться над днищем долини на 400-1000 м, схили вкриті в основному хвойним лісом, рідше – буковим, а місцями зайняті під сіножаті й пасовища.

Три пункти спостереження знаходилися на відрогах Вододільного хребта на висотах 680 м (на відкритій ділянці схилу та в лісі) і 780 м (на лісовій галявині), четвертий пункт розміщувався в долині р. Ріка біля бальнеологічного санаторію „Верховина” (с. Сойми). Таке розташування пунктів спостереження в різних формах рельєфу (лучна заплава, надзаплавна тераса, схили різної експозиції) дають змогу дослідити умови формування теплового стану людини та виявити їх просторову неоднорідність.

Вранці на схилах та в долині організм людини в стані спокою втрачає тепло з різною інтенсивністю. Вдень переважають слабкі і помірні теплові навантаження. В окремі строки спостерігались великі теплові навантаження (400 Вт). В ці години при переважанні шттилю температура повітря досягала своїх максимальних значень 25,0–27,0°C .

Для людини в стані спокою найсприятливіші умови протягом дня на південно-західному схилі. У першій половині дня тут відмічається комфортність умов, а в подальшому слабкі та помірні теплові навантаження.

На північно-східному схилі інтенсивність втрат тепла і теплові навантаження на організм людини вища, ніж на південно-західному, тобто людина перебуває у більш жорстких умовах.

Терморегуляторна система людини влітку в долині р. Ріка знаходиться у найбільш напруженому стані. У ранкові й вечірні години тут відмічаються більші втрати тепла, ніж на схилах. Вдень внаслідок великої закритості горизонту спостерігаються слабкі швидкості вітру, що значно зменшує інтенсивність конвективного теплообміну організму з довкіллям, внаслідок чого переважають помірні, а інколи й великі теплові навантаження. Крім того, самопочуття людини погіршує й висока вологість повітря.

Загалом протягом дня можна регулювати теплові навантаження на організм людини та усувати їх негативні наслідки. Це дозволяє поліпшити умови праці на відкритому повітрі та збільшити тривалість активних видів відпочинку і туризму.

Висновки. Таким чином, для оцінки умов життя та режиму праці населення в гірських регіонах необхідна інформація про умови формування різних небезпечних явищ, термічних навантажень тощо. В Українських Карпатах різні аспекти життєдіяльності людини, яка знаходиться не в

приміщенні й зазнає впливу комплексу факторів довкілля, пов'язані зі складними ландшафтно-геофізичними умовами регіону. Необхідність врахування цих чинників обумовлюється практичними завданнями раціонального використання природних ресурсів регіону, а також при створенні ефективних засобів захисту людини від несприятливих природних явищ, які мають підвищену повторюваність, при нормуванні праці на відкритому повітрі, проектуванні одягу і житла тощо.

Список літератури

1. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. Л.И. Сакали. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 65 с. 2. Климатические ресурсы Украинских Карпат и горных районов Болгарии / Под ред. Л.И. Сакали, С.Х. Линговой. – М: МО Гидрометиздата, 1988. – 339 с. 3. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабиченко, - К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 222 с. 4. Кліматичний кадастр України / УкрНДГМІ та ЦГО. – К., 2005. 5. Огляд погоди та стихійні гідрометеорологічні явища на території України за 2000-2009рр. / УкрГМЦ, ЦГО. – К., 2000–2009. 6. Бабиченко В.Н. основные характеристики особо обильных дождей на Украине, / В.Н.Бабиченко // Тр. УкрНИГМИ. – 1961. – Вып.23. – С. 39-48.

Дослідження окремих елементів гідрометеорологічного режиму Українських Карпат

Кіптенко Є.М., Козленко Т.В., Михайленко Н.М.

Наведені характеристики тривалості та інтенсивності опадів в Українських Карпатах за останній період та вплив ландшафтно-геофізичних факторів на тепловий стан організму людини.

Ключові слова: тривалість та інтенсивність опадів, ландшафтно-геофізичні фактори, тепловий стан організму людини.

Исследования отдельных элементов гидрометеорологического режима Украинских Карпат

Киптенко Е.Н., Козленко Т.В., Михайленко Н.Н.

Приведены характеристики продолжительности и интенсивности осадков в Украинских Карпатах за последний период и влияние ландшафтно-геофизических факторов на тепловое состояние организма человека.

Ключевые слова: продолжительность и интенсивность осадков, ландшафтно-геофизические факторы, тепловое состояние организма человека.

Investigation of specific elements of hydrometeorological regime in Ukrainian Carpathian Mountains

Kiptenko E., Kozlenko T., Mihaylenko N.

The characteristics of duration and intensity of precipitation in Ukrainian Carpathian Mountains for the latest period of time and the influence of landscape-geophysical factors on thermal condition of human body are shown.

Keywords: duration and intensity of precipitation, landscape-geophysical factors, thermal condition of human.

Надійшла до редколегії 27.10.10

Уліганець С.І., Кулініч М.Т.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОСОБЛИВОСТІ, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД УКРАЇНИ ДЛЯ БАЛЬНЕОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ

Ключові слова: природні умови, мінеральні води, бальнеологічні потреби

Постановка проблеми. Використання мінеральних вод для бальнеологічних потреб відоме з давніх часів. Небагато регіонів світу мають у своєму розпорядженні таку їх різноманітність, яка є на території України. Перспективи ж використання цих ресурсів в Україні обумовлюються дією широкого спектру чинників. Так, на основі використання мінеральних вод в Україні сформувалася мережа бальнеологічних курортів, які мають світове значення. Але наявні особливості сучасного використання даного виду природних ресурсів обумовлюють необхідність їх подальшого дослідження.

Метою статті є дослідження особливостей, проблем і перспектив використання мінеральних вод України для бальнеологічних потреб.

Виклад основного матеріалу. Дослідженням мінеральних вод займалися такі дослідники, як Бабов К., Білак С., Блінов П., Бобилєва О., Бурлак Г., Великий Г., Іщенко О., Ковальська В., Лютий Г., Мойсєєва Н., Набока М., Нацик В., Негода Г., Огняник М., Овчиннікова Н., Прокопов В., Сулейманов С., Шестопапов В. та інші. Вони займалися питаннями класифікації мінеральних вод, поширення мінеральних вод по території України, а ми, в свою чергу, представили особливості, проблеми і перспективи використання мінеральних вод саме в туристсько-рекреаційних цілях.

Мінеральні води - це природні підземні води, які справляють на організм людини лікувальну дію, зумовлену підвищеним вмістом деяких компонентів (гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів, кальцію, магнію, натрію, калію), специфічних компонентів (газового складу, мікрокомпонентного тощо), або специфічними фізичними властивостями (радіоактивність, температура, структура води, реакція води - рН тощо), які разом тією чи іншою мірою відрізняються від дії питної води [6].

Перші відомості про наявність лікувальних мінеральних вод на території сучасної України стосуються Передкарпаття і належать до кінця XVI - початку XVII ст. Поблизу села Лумшори Перечинського району приватними особами був організований лікувальний заклад, який у XVIII ст. почали називати "Курортом Лумшори". У XVIII столітті поблизу поселення Міжгір'я (Волове) приватні підприємці відкрили водолікарню для вуглекислих купалень. XIX століття у селі Неліпино відкрито Сваляво-

Неліпинський курорт. На початку століття на околиці поселення Свалява була збудована невелика водолікарня для мінеральних купалень. Лікарем Карловським був організований Свалявський лікувальний пансіонат (філіал курорту Неліпино), а згодом був перетворений у цех для розливу мінеральних вод Свалява. На базі мінерального джерела "Поляна-Купіль" була створена водолікарня з примітивним пансіонатом. У селі Кобилецька Поляна почав працювати курорт "Квасний", а в селі Кваси - невелика водолікарня. На околиці села Вишково на базі двох мінеральних джерел функціонувала водолікарня "Замкова Купіль". У районі села Голубине розпочалося використання мінеральних вод "Маргіт", "Лугі-Ержібет" та "Панонія-Жофія" - джерел, що знаходилися поруч.

Джерела курортів Шкла, Великого Любень, Немирова, Трускавця (Львівська область) описав видатний польський лікар В. Очко в 1578 р. Перші бальнеологічні курорти в Україні виникли на мінеральних водах у Шкло (1576 р.), Трускавці (1827 р.), Моршині (1877 р.) Львівської області, Саках (1799р.) – АРК, Березівці під Харковом (1862 р.), Одесі (1829р.), Миргороді Полтавської області (1917 р.), а також в Хмільнику Вінницької області (1934р.). Після Другої світової війни почали працювати санаторій "Синяк" та санаторій "Поляна". У другій половині ХХ століття відкриваються санаторії "Шаян", "Верховина" та "Гірська Тиса". Також в цей час прийнята постанова ЦК КП України та Ради Міністрів УРСР про подальший розвиток курортів на Закарпатті. За планом передбачалося будівництво двох нових санаторіїв: "Сонячне Закарпаття" та "Квітка Полонини" [4].

Щодо класифікації мінеральних вод, то перші критерії їх оцінки були розроблені німецьким хіміком Грюнхутом і прийняті Наугеймською радою у 1911 р. За цими критеріями виділяли 14 різних параметрів складу води, за умови перевищення яких вода вважалася мінеральною, тобто лікувальною.

В таблиці 1 подано дані щодо розвитку уявлень про бальнеологічні показники мінеральних вод, які стосуються тільки критеріїв розподілу мінеральних вод: від перших критеріїв Грюнхута, які стали основою практично в усіх країнах (колонка 2), до критеріїв, застосованих у "Класифікації мінеральних вод України" 2001 р. (колонка 4). У колонці 3 подано критерії, які застосовували у колишньому Радянському Союзі, в тому числі і в Україні. Критерії, в основному, наведені за відомою "Классификацией минеральных вод" Іванова-Невраєва [6].

Сучасний підхід до визначення критеріїв вмісту специфічних компонентів, за якими виділяють мінеральні води, дещо змінився з огляду на недоліки старих підходів. Зовсім по-новому в "Класифікації мінеральних вод України" (рис. 1) здійснений підхід до "специфічних фізичних властивостей", за якими природна вода може бути визнана мінеральною (лікувальною) [6].

Класифікація мінеральних вод України допомогла вивчити властивості і лікувальну дію різних типів мінеральних вод. На основі їх використання в Україні сформувалась потужна мережа курортів (табл. 2) [2].

Таблиця 1. Порівняльні критерії розподілу мінеральних вод [6]

Основні показники	Перші критерії розподілу мінеральних вод за Грюнхутом, 1911 р. (у дужках поправки 1932 р.)	Межі вмісту за діючими документами	Межі вмісту за новою класифікацією
Загальна мінералізація (загальний вміст розчинених солей)	Понад 1 г/л	Понад 1 г/л	Такі самі
Вміст CO ₂ вільної і розчиненої	250 (500)мг/л і більше	500 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст органічної речовини (в розрахунку на вуглець)	-	50-30мг/дм ³	8-40мг/дм ³ – води типу «Нафтуся», понад 40мг/дм ³ – води типу «Брамштедт»
Вміст ортоборної кислоти (H ₃ BO ₃)	Метаборна кислота (HBO ₂) 1г/л	35 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст метакремнієвої кислоти (H ₂ SiO ₃)	-	50 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст As	Гідроаксерніт (HAsO ₄ ⁻²) 1,3 мг/л	Понад 0,7 мг/дм ³	0,7-2 мг/дм ³
Вміст Br	5мг/л і більше	25 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст J	1,0 (5,0) мг/л	5 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст Li	1 мг/л	-	Понад 5 мг/дм ³
Вміст Se	-	-	Понад 10мкг/дм ³
Вміст Ag	-	-	Понад 0,1 мг/дм ³
Вміст Sr	10 мг/л	-	Понад 0,001 мг/дм ³
Вміст Fe	Fe ²⁺ + Fe ³⁺ 10 (20) мг/л і більше	Fe ²⁺ + Fe ³⁺ 10 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст Ba	10мг/л	-	-
Вміст F	10мг/л	-	-
Вміст H ₂ S _{заг} (H ₂ S+HS)	Титрована сірка 1 мг/л і більше	10 мг/дм ³ і більше	Такі самі
Вміст Rn	Понад 1,3 мкС (29 мкС)	180 Бк/дм ³ і більше	Такі самі

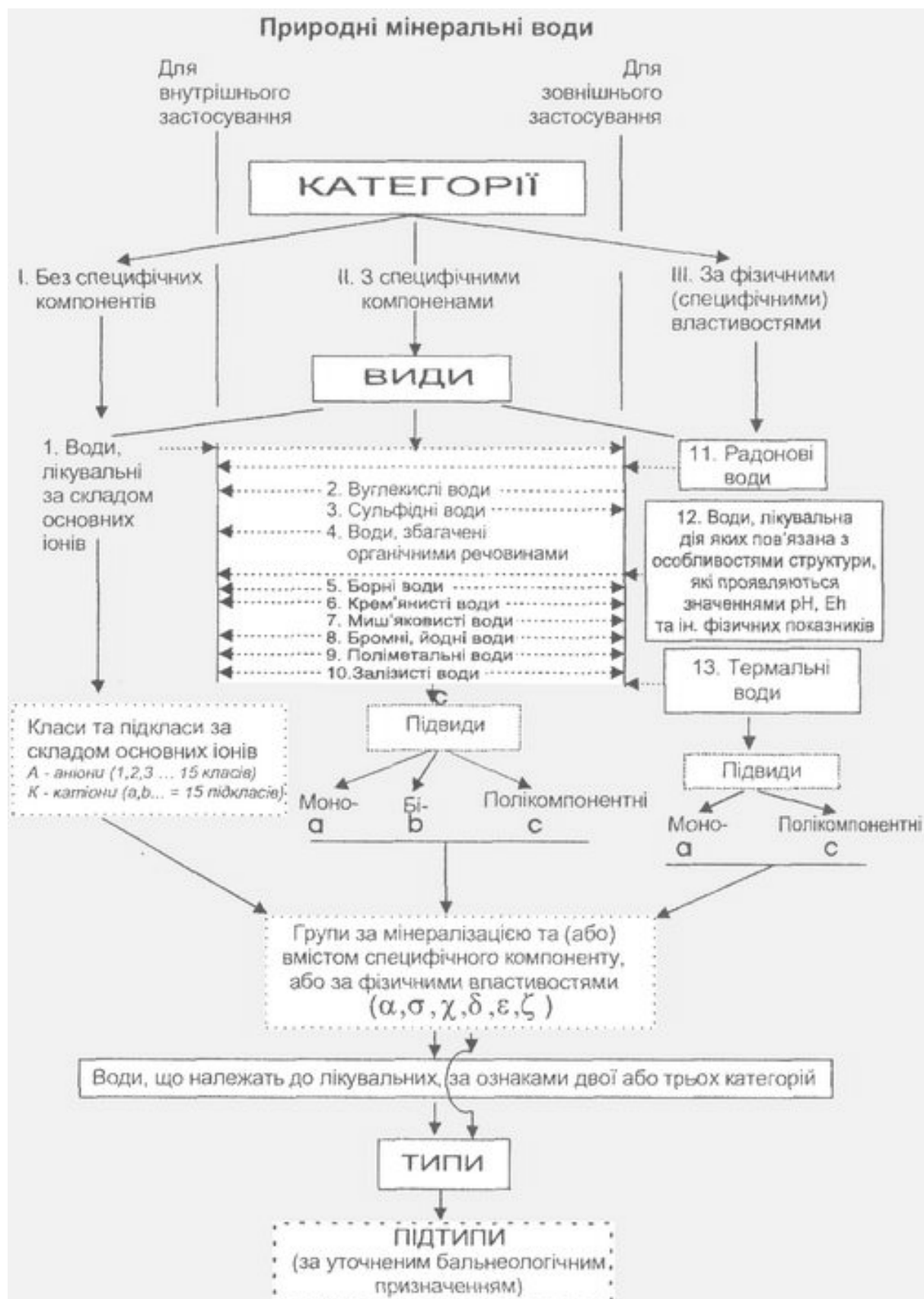


Рис. 1. Схема класифікації мінеральних вод України [6]

Курорт – це місцевість, яка має природні лікувальні фактори і необхідні умови для їх використання з лікувально-профілактичною метою [1].

Також в Україні виділено перспективні санаторно-курортні зони: Верхньо-синевидненська і Грозівська на Львівщині; Ужоцька і Велико -

Таблиця 2. Курорти України, що функціонують на основі мінеральних лікувальних вод [1; 3]

Назва курорту або курортної місцевості	М-ть, чол.	Лікувальні фактори	Медичні показання
Аркадія	3000	Хлоридно-гідрокарбонатно-сульфідна	Опорно-рухова система, нервова система, серцево-судинна система, гінекологія
Бердянськ	2560	Хлоридно натрієва	Опорно-рухова, серцево-судинна і периферійна нервова системи, гінекологія
Біла Церква	-	Радонова	Опорно-рухова система, периферійна нервова система
Березівські мінеральні води	1108	Бромна, йодо-бромна, крем'яниста гідрокарбонатна кальцієво-натрієво-магнієва	Шлунок, кишечник, печінка, жовчні шляхи, порушення обміну речовин, серцево-судинна система
Великий фонтан	2000	Хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатна натрієва	Органи травлення
Верховина (Сойми)	500	Вуглекисла хлоридно-гідрокарбонатна натрієво-кальцієва	Шлунок, кишечник, печінка, жовчні шляхи, порушення обміну речовин, серцево-судинна нервова система, серцево-судинна система, шкіра
Гірська Тиса	500	Мині'яковиста; вуглекислі, хлоридно-гідрокарбонатна натрієво-кальцієва та залізна	Опорно-рухова система, гінекологія, периферійна нервова система
Гопри	256	Хлоридно натрієва ропа	Опорно-рухова система, гінекологія, периферійна нервова система
Горинь	-	Хлоридно-натрієва	Органи травлення
Гусятин	-	Типу Нафтуся	Органи травлення
Драгове	-	Вуглекисло-гідрокарбонатно-хлоридна натрієва	Органи травлення, порушення обміну речовин
Деренівка (Ужгород)	-	Крем'яниста	Седативний, протизапальний, антиоксидантний вплив
Євпаторія	10500	Хлоридно-натрієва; азотно-метанова гідрокарбонатно-хлоридна натрієва; ропа	Опорно-рухова система, органи травлення, захворювання центральної і периферійної нервової системи, гінекологія, шкіра
Затока	-	Хлоридно-гідрокарбонатна натрієва; ропа	Опорно-рухова система. серцево-судинна система, периферійна нервова система
Карпати	1000	Крем'яниста, вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Кардіоневрологічні захворювання, органи травлення

Квітка Полонини	500	Вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Шлунок, кишечник, печінка, жовчні шляхи, захворювання серцево-судинної системи
Перечин	3000	Вуглекисла гідрокарбонатна кальцієво-натрієва; сульфідна	Серцево-судинна система, органи травлення, ендокринна система
Кобилецька Поляна	-	Вуглекисла гідрокарбонатна кальцієво-натрієва; радонова	Серцево-судинна система, органи травлення, ендокринна система
Куяльник	2000	Хлоридно-гідрокарбонатна натрієва; ропа	Шлунок, кишечник, печінка, сечовий міхур, порушення обміну речовин, нервова система
Любінь Великий	660	Сульфідна сульфатно-гідрокарбонатна кальцієва	Система кровообігу, опорно-рухова система, периферійна нервова система
Мелас	300	Сульфатно-гідрокарбонатна кальцієво-натрієво-магнієва	Органи травлення
Микулинці	-	Підвищений вміст органічних речовин (типу Нафтуся)	Органи травлення
Миргород	1837	Хлоридна натрієва	Органи травлення, порушення обміну речовин
Моршин	6860	Сульфатно-хлоридна натрієво-магнієво-кальцієва (розсоли); без специфічних компонентів	Периферійна нервова система, сугави, гінекологія, органи травлення
Немирів	550	Сульфідна сульфатно-гідрокарбонатна кальцієва	Система кровообігу, опорно-рухова система, шкіра, периферійна нервова система
Плоске	200	Вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Серцево-судинна система, органи травлення, ендокринна система
Приморське	-	Сульфідна-хлоридно-натрієва; гідрокарбонатно-хлоридна натрієва	Серцево-судинна система, нервова система, ендокринна система, обмін речовин
Поляна	500	Вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Шлунок, кишечник, підшлункова залоза, печінка, жовчні шляхи, серцево-судинна система
Рай-Оленівка	505	Крем'яниста гідрокарбонатна натрієво-магнієво-кальцієва	Органи травлення
Саки	700	Гідрокарбонатно-хлоридна натрієва; ропа	Опорно-рухова система, центральна і периферійна нервова система, гінекологія, органи травлення
Сатанів	-	Підвищений вміст органічних речовин (типу Нафтуся)	Органи травлення

Сняк	400	Сульфідна сульфатна кальцієва	Серцево-судинна система, периферійна нервова система, опорно-рухова система
Сергіївка	1000	Бромна хлорид на натрієва	Опорно-рухова система, нервова система, кістково-сугавний туберкульоз
Слов'янськ	1035	Хлоридна натрієва, залізна	Опорно-рухова система, шкіра, гінекологія, спинний мозок
Солоний Лиман	-	Хлоридна натрієва	Сугави, периферійна нервова система
Сонячне	605	Вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Шлунок, підшлункова залоза, обмін речовин, серцево-судинна система
Закарпаття			
Старобільськ	200	Хлоридна натрієва радонова	Опорно-рухова система, периферійна нервова система
Східниця	310	Гідрокарбонатна; сульфатно-гідрокарбонатна кальцієво-натрієва; з високим вмістом органічних речовин	Сечова система, шлунок кишечника
Трускавець	10000	Біля 10 різновидів води	Печінка, нирки, сечова система, обмін речовин
Усть-Чорна	200	Хлорид на натрієва	Опорно-рухова система, периферійна нервова система
Феодосія	1000	Сульфідно-хлоридна натрієва;	Шлунок, кишечник, печінка, жовчні шляхи, обмін речовин, кровотворення
Хаджибей	200	Хлоридно-натрієво-магнієва; ропа	Опорно-рухова і нервова системи
Хмільник	-	Радонова	Опорно-рухова, нервова, серцево-судинна системи, шкіра, гінекологія, реабілітація після інфаркту і інсульту
Чократ	250	Хлоридна натрієво-магнієва, ропа	Опорно-рухова система, органи травлення, периферійна нервова система, гінекологія
Черче	260	Сульфідна сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієва; гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієва	Опорно-рухова система, периферійна нервова система, гінекологія
Шаян	400	Вуглекисла хлоридно-гідрокарбонатна натрієва;	Шлунок, кишечник, печінка, жовчні шляхи, серцево-судинна система, порушення обміну речовин
Шкло	500	Вуглекисла гідрокарбонатна натрієва	Шлунок, кишечник, система кровообігу, опорно-рухова система, периферійна нервова система
Щербинці	-	Залізна	Кровотворення, анемії

Більчанська в Закарпатті; Мізунська на Івано-Франківщині; Путивльська і Брусницька на Буковині; Грем'яцька на Волині; Борщівсько-Заліщицька на Тернопільщині та ін. [2].

Безперечно при використанні ресурсів виникають і різноманітні проблеми. Особливо динамічно сьогодні розвивається промисловий розлив мінеральних вод. Але це веде за собою ряд проблем. По-перше, внаслідок видобутку мінеральних вод з метою промислового розливу, досить швидко зменшується кількість запасів останньої. По-друге, не дотримуються стандарти при розливі мінеральних вод: їх розлив у поліетиленові пляшки і транспортування на значні відстані тягне за собою зміну фізико-хімічного складу води, і втрату певного ряду лікувальних властивостей. Для вирішення цих проблем потрібно удосконалити законодавчу базу стосовно обмеження промислового розливу мінеральних лікувальних вод, а також чіткого дотримання стандартів. Повинні бути відпрацьовані спеціальні прийоми обробки і розливу, що дозволяють звести до мінімуму якісні зміни мінеральних вод. Головною умовою подальшого розливу мінеральних вод повинно бути збереження природних властивостей натуральної мінеральної води.

Ще одною важливою проблемою на сьогодні є забудова територій, на яких знаходяться родовища мінеральних лікувальних вод. Наприклад, одне з найбільших родовищ мінеральних вод Закарпаття сьогодні знаходиться під загрозою. Голубінське (Лужанські) родовище вуглекислих мінеральних вод на Закарпатті є унікальним для України і відоме далеко за межами нашої держави, потребує негайного захисту від виснаження і потенційного забруднення. На території родовища масово і безконтрольно йде забудова санітарно-охоронної території родовища, що може привести до непоправних наслідків - забруднення родовища і неможливості використання мінеральної води з цього джерела. На сьогоднішній день видобуток та використання вуглекислих мінеральних вод на цьому родовищі проводять санаторії "Квітка Полонини" і "Кришталеве джерело", а також завод розливу "Луги" та ТОВ "Маргіт" [7].

Істотною проблемою для України є також втрата курортно-рекреаційних територій у зв'язку з їх радіоактивним забрудненням внаслідок Чорнобильської катастрофи. Однак, оцінка курортно-лікувальних ресурсів дає об'єктивні підстави стверджувати, що ситуація, яка склалася в галузі, є тимчасовою, а Україна має перспективу поживавлення туризму в напрямку використання мінеральних лікувальних вод.

Головним у плануванні перспективного розширення використання мінеральних лікувальних вод повинно стати визначення їх цінності та пріоритетів у формуванні подальшої інвестиційної політики країни. З цього погляду необхідно перш за все зарезервувати території унікальних бальнеологічних ресурсів [5].

Висновки. Тобто, в подальшому, досліджуючи особливості класифікації мінеральних вод, закономірності поширення вод по території України, історичні аспекти їх використання в лікувальних цілях, ми отримаємо

неоцінений досвід для оцінки можливої перспективи в експлуатації мінеральних лікувальних вод України. Адже вже сьогодні, ми бачимо, що Україна має всі необхідні умови для майбутнього використання мінеральних лікувальних вод та розвитку і реструктуризації курортної системи на їх базі. Але для цього потрібно докласти трохи коштів, часу і зусиль.

Список літератури

1. Курорты: Энциклопедический словарь / Под ред. Е.И. Чазова. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – 592 с. 2. Любіцева О.О. Туристичні ресурси України / Любіцева О.О., Панкова Є.В., Стафійчук В.І. – К. : Алтерпрес, 2007. – 369 с. 3. Мацола В.І. Рекреаційно-туристичний комплекс України / В.І. Мацола. – Львів : ІРД НАНУ, 1997. – 259 с. 4. Саприкін Ю.П. Мінеральні води в Україні – корисні копалини і напої / Ю.П. Саприкін // Проблеми мінеральних вод. – 2005. – 458 с. 5. Стафійчук В.І. Рекреалогія / В.І. Стафійчук. – К. : Альтерпрес, 2006. – 264 с. 6. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н.В. Фоменко. – К. : ЦНЛ, 2007. – 312 с. 7. www.mukachevo.net – офіційний сайт міста Мукачеве.

Особливості, проблеми і перспективи використання мінеральних вод України для бальнеологічних потреб

Уліганець С.І. Кулінич М.Т.

В статті аналізуються природні умови, характеристика мінеральних вод України, а також представлені рекомендації з використання мінеральних вод України для бальнеологічних потреб.

Ключові слова: природні умови, мінеральні води, бальнеологічні потреби.

Особенности, проблемы и перспективы использования минеральных вод Украины для бальнеологических нужд

Улиганец С.И., Кулинич М.Т.

В статье анализируются природные условия, характеристика минеральных вод Украины, а также представлены рекомендации по использованию минеральных вод Украины для бальнеологических нужд.

Ключевые слова: природные условия, минеральные воды, бальнеологические нужды.

Features, problems and prospects use of mineral waters of Ukraine to spa needs

Uliganets S.I., Kulinich M.T.

The article analyzes the natural conditions, characteristics of of Ukraine, as well as recommendations on the use of mineral waters of Ukraine to spa needs.

Keywords: mineral waters, natural conditions, spa needs.

Надійшла до редколегії 16.11.10

Міхно О.Г., Камінський В.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОСОБЛИВОСТІ ШИФРУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ПЕРЕДАВАННЯ ПО ВІДКРИТИХ КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ

Ключові слова: *геопросторова інформація, координовані вектори, передавання даних по каналах зв'язку*

Актуальність проблеми. Сучасні бойові дії неможливі без оперативної передачі геопросторових даних між геоінформаційними системами різних ланок збройних сил. Але на відміну від інших різновидів оперативної інформації, геопросторові дані мають деякі особливості, які потрібно враховувати при їх передаванні. Зокрема, до основних типів геопросторової інформації належать:

- растрові зображення;
- цифрово-текстовий опис об'єктів;
- координовані вектори.

Якщо для перших двох типів даних існує велика кількість алгоритмів, які можна застосовувати для їх стиснення (*GIF, JPEG, ZIP, RAR* тощо), то для координованих векторів було б доцільно попередньо трансформувати записи у вигляді зміщення координат. Передавання геопросторових даних по закритих каналах зв'язку на сучасному етапі реформування Збройних Сил України є досить проблематичним, оскільки існуючі закриті канали не забезпечують відповідної продуктивності для таких даних.

Мета статті. Формування алгоритмів шифрування геопросторових даних для передавання відкритими каналами зв'язку.

Виклад основного матеріалу досліджень. Для передавання геопросторових даних по відкритих каналах зв'язку доцільно використовувати алгоритми з відкритим ключем (асиметричні криптосистеми) [1]. В основі їх лежить використання *односторонніх* функцій, тобто функцій, які легко обчислити, але важко обернути. Важке обертання означає, що довільний поліноміальний алгоритм, який буде обертати односторонню функцію, видасть потрібний результат з дуже малою ймовірністю. До відомих односторонніх функцій належать:

1. *Добуток простих чисел* $f(x,y) = xy$. Оберненою до добутку є функція розкладання числа на множники. Сучасним найшвидшим алгоритмом факторизації числа є різновиди квадратичного алгоритму Діксона.

2. *Піднесення до степені за модулем* $f(p,g,x) = g^x \bmod p$. Оберненою є функція обчислення дискретного логарифму: p – просте число, g – генератор

циклічної групи $Z_p^* = (\{x \mid x < p, \text{НСД}(x, p) = 1\} \bmod p)$:

$$Z_p^* = \{g^i \bmod p \mid 1 \leq i \leq p-1\}, \quad g \in Z_p^*.$$

Сучасний найкращий алгоритм обчислення дискретного логарифму базується на обчисленні індексів та має часову оцінку $L(n)^{\sqrt{2}}$ [2]. Відкритою проблемою є пошук генератора g для групи Z_p^* (поліноміальний алгоритм пошуку поки що невідомий).

Розглянемо можливість шифрування геопросторових даних за допомогою добутку простих чисел в криптосистемі RSA (Rivest, Shamir, Adleman) [3]. Перевага такого алгоритму над іншими полягає у відсутності потреби таємно передавати ключ. Алгоритм роботи криптосистеми RSA полягає у наступному (рис.).

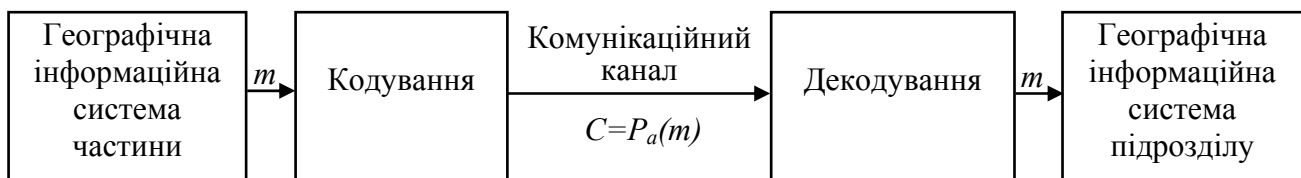


Рис. – Структурна схема передавання геопросторових даних по відкритому каналу зв'язку

Кодується повідомлення m за формулою:

$$C = P_a(m) = m^e \bmod n,$$

де, e – довільне натуральне число, взаємно просте з $p-1$ та $q-1$, n – добуток двох простих чисел p та q , які залишаються таємними;

Відкритий ключ складається з двох чисел n та e , які передаються по відкритому каналу зв'язку.

Таємний ключ d , за допомогою якого буде декодуватися інформація, обчислюється з рівності $d \cdot e \bmod ((p-1)(q-1)) = 1$, або $d = e^{-1} \bmod ((p-1)(q-1))$.

Декодування повідомлення c для отримання повідомлення m проводиться наступним чином:

$$m = c^d \bmod n.$$

Шифрована інформація декодується правильно, оскільки p та q – прості числа, а $\varphi(pq) = \varphi(n) = (p-1)(q-1)$, де φ – функція Ейлера. З умови вибору ключа d маємо: $d \cdot e \bmod \varphi(n) = 1$, або $d \cdot e = \varphi(n) \cdot k + 1$ для певного натурального k .

$c^d \bmod n = (m^e)^d \bmod n = m^{ed} \bmod n = m^{\varphi(n)k+1} \bmod n = (m^{\varphi(n)} \bmod n)^k \cdot m = 1^k \cdot m = m$, оскільки за теоремою Ейлера $m^{\varphi(n)} \bmod n = 1$.

Закодоване таким чином повідомлення захищене від несанкціонованого доступу настільки, наскільки складно розкласти на множники число n .

Вже відпрацьовані алгоритми для розкладу числа n на множники: квадратичне решето, еліптичні криві, метод решета числового поля (general number field sieve) для великих чисел. Вони суттєво не відрізняються за кількістю обчислювальних витрат і можуть бути застосовані для вирішення задачі кодування геопросторової інформації для передавання її по відкритих каналах зв'язку.

Тестування цих алгоритмів показали, що при використанні чисел до 100 знаків, факторизація числа відбувається за декілька хвилин на потужних персональних комп'ютерах. Для факторизації чисел більшого розміру потрібне використання багатопроеесорних систем (тестування проводилось на кластері Київського національного університету імені Тараса Шевченка [3]). При розкладанні чисел розмірністю до 150 десяткових знаків на 44 процесорному кластері з тактовою частотою 2 ГГц кожний, процедура факторизації займе більше півроку, а числа розмірністю у 200 десяткових знаків, що знаходяться у конкурсному списку RSA [4], по сьогоднішній день неможливо факторизувати. Тобто, можливо підібрати довжину ключа n , при факторизації якого геопросторова інформація буде вже не актуальна в часі, та який відповідає оперативності – декодування відбувається за короткий термін (декілька мс).

Висновок. Отже передавання геопросторових даних по відкритих каналах зв'язку доцільно робити у два етапи: по-перше, це – стиснення інформації, по-друге, шифрування з відкритим ключем. Причому потрібно розробити ефективні алгоритми для стиснення координовано-векторної інформації (для інших типів даних вже існують ефективні алгоритми) та вибрати відповідну сучасну криптосистему, в якій у відповідності до актуальності даних змінювати довжину ключа n від 120 до 220 десяткових знаків.

Список літератури

1. *Василенко О.Н.* Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии / О.Н. Василенко. – М.: МЦНМО, 2003. – 328 с.
2. *Lenstra A.K.* Algorithms in number theory / Lenstra A.K., Lenstra H.W. // Handbook of Theoretical Computer Science ; J. van Leeuwen, editor. – Elsevier and MIT Press, 1990.
3. *Rivest R.L.* A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems / Rivest R. L., Shamir A., Adleman L.M. // Communications of the ACM. – 1978. – V. 21. – P. 120–126.
4. <http://www.cluster.univ.kiev.ua>,
5. The RSA Challenge Numbers // RSA Laboratories. <http://www.rsasecurity.com/rsalabs/node.asp?id=2093/>

Особливості шифрування геопросторових даних для передавання по відкритих каналах зв'язку

Міхно О.Г., Камінський В.М.

Проаналізована можливість передавання геопросторових даних по відкритих каналах зв'язку між геоінформаційними системами військового призначення різних рівнів, сформовані вимоги до таких каналів зв'язку.

Ключові слова: геопросторова інформація, координовані вектори, передавання даних по каналах зв'язку.

Особенности шифрования геопространственных данных для передачи по открытым каналам связи

Михно А.Г., Каминский В.Н.

Проанализирована возможность передачи геопространственных данных по открытым каналам связи между геоинформационными системами военного назначения различных уровней, сформированы требования к таким каналам связи.

Ключевые слова: *геопространственная информация, координированные вектора, передача по каналам связи.*

Geospatial information encipherement features for the transmission on the opened communication channels

Mikhno O.G., Kaminskiy V.M.

The possibility of communication of geospatial data on the opened communication channels between the geographic information systems of military destination of different levels is analyzed. The requirement to such channels of connection formed.

Keywords: *geospatial information, coordinated vectors, transmission on connection channels.*

Надійшла до редколегії 09.06.10

**ПРО МІЖНАРОДНУ КОНФЕРЕНЦІЮ
"ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ"
(м. Київ, Україна, 16-19 листопада 2010 р.)**

Міжнародна конференція «Глобальні та регіональні зміни клімату» відбулася в період з 16 по 19 листопада 2010 р. в м.Києві.

Організатори конференції:

Національна академія наук України, Державна гідрометеорологічна служба МНС України, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України

У роботі конференції взяли участь понад 150 відомих вчених і науковців з чотирнадцяти країн Європи, Азії й Америки, чий науковий інтерес пов'язаний з дослідженням зміни клімату Землі, його проявами на регіональному рівні, оцінкою можливих екологічних та соціально-економічних наслідків таких змін.

У рамках роботи конференції відбулось пленарне засідання, працювали чотири секції:

- Моніторинг зміни клімату та стихійних гідрометеорологічних явищ. Системи моніторингу.
- Моделювання і прогнозування кліматичних змін. Реконструкції клімату.
- Вплив кліматичних змін на екосистеми.
- Дослідження НАН США. Гідрологічні аспекти зміни клімату, менеджмент водних ресурсів і паводки.

На конференції було представлено понад 100 наукових доповідей.

Основними темами, які обговорювалися на конференції були:

- сучасні глобальні й регіональні зміни клімату;
- характерні особливості циркуляції атмосфери й синоптичних процесів у XX – XXI століттях;
- прояв кліматичних змін в окремих країнах і регіонах земної кулі;
- розроблення методів і моделей дослідження клімату як глобальних гідродинамічних, так і напівемпіричних;
- інтерпретація результатів моделювання глобальних і регіональних кліматичних моделей для окремих регіонів;
- оцінка впливу зміни клімату на водні ресурси і природні екосистеми;
- питання адаптації до зміни клімату.

Як результат обговорення доповідей і дискусій учасники конференції відмітили, що:

- сучасна кліматична епоха характеризується додатковим інтенсивним антропогенним впливом;
- спостерігається 50-70-річна циклічність швидкості зміни глобальної приземної температури повітря, яка зумовлена природними процесами в

кліматичній системі “атмосфера – океан” (великомасштабні атмосферні циркуляції, Північноатлантична осциляція);

- в останнє десятиріччя простежується тенденція до зменшення швидкості зростання глобальної температури як у Північній, так і в Південній півкулях, що може бути наслідком взаємної компенсації парникового ефекту й зменшення температури, спричиненого природними геофізичними процесами;

- спостерігаються регіональні зміни клімату, які зумовлені глобальними змінами кліматичної системи. Вони проявляються в зростанні приземної температури повітря (особливо в зимовий період), збільшенні кількості екстремальних метеорологічних явищ. На фоні регулярних кліматичних змін відмічаються міжрічні й десятилітні квазіперіодичні коливання основних гідрометеорологічних параметрів, які зумовлені природними процесами, що відбуваються в кліматичній системі;

- відмічається вплив кліматичних змін на умови формування водних ресурсів та внутрішньорічний розподіл річкового стоку.

Для отримання більш об'єктивних висновків щодо зміни клімату необхідно:

- продовжувати й розвивати регулярні спостереження з використанням як стандартних методів, так і нових технологій (перш за все супутникових);

- досліджувати всі компоненти кліматичної системи, особливу увагу приділяти довгоперіодним тенденціям їхніх змін;

- акцентувати увагу вчених на покращенні доказової бази регіональних змін клімату;

- зменшити ступінь наукової невизначеності впливу аерозолів природного й антропогенного походження, а також зовнішніх чинників: сонячної й геомагнітної активності, гравітаційного й магнітного полів тощо;

- удосконалювати оцінки впливу океану на клімат, автоколивань в системі «океан – атмосфера»;

- удосконалювати як глобальні, так і регіональні кліматичні моделі (збільшення роздільної здатності, більш повне врахування зворотних зв'язків і результатів взаємного впливу океану, атмосфери, кріосфери, біосфери).

На конференції було **прийнято рішення** щодо проведення в 2013 році під егідою Всесвітньої метеорологічної організації в м. Києві чергової міжнародної конференції, присвяченої проблемам зміни клімату.

*Директор Українського науково-дослідного
гідрометеорологічного інституту МЧС України і
НАН України,
доктор геогр. наук,
член кореспондент НАН України*

В.І.Осадчий

ВИЙШЛИ З ДРУКУ

Гребінь В.В.. СУЧАСНИЙ ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК УКРАЇНИ (ЛАНДШАФТНО-ГІДРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ). – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.

У монографії розглядаються питання впливу кліматичних змін на водний режим річок басейну Дніпра починаючи з другої половини 80-х років XX століття.

Обґрунтовано та реалізовано територіальну та функціональну структури ландшафтно-гідрологічної організації території України. Визначено та обґрунтованочасові межі періоду зміненого гідрологічного режиму річок країни. Досліджено закономірності просторово-часової динаміки та розподілу сучасних змін елементів водно-теплогового балансу та відповідних змін внутрішньорічного розподілу стоку річок в межах окремих ландшафтно-гідрологічних провінцій по фазах гідрологічного режиму та гідрологічних сезонах

Для фахівців – гідрологів, гідроекологів, георгафів, студентів-гідрометеорологів.

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. Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. він включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “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 рубежом, 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 7.1:2006 «Система стандартів з інформації...»). 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 резюме, таблицями, рисунками (рисунки чорно-білі) та списком літератури) необхідно надсилати на адресу редколегії на електронному носії (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 New Roman - 14, Word 6-8. Поля: верхнє, нижнє, ліве – 2 см; праве – 1 см, інтервал – 1, абзац – 3 знаки.

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).

До тексту статті додаються 3 анотації – українською, російською і англійською мовами за схемою: 1) назва статті, прізвище та ініціали автора; 2) короткий текст анотації; 3) ключові слова (до 5 слів, розділених крапкою з комою).

Крім того, 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.

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

УДК 551.49 (кегель 14)

Петренко М.І. (кегель 14, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м.Київ (кегель 14, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА

(кегель 14, напівжирний)

Через інтервал – **Ключові слова:** не більше 5 слів (кегель 12, нахилений)

Далі через інтервал починається текст статті. Після нього через інтервал підзаголовок "Список літератури" (кегель 12, напівжирний), а потім власне список за його наявності. Список літератури має бути оформлений згідно вимог ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 та вимог ВАК України («Бюлетень ВАК України , № 3 від 2008).

Після "Списку літератури" через інтервал – анотації українською, російською і англійською мовами: назва статті, прізвище та ініціали автора, короткий текст анотації, ключові слова.

Редакційна колегія

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2010 рік

Том 4(21)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – Є.Цвелих

Підписано до друку 08.12.2010
Формат 60х90/16 Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк різнограф.
Ум. др. арк. 8,5. Обл.-вид. арк. 8,7.
Наклад 300 прим. Зам. № 17-010



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