

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

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

**Періодичний науковий збірник
ТОМ 2 (27)**

Київ
2012

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2012. – Т. 2(27). – 148 с.

HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:

The scientific collection / The editor-in-chief V.K. Khilchevskiy. – 2012. – Vol. 2(27). – 148 p.

У збірнику вміщені статті, в яких викладені методичні розробки, а також результати теоретичних та прикладних гідрологічних, гідрохімічних 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.
- Виходить чотири рази на рік.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
(15 жовтня 2012 р., протокол № 7)*

Адреса видавця та редколегії: м. Київ, МСП 680, проспект Глушкова, 2-А, 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: gidrolog@niv.kiev.ua

luko15_06@ukr.net

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

Гребінь В. В., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (заступник головного редактора)*;

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

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

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*;

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

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., Яцюк М.В., Чунар'юв О.В.

Гідрографічне районування території України як передумова розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами..... 8

Онищук В.В.

Ієрархічна будова гідродинамічної системи «потік-русло» на її найвищому структурному рівні самоорганізації..... 17

Москаленко С.О.

Оцінка достовірності визначення параметрів водоутворення математичної моделі дощових паводків для малих водозборів Правобережжя Прип'яті..... 23

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

Вплив зливових опадів на формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Сірету..... 30

Коржов Є.І.

Математичне моделювання течій у внутрішніх водоймах пониззя Дніпра..... 38

Цепенда М.В., Цепенда М.М.

Оцінка сучасного потенціалу водопостачання басейну Середнього Дністра..... 44

Дутко В.О.

Оцінка достовірності та тенденцій у змінах стоку води на річках басейнів Західного Бугу та Сяну (у межах України)..... 57

Тимуляк Л. М.

Порівняльна характеристика катастрофічних паводків ХХ - початку ХХІ століття у Передкарпатті..... 65

Баужа Т.О.

Паводковий стік в холодний період року на території басейну р. Ріка та його розрахункові характеристики..... 73

Холоденко В.С.

Застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України..... 80

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Жежеря В.А., Линник П.М.

Співіснуючі форми металів у воді річки Південний Буг..... 89

Курило С.М., Винарчук О.О.

Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді лівобережних приток Дніпра..... 96

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Васильковська О.Б., Барцевська Н.М.

Деякі особливості сучасного гідрохімічного та гідробіологічного стану р.Обіточної..... 108

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Балабух В.А.</i> Региональное проявление глобального изменения климата в бассейне р.Днестр.....	117
<i>Гайдай С.В., Кулініч М.Т., Кулініч А.Т.</i> Рівень використання мінеральних лікувальних вод в Україні.....	130
<i>Довганенко Д.О., Довгаль Л.І.</i> Модельовання та аналіз схилового стоку в межах басейну річки Самари з використанням ГІС GRASS.....	135

ІНФОРМАЦІЯ

Вийшли з друку.....	144
Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія».....	146

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

Grebin' V.V., Yatsiuk M.V., Churnaryov O.V.

Hydrographic zoning of Ukraine's territory as a precondition for the development of integrated river basin management plans..... 8

Onyschuk V.V.

Hierarchy structure of dynamic system «stream - channel» on highest structural level of self-organization..... 17

Moskalenko S.O.

Assessment of reliability of determination of parameters of water yield of mathematical model of rainfall flood for small river basins of the Right bank of Pripjat..... 23

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Yushchenko J., Nastyuk M.

Effect of storm rainfall in major floods in the basins of the Upper Prut and Siret..... 30

Korzhov E.I.

Mathematical modeling of water flow in the inland waters of the lower reaches of the Dnieper 38

Tsependa M.V., Tsependa M.M.

The Middle Dniester Basin: Estimation of Present-Day Water-Supply Potential..... 44

Dutko V.O.

Estimation of authenticity and tendencies of water flow changes on the rivers of Western Bug and San basins (within the territory of Ukraine)..... 57

Tymulyak L. M.

Comparative characteristics of the disastrous floods of the 20th and the beginning of the 21st century in the Pre-Carpathians..... 65

Bauzha T.O.

Flood flow during the cold period in the Rika River Basin and its calculated characteristics.... 73

Kholodenko V.S.

Nonparametric of statistical criteria evaluation homogeneity series observations of the average annual water consumption, maximum and minimum flow velocity of water for rivers Pripjat Polissya Ukraine..... 80

HYDROCHEMISTRY. HYDROECOLOGY

Zhezherya V.A., Linnik P.M.

Coexisting forms of metals in water of the Pivdenniy Bug River..... 89

Kurilo S., Vinarchuk O.

Dynamics of a chemical compound of water left-bank inflows of Dnipro..... 96

HYDROECOLOGY. HYDROBIOLOGY

Vasilkovskaya O., Barshchevskaya N.

Some peculiarities of modern hydrological, hydrochemical and hydrobiological state of the Obitochna river..... 108

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

<i>Balabukh V.A.</i> Regional climate change in the Dniester River Basin.....	117
<i>Hayday S., Kulinich M., Kulinich A.</i> The level of using mineral waters in Ukraine.....	130
<i>Dovganenko D., Dovgal L.</i> Surface runoff transformation within the Samara river watershed.....	135

INFORMATION

Come of the press	144
The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology»	146

УДК 556.012:556.51

Гребінь В.В.¹, Яцюк М.В.², Чунарьов О.В.²

¹ *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

² *Державне агентство водних ресурсів України, м. Київ*

ГІДРОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЯК ПЕРЕДУМОВА РОЗРОБКИ ПЛАНІВ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РІЧКОВИМИ БАСЕЙНАМИ

Ключові слова: басейн; водні ресурси; управління; гідрографічне районування

Актуальність. Активне використання водних ресурсів викликає необхідність встановлення гідрологічних, соціальних, економічних та екологічних взаємозв'язків в басейнах. Ці взаємні залежності вимагають інтегрованих підходів до розвитку та управління водними ресурсами. Враховуючи багатовекторний характер управління водними ресурсами, більшість країн впроваджує інтегрований підхід до управління водними ресурсами на національному та басейновому рівні, що вимагає вдосконалення інституціональних структур та покращення виконавчої практики.

Національні уряди розробляють стратегії використання та охорони водних ресурсів для своїх країн. Хоча реалізація цих стратегій може бути ефективною на різних рівнях, але там, де стратегії здійснюються на рівні басейну, завжди є можливість знайти рішення для «всього басейну» та подолати протиріччя між користувачами верхньої та нижньої течії, або користувачами з різних регіонів басейну. Підхід «для всього басейну» дозволяє оцінити впливи на системному рівні.

Стан проблеми. Україна почала процес реформування системи управління водними ресурсами, метою якого є досягнення відповідності цієї системи розробкам, здійсненим у Європейському Союзі, зокрема в рамках Водної Рамкової Директиви (ВРД ЄС 2000) [1].

Хоча у "Водному кодексі України" 1995 року (стаття 13) декларується, що «державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом», в сучасних умовах управління водогосподарським комплексом в басейнах річок характеризується наявністю складної системи галузевих, відомчих і місцевих функцій та структур державного управління, що мають переважно галузеву і адміністративно-територіальну (а не басейнову) орієнтацію, неефективний і незбалансований механізм регулювання водних відносин [2]. Радянські підходи характеризувалися не стільки збереженням і захистом водних

ресурсів, скільки використанням води і будівництвом відповідної інфраструктури для її використання. Навіть створені перші басейнові управління водних ресурсів (Дніпровське, Сіверсько-Донецьке, Південно-Бузьке) не займалися питаннями управління річковими басейнами в тому розумінні, як це визначено ВРД ЄС. Головну увагу вони приділяли питанням використання води, розвитку інфраструктури і моніторингу (кількісного та якісного) водних ресурсів в місцях забору та скиду води.

Певні кроки щодо подолання даної ситуації було здійснено впродовж останніх десяти років. Зокрема, в Законі України №2998-III від 17.01.2002 р., яким було затверджено «Державну програму розвитку системи управління водними ресурсами», підкреслювалася необхідність створення системи управління водними ресурсами та його планування по річкових басейнах та було передбачено створення організацій по управлінню річковими басейнами.

Прийняття Закону №1629-IV від 18.03.2004 р. «Про державну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» свідчило про те, що Україна взяла на себе зобов'язання слідувати принципам, викладеним у Водній Рамковій Директиві.

Паралельно зі створенням нових басейнових управлінь (на даний час (01.09.2012 р.) їх нараховується 10 – Дніпровське, Деснянське, Дністровсько-Прутське, Дунайське, Західно-Бузьке, Кримське, Сіверсько-Донецьке, рр. Південний Буг, Тиса та Рось), відбувалося їх перетворення в структури по управлінню річковими басейнами та його плануванню в контексті ВРД ЄС. На жаль, у водному законодавстві України визначено лише принципи, у відповідності з якими має здійснюватися управління водними ресурсами в контексті басейнів річок, але в ньому не вказано способи реалізації такого управління. Тому, для забезпечення роботи басейнових управлінь стосовно питань, пов'язаних з розробкою планів управління басейнами було створено басейнові ради. До складу цих рад входять представники обласних рад та адміністрацій, представники відповідних державних органів на обласному рівні, представники водокористувачів, громадських організацій та наукових установ.

Отже, існує нагальна потреба здійснення певних заходів для переходу від радянської системи, орієнтованої на розробку ресурсів, до такої, при якій басейн розглядається як об'єкт (комплексний) управління водними ресурсами та його планування. Певні кроки щодо розвитку існуючої інституціональної структури вже зроблено.

Зокрема, прийнятий 21.12.2010 р. Верховною Радою України закон №2818-VI «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» говорить про те, що «Система державного управління в галузі охорони вод потребує невідкладного реформування у напрямі переходу до інтегрованого управління водними ресурсами». Серед основних завдань щодо поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки населення передбачається «реформування системи державного управління в галузі охорони та раціонального використання

вод шляхом впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом».

У відповідності із «Стратегією...» Кабінет Міністрів України своїм Розпорядженням № 577-р від 25.05.2011 р. затвердив «Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 рр.», в якому передбачається впродовж 2012-2013 рр. «розроблення та затвердження планів управління басейнами річок Тиси і Дунаю», а також «проведення наукових досліджень з метою підготовки планів управління басейнами річок Дністра, Прута і Сірету, Південного та Західного Бугу, Сіверського Дінця».

Важливим кроком у розвитку законодавчої бази стосовно управління водними ресурсами в Україні стало прийняття 24.05.2012 р. Верховною Радою закону №4836-VI «Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну Дніпра на період до 2021р.», що передбачає, серед іншого, «впровадження системи інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом, розроблення та виконання планів управління басейнами річок, застосування економічної моделі цільового фінансування заходів у басейнах річок, утворення басейнових рад річок, а також підвищення ролі існуючих та утворення нових басейнових управлінь водних ресурсів». Впровадження цієї системи передбачено на другому етапі виконання «Програми...», впродовж 2017-2021 рр.

Нарешті, 08.06.2012 р. у Верховній Раді було зареєстровано Проект Закону «Про внесення змін до Водного кодексу України (щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом)».

Реалізація положень законопроекту дозволить удосконалити законодавство України у питаннях впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. Зокрема:

- запроваджується гідрографічне і водогосподарське районування території України для розробки планів управління річкових басейнів;

- вводиться поняття «План управління річковим басейном», як стратегічний плануючий документ для впровадження програми заходів, що створюють підґрунтя для інтегрованого, екологічно і економічно обґрунтованого та сталого управління водними ресурсами в межах річкового басейну на довгостроковий період;

- вводиться поняття басейнових рад, як консультативно-дорадчих органів у межах території річкового басейну, створених для вирішення питань з використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів та визначається процедура їх створення.

Реалізація положень законопроекту сприятиме реалізації державної водної політики щодо подальшого збереження і відтворення водних ресурсів, впровадження інтегрованого управління водними ресурсами, адаптації водного законодавства до законодавства ЄС, визначення шляхів розбудови та удосконалення водогосподарського комплексу України.

Гідрографічне районування (закордонний досвід). Водна Рамкова Директива ЄС визнає річковий басейн в якості головної природної одиниці водного середовища [1]. Директива вимагає визначення районів річкового басейну, які можуть охоплювати одну або кілька річок, а також підготовку обов'язкових (на законодавчому рівні) Планів управління річковим басейном для кожного району річкового басейну. Використання європейськими країнами басейнового підходу в дослідженнях та в управлінні водними ресурсами систематично використовувалося і раніше, але річкові басейни стали центральною концепцією в управлінні водними ресурсами лише при вступі в дію Водної Рамкової Директиви.

Територія річкового басейну може бути басейном однієї великої річки або, в іншому випадку, включати кілька басейнів малих річок. З іншого боку, територія річкового басейну може повністю розміщуватися в межах однієї країни, або в межах двох і більше країн. В багатьох випадках територія річкового басейну ділиться між кількома країнами (між країнами – членами ЄС, або між країнами, що є членами ЄС та країнами, що до нього не входять). Більшість великих європейських річкових басейнів знаходиться в межах кількох країн. Відповідно, для аналізу річкового басейну та управління ним потрібно транскордонне співробітництво.

Стаття 3 Водної Рамкової Директиви присвячена визначенню території річкових басейнів і координації адміністративних структур в межах території річкових басейнів. Для цього басейни слід *ідентифікувати та визначити їх межі* [1]. Управління реалізацією Директиви розподіляється між регіональними і національними рівнями. Більшість країн мають компетентні органи, як на національному рівні, так і на рівні території річкових басейнів. Міжнародні комісії по річковим басейнам грають важливу роль в координації реалізації ВРД в державах-членах ЄС. Найбільш активними комісіями в річкових басейнах Європи є Міжнародна комісія по захисту річки Одер від забруднення (ICPOAP), Міжнародна комісія по захисту річки Ельба (IKSE), Міжнародна комісія по захисту річки Дунай (ICPDR), Міжнародна комісія по захисту річки Рейн (ICPR), та міжнародна комісія по Шельді (ISC). З наведених вище комісій Міжнародна комісія по захисту річки Дунай має кілька країн-членів, що не входять до складу Європейського Союзу. Ця комісія є прикладом організованої керівної структури в міжнародній території річкового басейну, що виходить за межі ЄС.

Визначення території річкових басейнів в державах-членах ЄС, в цілому, виконується *на базі гідрографічних меж*.

Стаття 3 Водної Рамкової Директиви [1] встановлює, що:

1. Держави-члени повинні визначити індивідуальні річкові басейни, які розташовані у межах їхніх національних територій та, для цілей цієї директиви, віднести їх до індивідуальних районів річкових басейнів...

3. Держави-члени повинні забезпечити віднесення річкового басейну, який охоплює територію більш ніж однієї держави-члена, до міжнародного району річкового басейну...

5. Там, де район річкового басейну виходить за територію ЄС, зацікавлені держави-члени повинні намагатися скоординувати свої дії з відповідними країнами – не членами ЄС для досягнення цілей цієї директиви в усьому районі річкового басейну.

Рамкова Директива залишає державам-членам певний вибір у віднесенні індивідуальних річкових басейнів, розташованих на їх території, до районів річкових басейнів. Малі річкові басейни можуть бути або об'єднані з метою формування більших районів річкового басейну, або бути об'єднані з більшими річковими басейнами для утворення індивідуальних районів річкових басейнів. Однак всі водотоки, що впадають в одне річкове гирло, естуарій або дельту, мають бути віднесені до одного району річкового басейну. Очікується, що держави-члени визначать лише кілька районів річкового басейну і приєднають всі індивідуальні річкові басейни, розташовані на власній території, до цих кількох районів річкового басейну. Зазначені райони можуть відноситись або до головної річкової системи, або до моря, в яке впадають річки.

Не встановлено детальних вимог щодо віднесення до районів річкових басейнів підземних та прибережних вод, за виключенням того, що вони повинні бути віднесені до найближчого району річкового басейну. Отже, право віднесення підземних та прибережних вод до конкретного району річкового басейну залишається за державами-членами.

Досвід європейських країн свідчить, що кількість районів річкових басейнів в межах їх територій є різною і обумовлена, в першу чергу, особливостями гідрографічної мережі. Зрозуміло, що малі за площею країни мають меншу кількість таких районів. Наприклад, у Чорногорії та Естонії таких районів лише два; Боснія та Герцеговина, Болгарія, Латвія та Литва (рис.1 та 2) виділяють по 4 райони річкових басейнів, Чехія – 5 тощо.



Рис. 1. Схема районів річкових басейнів Латвії

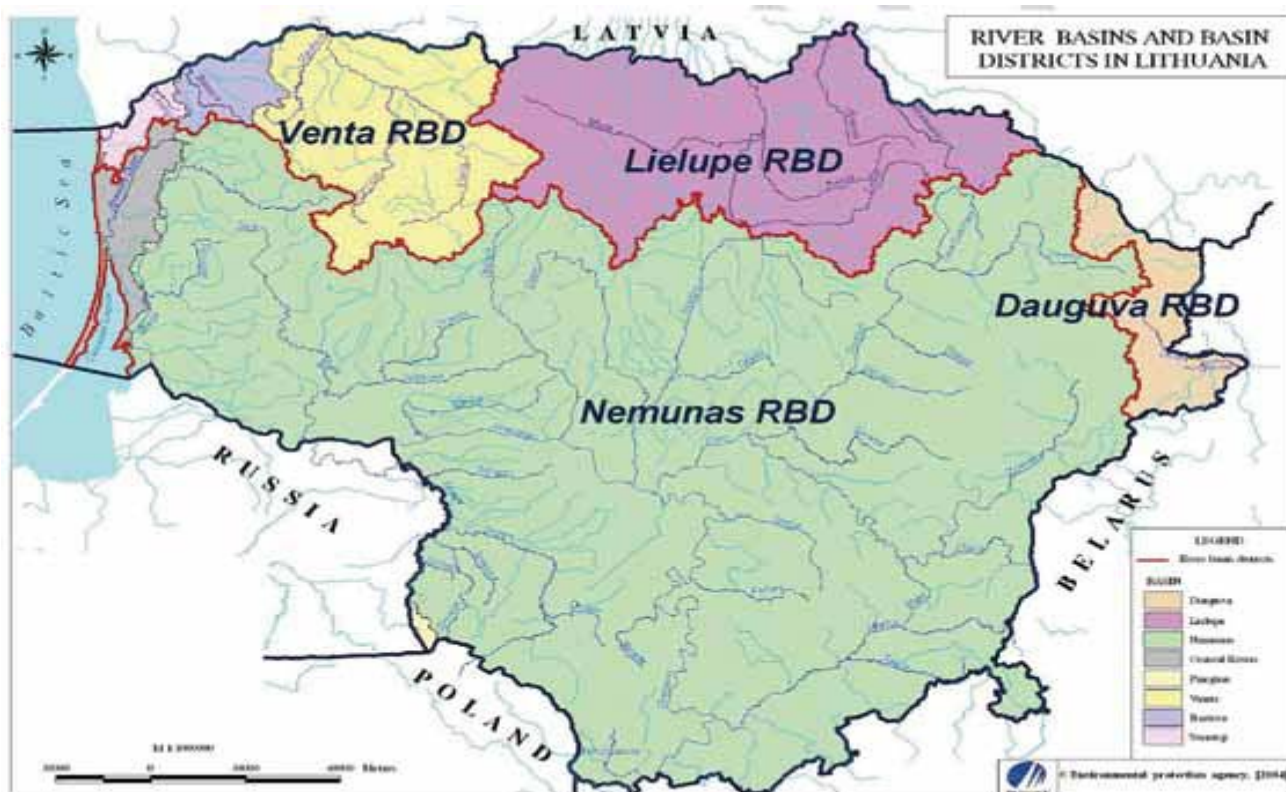


Рис. 2. Схема районів річкових басейнів Литви

Близькі за площею з Україною європейські держави виділяють на своїй території від п'яти (Швеція) до десяти (Великобританія, Польща) районів – рис. 3.



Рис. 3. Схема районів річкових басейнів Польщі

Пропорції площ між окремими районами в межах окремих країн не завжди є витриманими. Наприклад, серед чотирьох районів річкових басейнів, виділених на території Литви, 74% площі країни припадає на один річковий басейн Немана. Понад 90% території Польщі відноситься до двох районів річкових басейнів Одри та Вісли. Інші вісім районів охоплюють менше 10% площі країни.

На нашу думку, найбільш вдалим є досвід Франції, площа якої є близькою до площі нашої країни. У Франції виділено вісім районів річкових басейнів, серед яких сім – в межах континентальної частини країни, та один охоплює острів Корсика.

Стаття 32 "Водного кодексу" Російської Федерації визначає принципи гідрографічного районування території країни, згідно яких основними гідрографічними одиницями є "річковий басейн" та "підбасейн". Останній є аналогом поняття "суббасейн", що широко використовується у нормативних документах інших країн. З метою виконання статті 32 "Водного кодексу" Російської Федерації 25 квітня 2007 р. Міністерство природних ресурсів країни затвердило "Методику гідрографічного районування території Російської Федерації", яка передбачає сукупність дій по поділу території країни на гідрографічні одиниці – річкові басейни та підбасейни (суббасейни). "Методика..." надалі використовується для водогосподарського районування території країни. Стаття 28 "Водного кодексу" Російської Федерації визначає басейнові округи як головну одиницю управління в галузі використання і охорони водних об'єктів. Таких округів в межах Російської Федерації виділено 20 – рис.4.



Рис. 4. Схема басейнових округів на території Російської Федерації

Необхідність проведення гідрографічного районування території України. Додаток VII до ВРД ЄС не передбачає певного формату географічної інформації, що включається до Плану управління річковим басейном. Однак пункт 8 статті 3 ВРД вимагає від держави-члена забезпечити Комісію інформацією по компетентному органу, що призначається в кожному з районів річкового басейну. Інформацію, що повинна надаватися, наведено у Додатку I Рамкової Директиви. Додаток I вимагає від держави-члена надати інформацію стосовно «географічного покриття району річкового басейну – назви головних річок у межах району річкового басейну разом з точним описом меж району річкового басейну». Інформація повинна бути доступною (за можливістю) для внесення в географічну інформаційну систему (ГІС) та/або географічну інформаційну систему Комісії.

План управління річковим басейном повинен обов'язково включати нанесені на карту межі басейнів та суббасейнів, що відносяться до даного району річкового басейну. Необхідність виділення таких меж потребує проведення нового гідрографічного районування території України, що враховує вимоги ВРД. Гідрографічне районування - це поділ території України на гідрографічні одиниці, який здійснюється для розробки планів управління річковими басейнами. Проводиться гідрографічне районування з використанням гідрографо-географічного підходу до районування території.

Гідрографічними одиницями є райони річкових басейнів та суббасейни у їх межах. Райони річкових басейнів є головною одиницею управління в галузі використання і охорони водних об'єктів, які складаються з басейнів відповідних річок і пов'язаних з ними підземних водних об'єктів.

В Україні пропонується виділити 9 районів річкових басейнів:

- район басейну Дніпра;
- район басейну Дністра;
- район басейну Дунаю;
- район басейну Південного Бугу;
- район басейну Сіверського Дінця;
- район басейну Західного Бугу;
- район басейну річок Криму;
- район басейну річок Причорномор'я;
- район басейну річок Приазов'я.

У межах районів річкових басейнів можуть виділятися суббасейни.

Головним критерієм при встановленні гідрографічних одиниць є площа водозбірної території. Встановлення (виділення) гідрографічних одиниць і визначення їх меж проводиться на основі державних топографічних карт і цифрових моделей рельєфу з використанням геоінформаційних технологій.

Висновок. Прийняті Україною зобов'язання слідувати принципам, викладеним у Водній Рамковій Директиві ЄС, вимагають реформування системи управління водними ресурсами, метою якого є досягнення відповідності цієї системи розробкам, здійсненим у Європейському Союзі. Існує нагальна потреба здійснення певних заходів для переходу від

радянської системи, орієнтованої, переважно, на використання ресурсів, до такої, при якій басейн розглядається як об'єкт (комплексний) управління водними ресурсами та його планування. Розробка планів управління річковими басейнами вимагає проведення гідрографічного районування території України, що враховує вимоги ВРД.

Список літератури

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. - Київ, 2006.- 240 с.; 2. *Сташук В.А.* Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами / В.А. Сташук. – Дніпропетровськ : Зоря, 2006. – 480 с.

Гідрографічне районування території України як передумова розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами

Гребінь В.В., Яцюк М.В., Чунарьов О.В.

Розглянуто сучасний стан розвитку законодавчої бази України щодо процесу реформування системи управління водними ресурсами. Проаналізовано досвід європейських країн щодо розробки схем гідрографічного районування території. Зазначено необхідність проведення гідрографічного районування території України як передумову розробки планів управління окремими річковими басейнами.

Ключові слова: басейн; водні ресурси; управління; гідрографічне районування.

Гидрографическое районирование территории Украины как предпосылка для разработки планов интегрированного управления речными бассейнами

Гребень В.В., Яцюк М.В., Чунарев О.В.

Рассмотрено современное состояние развития законодательной базы Украины применительно к процессу реформирования системы управления водными ресурсами. Проанализирован опыт европейских стран по разработке схем гидрографического районирования территории. Указано на необходимость проведения гидрографического районирования территории Украины как предпосылку разработки планов управления отдельными речными бассейнами.

Ключевые слова: бассейн; водные ресурсы; управление; гидрографическое районирование.

Hydrographic zoning of Ukraine's territory as a precondition for the development of integrated river basin management plans

Grebin' V.V., Yatsiuk M.V., Chunaryov O.V.

The current status of Ukraine's legislation development of concerning the reformation of water management system was researched. The experience of development of hydrographic zoning schemes in European countries was analyzed. Necessity of hydrographic zoning of Ukraine's territory as a precondition for the development of integrated river basin management plans was mentioned.

Keywords: basin; water resources; management; hydrographic zoning.

Надійшла до редколегії 19.09.2012

Онищук В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ІЄРАРХІЧНА БУДОВА ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ «ПОТІК-РУСЛО» НА ЇЇ НАЙВИЩОМУ СТРУКТУРНОМУ РІВНІ САМООРГАНІЗАЦІЇ

Ключові слова: відкрита гідродинамічна система «потік-русло»; потужність потоку; гідроморфологічні параметри; динамічна рівновага системи; меандрування русла; тип русла; експоненціальний закон розвитку системи

Актуальність проблеми. Вивчення принципів властивостей складної відкритої гідродинамічної системи «потік-русло» (далі ГДС_{п-р}) має фундаментальне значення, оскільки цілий ряд процесів є спільними за своїм проявом в інших системах. У практичному відношенні регулювання русел, з метою протипаводкового захисту урбанізованих територій, є нагальною потребою сьогодення. На найвищому структурному рівні самоорганізації системи відбувається завершення процесу формування відповідного типу русла. Значні відхилення системи від стану динамічної рівноваги можуть викликати перебудову типу русла. Від типу русла і його стійкості залежить вибір варіанту комплексу конструкцій інженерних протипаводкових споруд і їх компоновальних рішень. Ці питання є найбільш важливими для гірських річок Українських Карпат, на яких спостерігається досить часте проходження катастрофічних паводків.

Аналіз попередніх досліджень. Вперше детальна типізація русел річок Українських Карпат була виконана на основі аналізу матеріалів натурних експедиційних досліджень колективом вчених Інституту гідромеханіки НАН України і УкрНДІГіМ (тепер Інститут водних проблем і меліорації НААН) [1]. Для русел річок Українських Карпат було виділено вісім гідроморфологічних типів, які відрізняються як русловими формами, так і ступенем прояву явища меандрування. В рамках гідроморфологічного підходу до оцінки особливостей формування алювіальних русел є найбільш доцільним використання критеріального показника оцінки транспорту транзитних наносів. При цьому важлива роль відводиться обмежувальному фактору, який у вигляді реакції берегів та інфраструктурної забудови впливає на русловий потік. Дещо пізніше дана типізація русел була підтверджена на основі функціональної залежності $V_{95\%}/V_{д.р} = f(\lambda BS_0/h_{рф}I^{0,5})$, але тоді було виділено лише шість типів русел [2]. Деякі уточнення вищезгаданої типізації були наведені в роботах [3-4]. В цих роботах типізація русел була проведена досить обмежено на основі аналізу гідроморфологічних залежностей з використанням потужності потоку при проходженні руслоформуючих витрат.

Склад робіт і методика досліджень. У даній статті поставлено завдання виконати типізацію русел Українських Карпат на основі використання графіків зв'язку між основними русловими і гідравлічними параметрами з урахуванням попередніх результатів досліджень з цього питання. Слід зауважити, що у методичному плані ієрархія типів русел підпорядкована величині енергетичного потенціалу водного потоку. При мінімальних потенціалах спостерігається розгалуження русла у межах достатньо широкого водопропускного коридору, а при максимальних – меандрування русла або руйнування малостійких руслових форм.

Для гідроморфологічного аналізу була відібрана вихідна інформація сімдесяти гідрологічних постів річок Передкарпаття і Закарпаття. Найвищий структурний рівень, як відомо, відповідає динамічній рівновазі ГДС_{п-р}, коли транспортувальна здатність потоку є максимальною при проходженні руслоформуючих витрат [5]. Величини руслоформуючих витрат $Q_{рф}$ наведені в роботі [6]. Характеристики $B_{рф}$, $h_{рф}$, $D_{сер.зв}$, $d_{сер.зв}$ і потужність потоку $\rho'g Q_{рф}J_0$ об'єднані у вигляді гідроморфологічних залежностей (графіків зв'язку):

$$B_{рф}/h_{рф} = f(\rho'g Q_{рф}J_0), \quad (1)$$

$$D_{сер.зв}/d_{сер.зв} = f(\rho'g Q_{рф}J_0), \quad (2)$$

де $B_{рф}$ – середня ширина русла в брівках при проходженні руслоформуючих витрат; $h_{рф}$ – середня глибина руслового потоку при проходженні руслоформуючих витрат; $\rho' = \rho_{сум}/(\rho_{сум} - \rho)$ – віртуальна густина водного потоку (вода разом з транспортувальними наносами; ρ – питома густина води); J_0 – середньозважений поздовжній гідравлічний похил, який при стані динамічної рівноваги ГДС_{п-р} дорівнює величині поздовжнього похилу дна русла; $D_{сер.зв}$ – середньозважений діаметр поверхневого шару русла (шару самовимощення дна русла); $d_{сер.зв}$ – середньозважений діаметр руслових відкладів активного шару без урахування його самовимощення.

Полеві дослідження гранулометричного складу наносів були проведені УкрНДІГІМ з 1972 по 1986рр [7] та Київським національним університетом імені Тараса Шевченка з 1993 по 2010рр [8].

Виклад основного матеріалу. Завдання стосовно виділення типів русел гірських річок має принципове значення, оскільки безпосередньо з урахуванням їх особливостей ведеться розробка необхідних протипаводкових заходів, а також розробляються плани моніторингових досліджень, з метою визначення стійкості русел, та прийняття управлінських рішень щодо покращення гідроекологічного стану річкової системи. Гідроморфологічні функціональні залежності (1 і 2) досить повно охоплюють особливості розвитку ГДС_{п-р} на найвищому структурному рівні самоорганізації, оскільки враховують основні руслові і гідравлічні параметри.

На рис. 1 наведено графіки зв'язку $B_{рф}/h_{рф} = f(\rho'g Q_{рф}J_0)$ і $D_{сер.зв}/d_{сер.зв} = f(\rho'g Q_{рф}J_0)$, які досить чітко виділяють типи русел річок Українських Карпат.

Як видно із наведених графіків, русла розділились на наступні типи: 1) поріжно-водоспадне русло; 2) русло з нерозвинутими алювіальними формами; 3) русло з розвинутими алювіальними формами; 4) гірське вільне меандрування русла; 5) обмежене меандрування русла; 6) руслова багаторукавність (осередкове русло); 7) каналізоване русло; 8) рівнинне вільне меандрування русла.

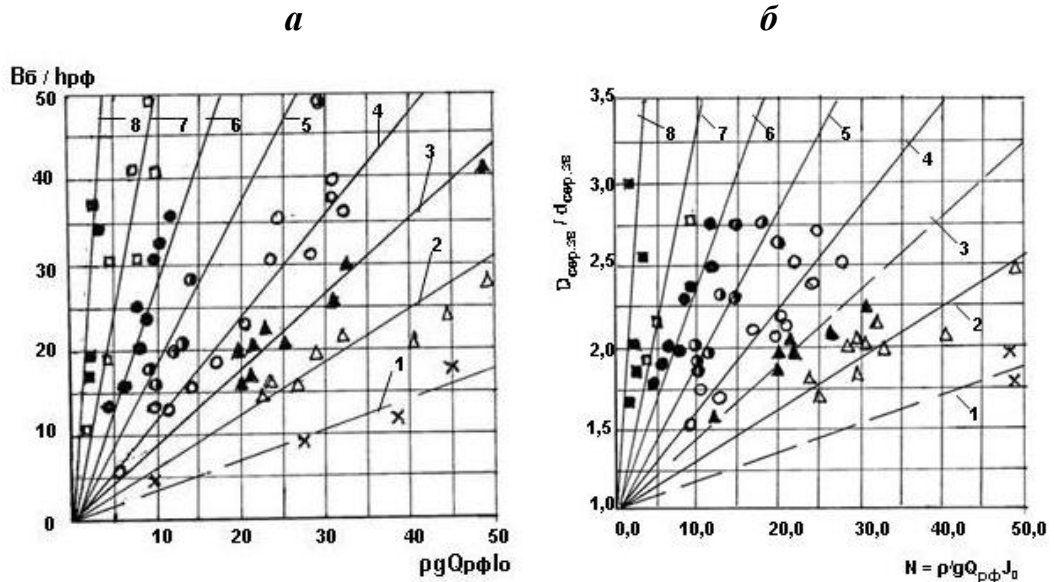


Рис.1. Графіки гідроморфологічних залежностей:

а) $V_{рф} / h_{рф} = f(\rho' g Q_{рф} J_0)$; б) $D_{ср.зв} / d_{ср.зв} = f(\rho' g Q_{рф} J_0)$, 1-8 - типи русел: 1) поріжно-водоспадне русло; 2) русло з нерозвинутими алювіальними формами; 3) русло з розвинутими алювіальними формами; 4) гірське вільне меандрування русла; 5) обмежене меандрування русла; 6) руслова багаторукавність; 7) каналізоване русло; 8) рівнинне вільне меандрування русла.

Цікавим в цьому контексті є також закономірність прояву опору дна русла за довжиною водотоків. Для реалізації цього завдання використано функціональну залежність $D_{ср.зв} / d_{ср.зв} = f(L/N)$. У правій частині цієї залежності використані наступні характеристики: L – відстань від витoku до розрахункового створу; N – абсолютна відмітка рівня води меженного русла. За допомогою цих параметрів ($D_{ср.зв} / d_{ср.зв}$ і L/N) отримана експоненціальна закономірність розвитку ГДС_{п-р}, яка наведена на рис.2. Область прояву саморозвитку системи на зовнішніх межах охоплюється віртуальною вирвовою оболонкою (наявність з кутом сходження 24° , а всередині (по дну русла) наявністю циклічного формування алювіальних структур у вигляді трикутників Фібоначчі [9]. Зміни величин трикутників вказують на подвоєння морфологічних структур, а їх співвідношення домірні числу Фібоначчі 1,62 [9, 10]. Ці трикутники також опосередковано виокремлюють відповідні типи русел.

На основі графіка зв'язку $V_{рф} / h_{рф} = f(\rho' g Q_{рф} J_0)$ отримані наступні рівняння: для виділених типів русла:

1 – поріжно-водоспадне русло – рівняння має вигляд $V_{рф} / h_{рф} = 0,176(\rho' g Q_{рф} J_0)$; 2 – $V_{рф} / h_{рф} = 0,36(\rho' g Q_{рф} J_0)$; 3 – $V_{рф} / h_{рф} = 0,726\rho' g Q_{рф} J_0$; 4 – $V_{рф} / h_{рф}$

$= 1,07(\rho' g Q_{p\phi} J_0)$; $5 - B_{p\phi} / h_{p\phi} = 1,38(\rho' g Q_{p\phi} J_0)$; $6 - B_{p\phi} / h_{p\phi} = 3,08(\rho' g Q_{p\phi} J_0)$; $7 - B_{p\phi} / h_{p\phi} = 4,33(\rho' g Q_{p\phi} J_0)$; $8 - B_{p\phi} / h_{p\phi} = 11,43(\rho' g Q_{p\phi} J_0)$.

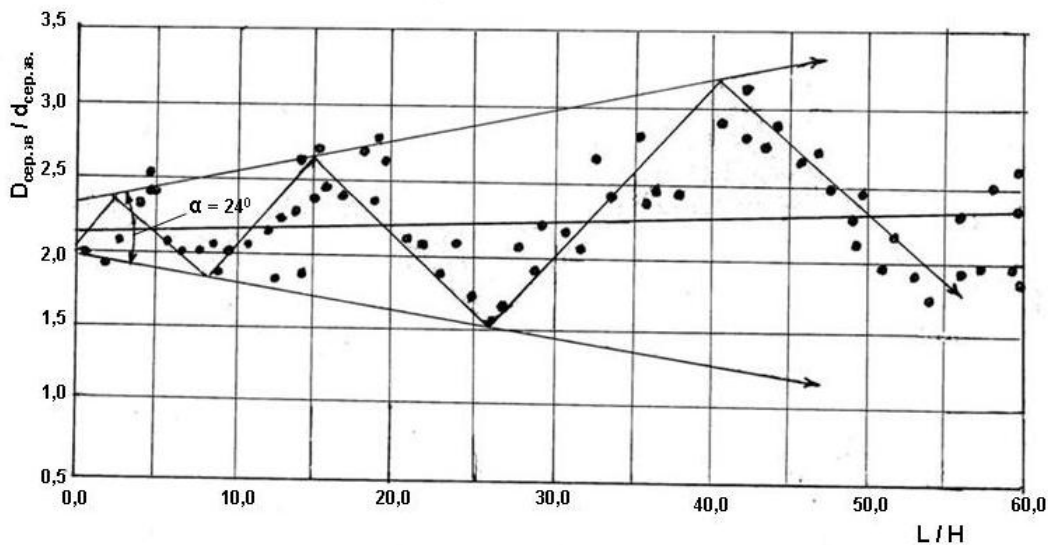


Рис.2. Графік зв'язку $D_{ср.зв}/d_{ср.зв} = f(L/H)$

Характеристика типів русел. Раніше в роботі [11] були розглянуті морфодинамічні особливості формування типів русел Українських Карпат. За основу була взята класифікація з роботи [1]. У даній статті є намагання уточнити ряд положень стосовно правомірності використання нової класифікації русел гірських річок. Типи русел будуть розглянуті під кутом зору розвитку явища меандрування. Формування русел тісно пов'язані з розвитком цього явища та дії обмежувального фактору, а тому їх конфігурація може бути досить складною.

Поріжно-водоспадне русло зустрічається у верхів'ях, де спостерігається вихід скельних порід. До цього типу можна віднести якісні характеристики перших двох типів русел згаданої класифікації – нерозмивне (скельне) русло з нечітко вираженими берегами і стиснене русло (тіщина) з урвистими берегами та з обмеженим надходженням наносів [1]. Логіка підказує, а результати досліджень підтверджують [1], що на цих ділянках річок прояв явища меандрування відбувається у вертикальній площині, створюючи перепади. Транспорт наносів тут спостерігається у безструктурній формі, оскільки енергетичний потенціал потоку досить значний.

Русло з нерозвинутими алювіальними формами переважно розташовані в гірській частині з вузькими долинами, де обмежене надходження пролювію, оскільки схили тут досить пологі і мають рослинний покрив та місцями закріплені окремими деревами або лісними насадженнями.

Русла з розвинутими алювіальними формами зустрічаються на досить протяжних гірських ділянках. Руслові форми представлені окремими осередками у місцях розширення долин. Звивистість русла характеризується середньою величиною коефіцієнта $f_3 = 1,1$.

Гірське вільне меандрування русла має місце у значних розширеннях долин та при відносно малих поздовжніх похилах (на своєрідних гірських

плато). Русла, як правило, мілкі, мають шар самовимощення дна і надзвичайно екзотично вписуються в ландшафт місцини.

Обмежене меандрування русла приурочене до ділянок з помірною шириною долин в гірських ущелинах. Звивистість русла домірна величині $f_3 = 1,15$. Транзит наносів спостерігається у великих об'ємах з широким спектром їх гранулометричного складу. Заплави на цих ділянках густо заселені, а тому досить часто потерпають від проходження високих паводків. Найбільш адекватною за конструкцією і компоувальним рішенням слід вважати підпірні стінки. Необхідною компоувальною умовою для цих споруд є надійне примикання до берегів. Ширина поясу меандрування дорівнює ширині долини.

Руслова багаторукавність має прояв на ділянках виходу водотоків з гір, де спостерігається осередкове розгалуження течії, на пригирлових ділянках з широкими долинами, де відбувається блукання русла із-за значних поперечних похилів річища. При цьому, мають місце впливи деревної рослинності, скупчення наносів тощо. Руслова ситуація на цих ділянках річки різко міняється при проходженні катастрофічних паводків, зокрема міняється водність рукавів. Регулювання русла/руслових деформацій рекомендується виконувати за допомогою дамб обвалування та комбінованих напівзагат, направлених за течією під кутом 120° . У місцях населених пунктів доцільне двійне обвалування з улаштуванням траверс, польдерів для акумуляції паводкових вод тощо [8].

Каналізоване русло – це окремі, відносно невеликі, з помірною звивистістю русла, ділянки річки у вигляді швидко токів, розміщених в широких долинах як в гірській, так і передгірській частинах, дно яких складене крупнозернистим алювієм з яскраво вираженим самовимощенням, а береги закріплені деревною рослинністю. Це досить стійкий до розмиву тип русла.

Рівнинне вільне меандрування русла представлене досить рідко і на малих по довжині ділянках. Характерною ознакою цього типу русла є незгасаючий процес розвитку увігнутих берегів та відповідне одночасне нарощування випуклих берегів. Регулювання руслових деформацій на цих ділянках річки рекомендується виконувати шляхом обвалування з необхідною шириною водопропускного коридору [8].

Відомо, що природні умови не є єдиним носієм просторово-часових змін об'ємів стоку наносів і відповідно інтенсивності розвитку явища меандрування. Господарська діяльність на водозборах і в руслах річок призводить до суттєвих змін стоку наносів, що викликає трансформацію надбаних типів. У нинішній час, при обстеженні річок буває, що досить проблематично чітко визначити тип русла. На ряді ділянок річок, при дефіциті транспортувальних наносів, спостерігається вимив руслових відкладів з оголенням скельних структур, які місцями служать у якості регулюючих. При значному надходженні наносів на ділянки з малими похилами дна русла відповідно спостерігається замулення. Регулювання

русел на цих ділянках потребують значних матеріальних і фінансових затрат як на їх відновлення, так і на покращення гідроморфологічного стану.

Висновки. На основі викладеного матеріалу можна зробити наступні узагальнення: встановлено, що форма русла ($V_{рф}/h_{рф}$) однозначно залежить від руслоформуючої потужності потоку ($\rho g Q_{рф} J_0$); гідроморфологічні зв'язки $V_{рф}/h_{рф}=f(\rho g Q_{рф} J_0)$ і $D_{сер.зв}/d_{сер.зв}=f(\rho g Q_{рф} J_0)$ дають можливість досить чітко виділити типи русел річок Українських Карпат Виділено вісім типів, які вказують на прояв властивості самоорганізації ГДС_{п-р} стосовно формування русла на фоні розвитку явища меандрування; встановлено, що процеси руслоформування по довжині річки підпорядковані експоненціальному закону прогресивного розвитку відкритої гідродинамічної системи; наведений опис типів русел показує їх зв'язок з коефіцієнтом звивистості f_0 , що необхідно враховувати при проведенні математичного моделювання та в проектах щодо регулювання руслових деформацій на урбанізованих ділянках русло-заплавного комплексу.

Список літератури

1. Русловые процессы на предгорных участках рек / И. Л. Розовский, В. А. Базилевич, В. М. Гайдученко и др. // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – 1976. – Т.10. – С. 115-121. 2. *Онищук В. В.* Физическое моделирование русловых процессов горных рек / Онищук В. В., Бильчук А. С., Козицкий О. Н. // Мелиорация и водное хозяйство. – К. : Урожай, 1989. – С. 60-65. 3. *Кафтан О. Н.* Гідродинамічні умови формування типів русел / Кафтан О. Н., Корбутяк В. М., Онищук В. В. // Вісник Укр. держ. ун-ту водного господарства та природокористування. – 2003. – Вип. 4 (23). – С. 10-16. 4. *Кафтан О. Н.* Гідроморфологічні аспекти пропускної здатності русел річок / Кафтан О. Н., Корбутяк М. В., Корбутяк В. М. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 11. – С. 110–115. 5. *Ободовський О. Г.* Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Коноваленко О. С. // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. Сер. Географія. – 2002. – Вип. 48. – С. 42–47. 6. *Онищук В. В.* Результати досліджень функціональних зв'язків між основними гідравлічними й русловими характеристиками річок Українських Карпат / В. В. Онищук // Гідрологія, гідроекологія і гідрохімія. – 2007. – Т. 12. – С. 58–71. 7. *Онищук В. В.* Оценка гранулометрического состава русловых отложений горных рек / В. В. Онищук, А. Н. Кафтан // Вопросы гидротехники и мелиорации на Украине. – К. : УкрНИИГиМ, 1982. – С. 101-113. 8. Руслові процеси річки Лімниця / О. Г. Ободовський, В. В. Онищук, В. В. Гребінь та ін. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 256 с. 9. *Чорноморець Ю. О.* Закономірності в багаторічних коливаннях водності річок (на прикладі річок Українських Карпат / Ю. О. Чорноморець, В. В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2007. – Т. 13. – С. 40–46. 10. *Знаменская Н. С.* Единые закономерности формирования речных русел / Н. С. Знаменская – СПб. : НИИХ СПбГУ, 2002. – 61 с. 11. *Ободовський О. Г.* Морфодинамічні особливості різних типів русел гірських річок / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Козицький О. М. // Фізична географія та геоморфологія. – 2003. – Вип. 44. – С.106-116.

Ієрархічна будова гідродинамічної системи «потік-русло» на її найвищому структурному рівні самоорганізації

Онищук В.В.

На основі матеріалів багаторічних лабораторних і польових експедиційних досліджень руслових процесів річок Українських Карпат виконано аналітичну оцінку типів русел та виявлено експоненціальний закон розвитку процесів руслоформування від витoku до гирла.

Ключові слова: відкрита гідродинамічна система «потік-русло»; потужність потоку; гідроморфологічні параметри; динамічна рівновага системи; меандрування русла; тип русла; експоненціальний закон розвитку системи.

Иерархическое строение гидродинамической системы «поток-русло» на ее наивысшем структурном уровне самоорганизации

Онищук В.В.

На основе материалов многолетних лабораторных и полевых экспедиционных исследований русловых процессов рек Украинских Карпат выполнено аналитическую оценку типов русел и установлено экспоненциальный закон развития процессов руслоформирования от истока до устья.

Ключевые слова: открытая гидродинамическая система «поток-русло»; мощность потока; гидродинамические параметры; динамическое равновесие системы; меандрирование русла; тип русла; экспоненциальный закон развития системы.

Hierarchy structure of dynamic system «stream - channel» on highest structural level of self-organization

Onyschuk V.V.

Based on the materials for long-term period of laboratorial and field research of river channel processes of Ukrainian Carpathian rivers, the analysis of channel types was done. Exponential principle of channel forming processes from source to river mouth was determined.

Keywords: free dynamic system «stream - channel»; stream power; hydrodynamic parameters; dynamic balance of system; channel meandering; channel type; exponential principle of system evolution.

Надійшла до редколегії 02.09.2012

УДК 556.16.06+519.711.3

Москаленко С.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВОДОУТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ ДЛЯ МАЛИХ ВОДОЗБОРІВ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

Ключові слова: дощовий паводок; процеси формування стоку; водоутворення; математична модель; оптимальні параметри моделі; гідрографічні та морфометричні характеристики водозборів

Вступ. Математичні моделі, що описують процеси формування стоку на водозборах річок, включають певну кількість параметрів, які відображають об'єктивні фізичні характеристики та особливості водозборів.

Практична реалізація будь-якої моделі неможлива без її ідентифікації. Структура концептуальних і фізико-математичних моделей часто задається апріорі, а ідентифікація зводиться, по суті, до оцінювання параметрів [1-3].

Необхідність і важливість розгляду підходів до ідентифікації параметрів математичних моделей стоку, слід пояснити тими обставинами, що при їх

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

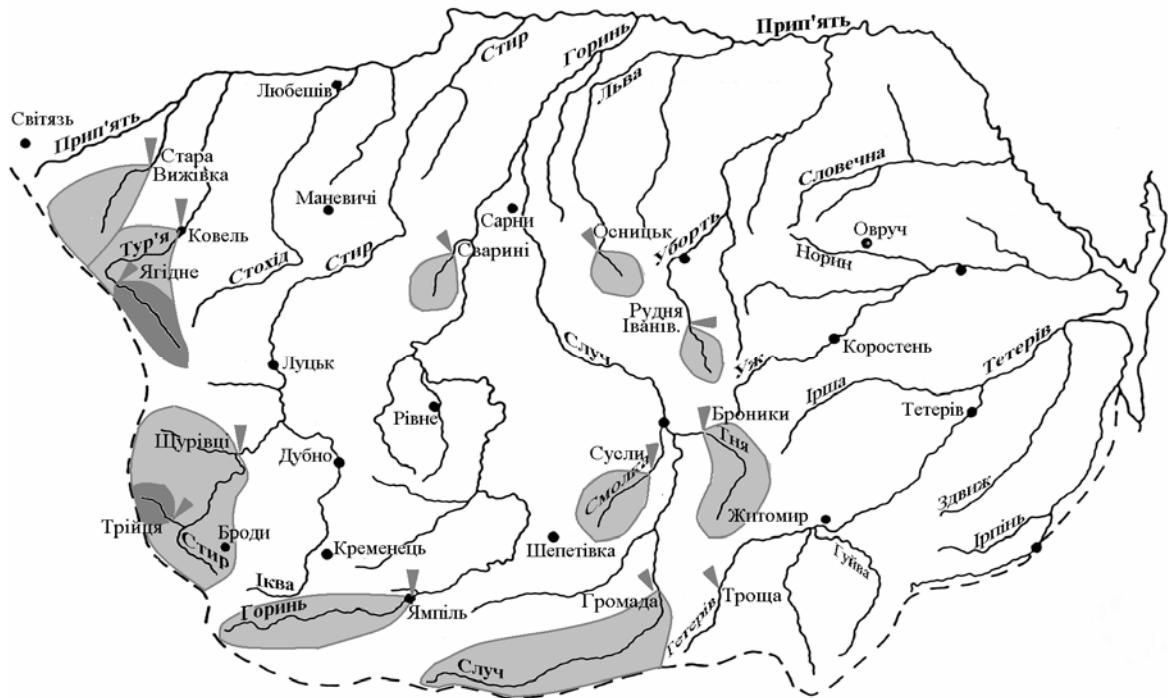
визначенні застосовується метод оптимізації [7]. А в зв'язку з цим, відсутня певна чіткість у постановці завдання. Оскільки ми оперуємо обмеженими даними про поводження водозбору в період формування дощового паводку, виникає необхідність оцінювати оптимальні параметри, виходячи з елементарних процесів стокоформування. Технологія встановлення оптимальної структури моделі й оцінювання параметрів формування стоку, що входять у розрахункові вирази, нерідко набуває значно більшої ваги, ніж створення самих моделей, а тому потребує застосування науково-обґрунтованої методології [3, 10]. Параметри моделі повинні бути узагальнені, склавши певний розділ інформаційної бази даних для моделювання процесів стоку для річок досліджуваної території. Мається на увазі не тільки прийнятність кінцевого результату моделювання, тобто одержання розрахованих гідрографів, близьких до спостережених, але й встановлення достовірних, фізично обґрунтованих і стійких значень параметрів [2, 4, 9, 10].

Мета проведених досліджень. Узагальнення оптимальних параметрів водоутворення математичної моделі процесів формування дощових паводків для малих водозборів Правобережжя Прип'яті та оцінка достовірності їх визначення.

Матеріали та методи дослідження. Для розрахунку початкових параметрів та, в подальшому, знаходження оптимальних їх значень, було виділено басейни, де неоднорідність вихідної інформації та характеристик самого водозбору в явному вигляді не враховується. Очевидно, таке припущення справедливе лише для невеликих водозборів, які можна умовно вважати однорідними. У басейні Правобережжя Прип'яті для оптимізації параметрів процесів формування дощового стоку через процедуру коригування їхніх значень в апріорно встановлених межах змін цих параметрів шляхом мінімізації критерію якості, виконано за даними з 12 малих водозборів (рис. 1), які знаходяться в різних ландшафтних умовах – на Волинсько-Подільській і Придніпровській височинах, на Поліській низовині, тобто з різними середніми висотами водозборів, похилами, ґрунтами, залісеністю та іншими чинниками. Це стосується, звичайно, тільки стокоформуючих параметрів моделі.

Для опису стокоутворення на водозборі, в моделі процесів формування паводкового стоку (ДОЩ-3) працює 10 констант і параметрів. Зі всього загалу параметрів моделі, виділяються територіально-загальні («постійні») та регіональні («змінні») параметри. Значення постійних параметрів закладені в розрахункових виразах моделей і не залежать від ландшафтних і гідрологічних умов, оскільки вони отримані на основі вивчення процесів, що супроводжують формування стоку води (водовіддача, зміна стану підстильної поверхні). Змінні параметри оцінюються для певних конкретних просторових об'єктів, і рівень змінності цих параметрів різний. Частина з них оцінюється за даними гідрометеорологічних спостережень – фільтрація, виснаження, випаровування. Значення інших параметрів визначається лише в

певному діапазоні, а потім уточнюються шляхом застосування оптимізаційних процедур [10].



Водозбори:

Р.Вишівка – Стара Вишівка, р. Тур'я – Ягідне, р. Тур'я – Ковель, р. Стир – Щурівці, р. Родоставка – Трійця, р. Горинь – Ямпіль, р. Вирка – Сварині, р. Случ – Громеда, р. Смолка – Сусли, р. Тня – Броники, р. Льва – Осницьк, р. Уборть – Рудня Іванівська

Рис. 1. Річкові водозбори в басейні Правобережжя Прип'яті для розрахунку початкових модельних параметрів процесів формування дощового стоку та їх оптимізації

Відповідно до структури моделі ДОЩ-3 та шляхом воднобалансових рішень встановлено, що найважливіший вплив на водоутворення – під час формування дощового паводку, а тому й на кінцеві результати моделювання, мають параметри: k_3 – параметр, який визначає здатність підповерхневого шару ґрунту і підґрунтя до вбирання (інфільтрації) та дренажування води, W_m – максимальна вологоємність діючого шару ґрунту та підґрунтя, в якому формується підповерхневий стік, і η – відносний показник діючої площі водозбору та місткості безстокових заглибин на водозборі [8–10].

У цій роботі, згідно з поставленою метою, розглядаються процеси формування стоку, які відбуваються лише на водозборі. В результаті ідентифікації модельних параметрів отримано оптимальні значення вищезазначених параметрів (табл. 1), які в подальшому використано для оцінки достовірності їх визначення.

Визначення оптимальних параметрів для всіх цих річкових водозборів в басейні Правобережжя Прип'яті здійснено на основі гідрометеорологічних даних, які характеризують паводки різної висоти.

Таблиця 1. Оптимальні значення параметрів водоутворення математичної моделі формування дощового стоку (ДОЩ-3) для малих водозборів Правобережжя Прип'яті

Малі басейни, річка – створ	Символічна позначка параметра та значення параметра для часткового водозбору		
	k_3	W_m	η
Вижівка - Стара Виживка	50,0	168	0,19
Турія - Ягідне	25,1	239	0,25
Турія - Ковель	70,5	130	0,26
Стир – Щуровичі	52,4	170	0,35
Радоставка - Трійця	39,2	126	0,22
Горинь -Ямпіль	82,6	88,5	0,09
Вирка -Сварині	33,0	224	0,15
Случ - Громада	60,0	156	0,14
Смілка - Сусли	27,4	178	0,21
Льва – Осницьк	14,2	230	0,26
Тня - Броніки	63,3	118	0,33
Уборть – Рудня Іванівська	50,5	148	0,18

Примітка: Розрахунковий інтервал часу – 12 годин.

Результати дослідження. Щоб оцінити вищеназвані модельні параметри (k_3 , W_m , η) стосовно їхнього впливу на водовіддачу та достовірності їх визначення в результаті оптимізації, було виконано відповідний аналіз. Особливу увагу слід приділяти, якраз, цим трьом параметрам, тому що від їхніх значень залежить інтенсивність втрат води на поверхневе затримання та поверхневий і підповерхневий стік [7, 8, 10]. Параметри моделі відображають гідрографічні характеристики річок, ґрунтові, морфометричні, гідравлічні властивості водозборів, а моделююча система процесів формування дощового стоку – часткові процеси формування стоку води на кожному частковому водозборі: випаровування, затримання води на поверхні водозбору та у ґрунтовому шарі, інфільтрація, фільтрація, утворення поверхневого та підповерхневого (внутрішньоґрунтового) стоку. Тобто, для оцінки достовірності оптимальних параметрів водоутворення, можна використати їхні узагальнення, в залежності від морфометричних властивостей водозборів або гідрографічних характеристик річок [5].

Максимальна водоутримуюча здатність W_m діючого шару ґрунту, у якому формується підповерхневий стік, змінюється по території Правобережжя Прип'яті, і значення цього параметру можна приблизно оцінити за середньою висотою водозбору H або його залісенністю f_n (рис. 2).

Аналітично, параметр W_m можна подати у вигляді рівнянь (1;2):

$$W_m = -0,73H + 328,5, \quad (1)$$

$$W_m = 2,94f_n + 106,2. \quad (2)$$

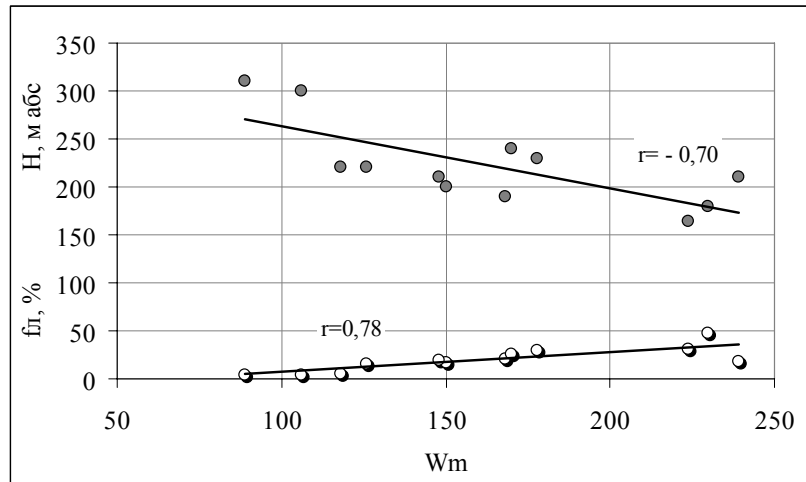


Рис.2. Залежність параметра W_m для річок Правобережжя Прип'яті від середньої висоти водозборів (H , м абс.) та їх залісненості (f_l , %)

Параметри K_3 і W_m діють у моделі при обчисленні дефіциту вологості ґрунту, інтенсивності інфільтрації, формуванні підповерхневого водоутворення та затримання води на поверхні водозбору. Отже, ці параметри досліджувалися у вигляді відношення W_m/K_3 , яке визначає максимально можливий шар водовіддачі підповерхневого стоку. На рис.3 показано, що зі збільшенням залісненості f_l водозборів ця величина зростає.

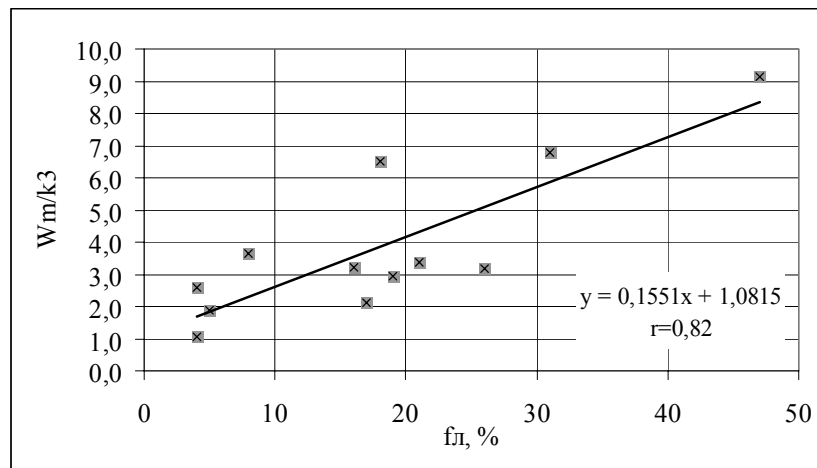


Рис.3. Залежність відношення параметрів W_m/k_3 для річок Правобережжя Прип'яті від залісненості (f_l , %) їх водозборів

На водозборах, які залісені до 20-25%, шар водовіддачі залишається приблизно на рівні 2,0–3,5 мм/12 год. Кінцеву залежність можна подати в аналітичному вигляді так (3):

$$W_m / k_3 = 0,155 f_l + 1,082 . \quad (3)$$

Значення параметра η узгоджуються з коефіцієнтами стоку під час високих інтенсивних паводків. В умовах Правобережжя Прип'яті коефіцієнти стоку досягають значень 0,20-0,50, в залежності від похилу місцевості водозбору. При цьому, шляхом дослідного моделювання, отримано наступне розрахункове рівняння (4):

$$\eta = 0,166 I + 0,107 , \quad (4)$$

де I – середньозважені похили річок(‰).

Графічне відображення залежності подано на рис.4.

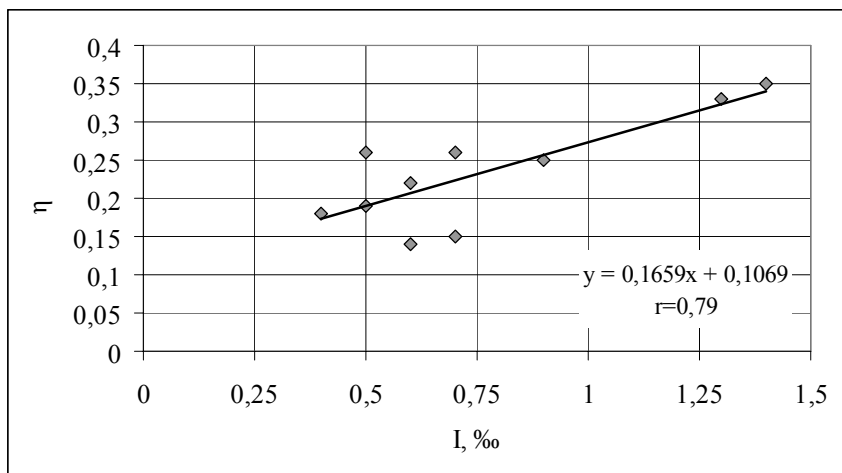


Рис.4. Залежність параметра η для річок Правобережжя Прип'яті від їх середньозваженого похилу (I , ‰)

Параметри повинні відображати об'єктивні характеристики конкретних водозборів і, бажано, мати конкретний фізичний зміст. Тому достовірності оцінювання параметрів, як показав досвід, повинна приділятися належна увага [10-11]. Як бачимо з рис. 2-4 всі залежності параметрів водоутворення мають коефіцієнти парної кореляції в межах від 0,7 до 0,82.

Висновки. Внаслідок дослідного моделювання дощових паводків визначено оптимальні параметри водоутворення (k_3 , W_m , η) для малих водозборів Правобережжя Прип'яті, встановлено взаємозв'язок між цими параметрами та гідрографічними і морфометричними показниками річкових водозборів. Визначення ймовірної області змінювання модельних параметрів, дозволяє звузити межі їхньої невизначеності при застосуванні оптимізаційних процедур, що дуже важливо при розробленні басейнових прогностичних систем, оскільки обчислення водоутворення в прогностичних системах виконується для окремих часткових площ. Тому буде правомірним, орієнтуючись на значення оптимальних параметрів моделі для малих водозборів (з площами переважно 300-1500 км²), застосувати їх для моделювання стоку з часткових площ, беручи до уваги подібність гідрографічних та морфометричних особливостей.

Також, виконане узагальнення параметрів дає можливість застосувати зворотні оцінки – за гідрографічними та морфометричними характеристиками водозборів визначати значення відповідних параметрів водоутворення і обчислювати стік з площ, які не мають відповідних спостережень у часовому та просторовому відношеннях.

Список літератури

1. Кучмент Л. С. Математическое моделирование речного стока / Л. С. Кучмент. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – С.115-118. 2. Георгиевский Ю. М. Гидрологические прогнозы / Ю. М. Георгиевский, С. В. Шаночкин – СПб. : изд-во РГГМУ, 2007. – С. 140–169. 3. Применение математических моделей в задачах расчета и прогноза дождевого стока (методическое руководство) / [Соседко М., Димитров Д., Кочелаба Е., Янков В.] – София : ИМГ БАН, К. : УкрНИГМИ, 1990. – 118 с. 4. Москаленко С. О. Оцінювання поверхневого та підповерхневого водоутворення у процесі моделювання дощових паводків на малих

річках Правобережжя Прип'яті / С. О. Москаленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 3(24). – С. 87–93. **5.** Лук'янець О. І. Ландшафтні характеристики як основа оцінювання параметрів математичних моделей стоку води / О. І. Лук'янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 78–84. **6.** Соседко М. Н. Анализ чувствительности математической модели формирования дождевого стока на горном водозборе / М. Н. Соседко // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 212. – С. 85–93. **7.** Соседко М. Н. Методика идентификации математической модели дождевого стока на горных водозборах / Соседко М. Н., Панайотов Т., Янков В. // Проблемы на метеорологията и гидрологията. – София : Наука, 1987. – С. 35–44. **8.** Приймаченко Н. В. Узагальнення параметрів математичної моделі формування дощового стоку на прикладі малих водозборів басейну Дністра / Н. В. Приймаченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 18. – С. 47–55. **9.** Дутко В. О. Из досвіду ідентифікації параметрів математичної моделі дощового стоку в залежності від орографії місцевості / В. О. Дутко, М. М. Соседко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 3 (24). – С. 73–80. **10.** Лук'янець О. І. Методично-технологічна схема оцінювання оптимальних параметрів басейнової прогностичної системи / О. І. Лук'янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7 – С. 40–49. **11.** Сусідко М. М. Математичне моделювання процесів формування стоку як основа прогностичних систем / М. М. Сусідко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 32–40.

Оцінка достовірності визначення параметрів водоутворення математичної моделі дощових паводків для малих водозборів Правобережжя Прип'яті

Москаленко С. О.

Проведено узагальнення оптимальних параметрів водоутворення математичної моделі процесів формування дощових паводків для малих басейнів Правобережжя Прип'яті та оцінка достовірності їх визначення в залежності від гідрографічних та морфометричних характеристик досліджуваних водозборів.

Ключові слова: дощовий паводок; процеси формування стоку; водоутворення; математична модель; оптимальні параметри моделі; гідрографічні та морфометричні характеристики водозборів.

Оценка достоверности определения параметров водообразования математической модели дождевых паводков для небольших водосборов Правобережья Припяти

Москаленко С. А.

Проведено обобщение оптимальных параметров водообразования математической модели процессов формирования дождевых паводков для бассейнов Правобережья Припяти и оценка достоверности их определения в зависимости от гидрографических и морфометрических характеристик исследуемых водосборов.

Ключевые слова: дождевой паводок; процессы формирования стока; водообразование; математическая модель; оптимальные параметры модели; гидрографические и морфометрические характеристики водосборов.

Assessment of reliability of determination of parameters of water yield of mathematical model of rainfall flood for small river basins of the Right bank of Pripjat

Moskalenko S. O.

Are provided generalization of optimum parameters of water formation of mathematical model of processes of formation of rain high waters for small river basins of the Right bank of Pripjat and an assessment of reliability of their definition depending on hydrographic and morphologic characteristics of studied river basins.

Keywords: rainfall flood; processes of formation of a runoff; water education; mathematical model; optimum parameters of model; hydrographic and morphologic characteristics of river basins.

Надійшла до редколегії 22.08.2012

УДК 556.35 + 556.121

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ВПЛИВ ЗЛИВОВИХ ОПАДІВ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКИХ ПАВОДКІВ У БАСЕЙНАХ ВЕРХНЬОГО ПРУТУ ТА СІРЕТУ

Ключові слова: річковий водозбір; зливові опади; ізогіст; витрата води; коефіцієнт кореляції

Актуальність теми. Дослідженням паводків на річках Українських Карпат приділяється значна увага, присвячено багато публікацій. Водночас залишається ряд проблем і питань методичного, теоретичного, прикладного характеру, які ще потребують поглиблених досліджень, розв'язання.

Підходи до розрахунку та прогнозу паводків сформовані протягом середини – другої половини двадцятого століття. Вони також удосконалюються у теперішній час. Водночас більшість дослідників, спеціалістів прийшли до висновку, що точність визначення максимальних паводкових витрат води (та відповідних інших характеристик) не перевищує 20%. Також відомо, що вершини високих паводків практично не охоплені гідрометричними вимірюваннями. Тому актуальним та інформативним може бути питання аналізу прямих зв'язків між сумами опадів у відносно невеликих басейнах та витратами води у замикаючих створах.

Огляд наукових публікацій. У Передкарпатті паводки на річках формуються опадами зливового характеру. У гідрології [4, 7] межа злизових та облогових дощів характеризується інтенсивністю 2 мм/год. У теперішній час в Україні подібний критерій використовують для характеристики стихійних гідрометеорологічних явищ [16]: ≥ 30 мм за період ≤ 12 годин. У монографіях [12, 18] такі опади названі «сильними дощами». У монографії [8] такі опади також називаються сильними або дуже сильними дощами. Таким чином, межа 25-30 мм за пів доби може характеризувати достовірне утворення паводків на середніх та великих річках (на малих річках процеси відбуваються швидше – за години і менше). Інтенсивності дощів у 2 мм/год, при повному їх переході у стік води в басейнах річок, відповідають модулі стоку 555,6 л/с*км². При коефіцієнті стоку 0,9 модуль стоку буде приблизно 500 л/с*км². Такі модулі часто спостерігаються у басейнах Карпатських річок. Вони у 15-20 разів перевищують значення середніх багаторічних модулів.

Максимальні спостережені добові суми опадів у пунктах спостережень в Українських Карпатах змінюється приблизно від 120 до 300 мм [19]. Це

означає годинну інтенсивність від 5 мм до 12,5 мм. Інтенсивні дощі тривають більше ніж одну добу. Їх описують за допомогою сумарних ізогіет. Такого роду дані наведені у багатьох наукових публікаціях [1–3, 6, 9, 10, 13, 15, 17].

За період інтенсивного паводку у Передкарпатті у липні 2008 року суми опадів за період 12 год становили 65–112 мм. У розрахунку на годинну інтенсивність опадів становить – 5,4–9,3 мм.

Менші паводки утворюються за рахунок опадів меншої інтенсивності. Вони також можуть випадати на менших територіях.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є виявлення та аналіз зв'язків між сумами зливових опадів у басейнах річок та витратами води у замикаючих створах (на прикладах Верхнього Пруту та Верхнього Сірету).

Основні завдання:

- сформулювати банк даних про кількість опадів під час інтенсивних зливових дощів у досліджуваних басейнах;
- побудувати графіки зв'язку між кількістю опадів та витратами води у замикаючих створах;
- проаналізувати отримані зв'язки.

Виклад результатів дослідження. Під час пошуків та первинного аналізу вихідної інформації ми зіштовхнулися із проблемою, що пов'язана з малою її кількістю стосовно опадів під час паводків 1908, 1911, 1927, 1941, 1948 років. Також не було можливості отримати інформацію про опади під час паводку 1974 року. Дані паводки були виключені з аналізу, оскільки інформація про опади, а саме просторове розміщення опадомірних пунктів та їх кількість не дозволяє отримати надійну картину розподілу сумарних шарів. Для решти випадків кількість пунктів спостереження за опадами в басейнах Верхнього Пруту та Сірету складає від 25 до 50, що дозволяє отримати хороші результати з мінімальною похибкою.

Для побудови картосхем використовувалося програмне забезпечення Golden Software – Surfer 9.0. При виконанні даної роботи в Surfer 9.0 було імпортовано карту гідрологічної мережі басейнів Верхнього Пруту та Сірету із системи автоматичного робочого місця моніторингу гідрологічних явищ Чернівецького обласного центру з гідрометеорології МНС України.

В побудові картосхем розподілу опадів використовувалися матеріали спостережень метеорологічних станцій та гідрологічних постів, які розташовані на території Закарпатської, Івано-Франківської, Чернівецької областей. При аналізі паводків 2010 року було використано дані спостережень за опадами метеорологічних станцій республіки Молдова та гідрологічних постів в басейні р. Сірет, р. Сучава на території Румунії.

Інтервали між ізолініями встановлювалися з урахуванням просторового розподілу, амплітуди зміни опадів та становили 5, 10 мм.

Для басейну Верхнього Пруту та Сірету побудовано 15 картосхем розподілу сумарних опадів під час формування найбільших паводків другої половини ХХ - поч. ХХІ ст. (рис.1).

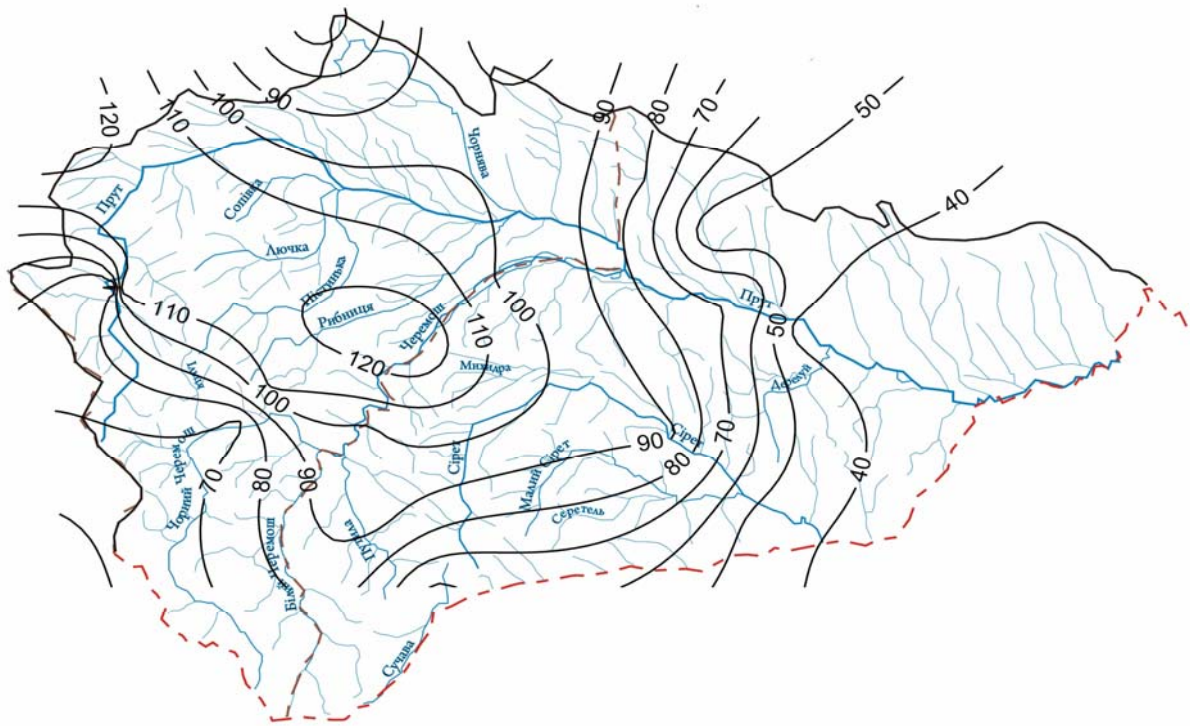


Рис. 1. Розподіл опадів на території Верхнього Пруту та Сірету 25 липня 2008 року

У басейні Пруту високі паводки формуються в двох районах – верхів'ях самого Пруту та його притоки – Черемошу. В залежності від співпадіння хвиль паводків, що надходять з цих частин водозбору у часі, формується максимальна висота паводків на ділянці Пруту нижче впадіння Черемошу. Високі дощові паводки формуються при випадінні сильних опадів протягом 2–3 діб. У період високих дощових паводків територія відносно рівномірно охоплена дуже сильними зливовими опадами.

При виконанні дослідження нами були виділені паводки, коли територія охоплена сильними та дуже сильними зливовими опадами розташована у гірській частині водозборів Пруту (верхів'я Пруту та Черемошу) та Сірету (рис. 2 і 3).

При виконанні аналізу просторового розподілу опадів на території водозбору Верхнього Пруту та Сірету доцільно використовувати матеріали спостережень за кількістю опадів гідрологічних постів на р. Сучава та р. Сірет в Румунії. Детальний аналіз нами проведено для паводку 29 червня 2010 року, коли було використано дані щодо кількості опадів на гідрологічних пунктах спостережень Ізвоареле-Сучевей, Бродіна, Сірет (Румунія).

Картосхеми ізогіет накладаються на картосхеми басейнів, що відповідають різним пунктам гідрологічних спостережень як замикаючим створам. На побудованих картосхемах розподілу опадів територію водозбору Пруту та Сірету перетинає 7 – 15 ізогіет, що є достатнім для розрахунку величини середньої кількості опадів. Площі між сусідніми ізогіетами нумерувалися та вимірювалися палеткою. На основі даних про ізогіети розраховані вагові значення сум опадів за періоди формування паводків у

наступних водозборах: р. Прут до гідрологічного поста Яремче – 597 км²; р. Прут до гідрологічного поста Чернівці – 6890 км²; р. Черемош до гідрологічного поста Устеріки – 1500 км²; р. Чорний Черемош до гідрологічного поста Верховина – 657 км²; р. Білий Черемош до гідрологічного поста Яблуниця – 552 км²; р. Путила до гідрологічного поста Путила – 181 км²; р. Ільця до гідрологічного поста Ільці – 81,6 км²; р. Дерелуй до гідрологічного поста Молодія – 289 км²; р. Сірет – до гідрологічного поста Сторожинець – 672 км². Це пости, де проводяться вимірювання витрат води.

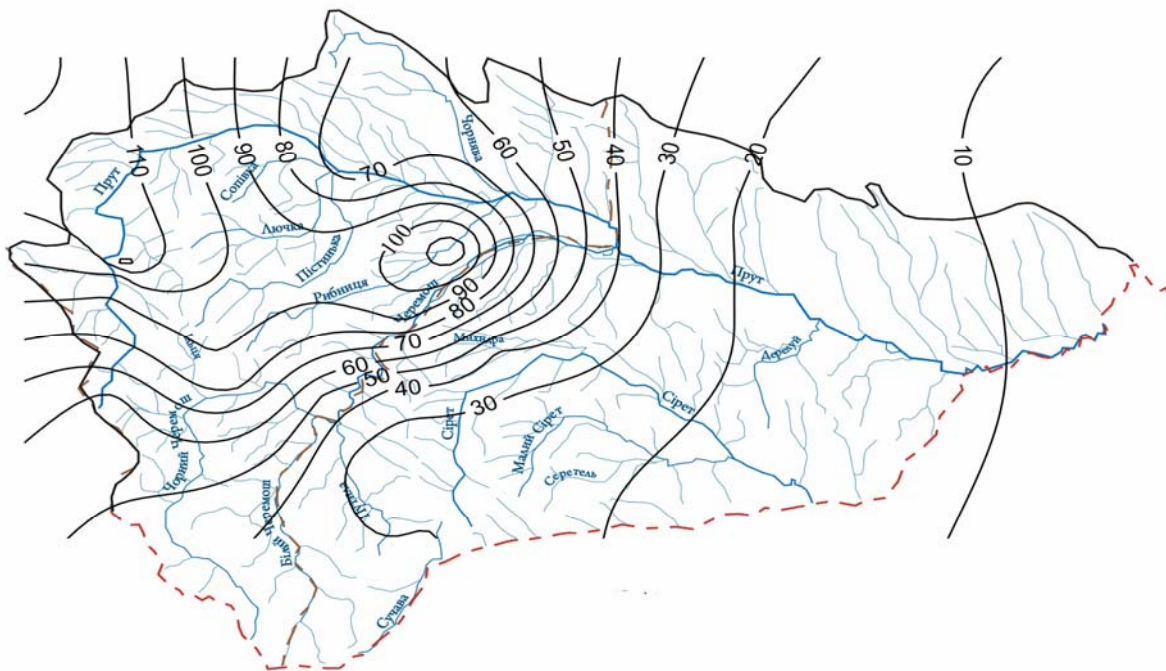


Рис. 2. Розподіл опадів на території басейнів Верхнього Пруту та Сірету 8 липня 2010 року

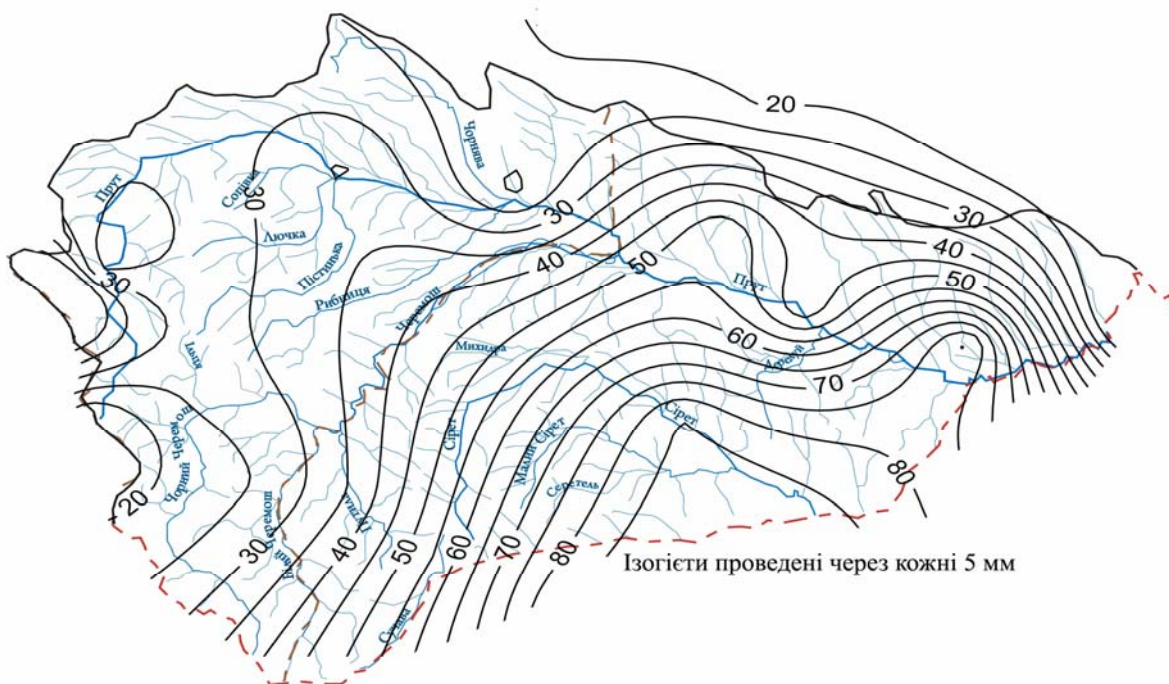


Рис. 3. Розподіл опадів на території басейнів Верхнього Пруту та Сірету 28 - 29 червня 2010 року

Для кожного із басейнів також було розраховано шар атмосферних опадів для доби з максимальною їх кількістю. Кількість розрахованих добових максимумів опадів для різних басейнів складає від 10 (р. Путила – смт. Путила) до 21 (р. Білий Черемош – с. Яблуниця, р. Черемош – с. Устеріки). Для даного аналізу бралися як паводки, що охоплювали весь водозбір Верхнього Пруту та Сірету, так і регіональні паводки, що охоплювали частину басейну Верхнього Пруту та Сірету.

Для річки Путила – смт. Путила невелика кількість обрахованих величин пояснюється низькою якістю гідрометеорологічних спостережень, що виконувалися на гідрологічному посту Путила в другій половині ХХ ст. Для басейну р. Дерелуй – с. Молодія середні значення максимальної добової кількості опадів розраховано під час формування одинадцяти паводків, що пояснюється незначним періодом гідрометеорологічних спостережень на території водозбору річки.

Наступний етап роботи полягає у дослідженні залежностей максимальних витрат води у створах гідрологічних спостережень від максимальних добових кількостей опадів у відповідних водозборах (рис.4).

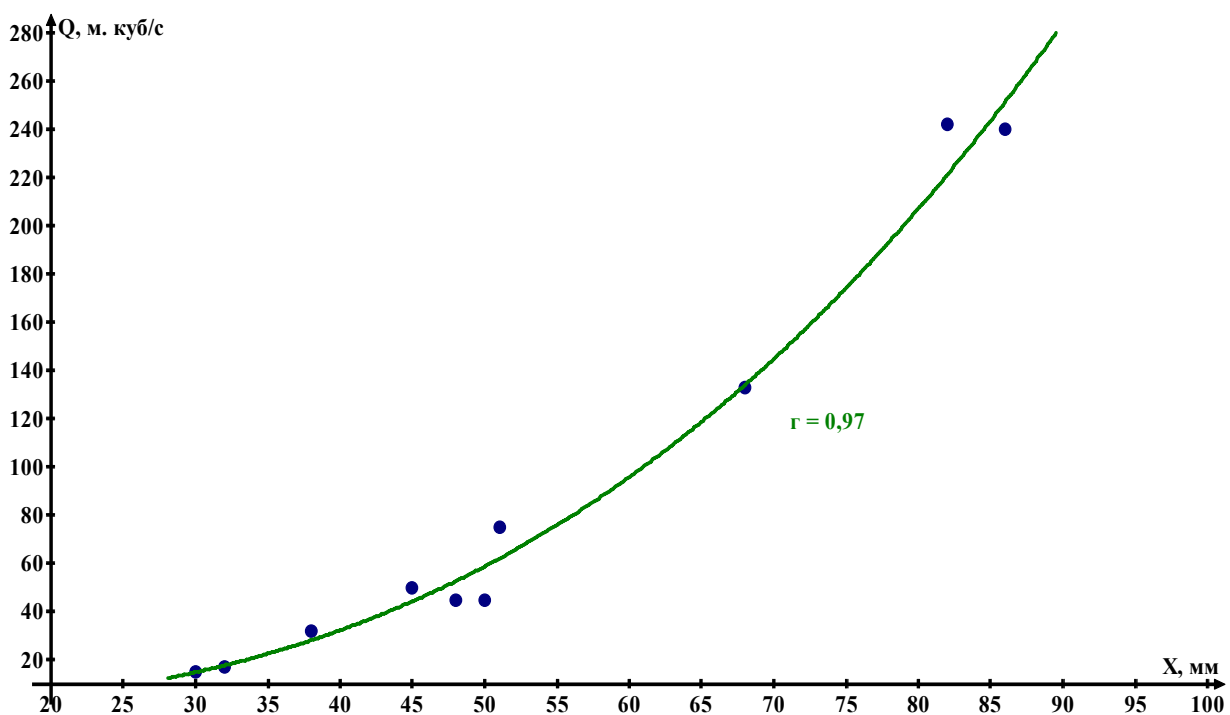


Рис. 4. Графік залежності максимальної витрати води та добових максимумів опадів, р. Путила – смт. Путила

Графіки залежностей показали досить чіткі залежності між змінними величинами. Для оцінки їх тісноти зв'язку були розраховані парні коефіцієнти кореляції (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції максимальних витрат води з максимальною добовою кількістю опадів

Річка, пункт	Площа басейну, км ²	Коефіцієнт кореляції (r)Q _{max-f X}
р. Сірет – м. Сторожинець	672	0,90
р. Прут – м. Яремча	597	0,94
р. Прут – м. Чернівці	6890	0,92
р. Дерелуй – с. Молодія	289	0,83
р. Черемош – с. Устеріки	1500	0,75
р. Білий Черемош – с. Яблуниця	552	0,87
р. Чорний Черемош – смт Верховина	657	0,94
р. Ільця – с. Ільці	81,6	0,94
р. Путила – смт Путила	181	0,97

Найнижчий коефіцієнт кореляції 0,75 було отримано для гідрологічного поста Устеріки, що можна пояснити складністю вимірювання витрат води при проходженні паводків.

Залежності для конкретних гідростворів (басейнів) бажано територіально узагальнювати. Для цього дещо умовно виділено три категорії водозборів: 1 – малі, до 200 км²; 2 – середні, від 200 до 2000 км²; 3 – великі > 2000 км². Відповідні дані нанесено на загальний графік (рис.5). Як бачимо, вони дають ще кращі результати ніж для окремих пунктів. Таким чином, відповідний шлях дослідження є перспективним.

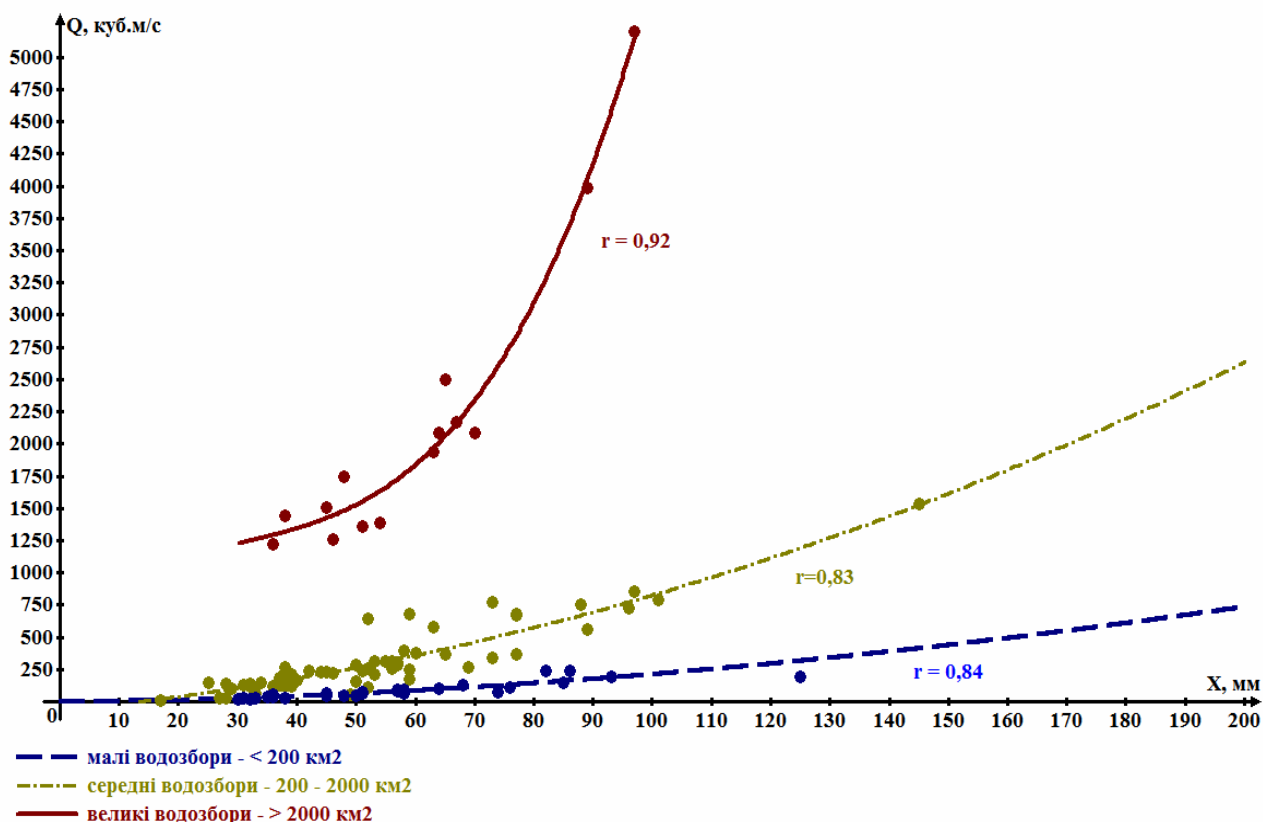


Рис. 5. Графіки залежностей максимальних витрат води та добових максимумів опадів для відповідних категорій водозборів

Виходячи з достатньо високої тісноти зв'язків між опадами та витратами води також можна запропонувати використовувати відповідне оперативне прогнозування паводків, небезпечних ситуацій на річках, попередження про них.

Висновки. За останні десятиліття (50–60 років) мережа метеорологічних спостережень за опадами у районі басейнів Верхнього Пруту та Верхнього Сірету є достатньою для того, щоб досить детально описувати характер розподілу зливових опадів за допомогою карт ізогіет. Також є дані про зміни інтенсивності опадів, півдобові та добові їх суми. За попередній період картосхеми носять більш орієнтовний характер.

Між сумами зливових опадів у басейнах, що відповідають пунктам гідрологічних спостережень, та опублікованими даними про максимальні витрати води високих паводків виявлено досить тісні зв'язки.

Коефіцієнти кореляції становлять 0,85 – 0,90. Це не нижче ніж у існуючих моделях стоку. Особливою проблемою при цьому залишається охоплення гідрологічними вимірюваннями максимальних (паводкових) витрат води.

Територіальне узагальнення зв'язків, отриманих для окремих пунктів спостережень (басейни) також є перспективним. При цьому слід враховувати певні градації величини водозборів. На основі отриманих зв'язків можна розробити систему оперативного попередження про паводки та прогнозування їх величини, особливо для малих водозборів

Список літератури

1. *Бабиченко В. Н.* Особо обильные осадки в Карпатах / В. Н. Бабиченко, И. Д. Лоева / Метеорология и гидрология. – 1967. – №12. – С. 51–56.
2. *Богатыр Л. Ф.* Влияние орографии на распределение осадков в Украинских Карпатах и предгорьях в тёплое время года / Л. Ф. Богатыр, А. И. Ромов // Тр. УкрНИГМИ. – 1971. – Вып. 108. – С. 26–40.
3. *Вишневський П. Ф.* Зливи і зливовий стік на Україні / П. Ф. Вишневський. – К. : Наук. думка, 1964. – 291 с.
4. *Владимиров А. М.* Гидрологические расчеты / А. М. Владимиров. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
5. Гідрометеорологічні умови формування та проходження дощових паводків на річках Карпат у липні 2008 року : тех. звіт Українського гідрометеорологічного центру. – К., 2008. – 48 с.
6. *Голуб Е. В.* К вопросу о наибольших суточных количествах осадков за год в Украинских Карпатах / Е. В. Голуб // Метеорология, климатология и гидрология. – 1969. – Вып 5. – С. 42–47.
7. *Горошков И. Ф.* Гидрологические расчеты / И. Ф. Горошков. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 430 с.
8. *Гребінь В. В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В. В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
9. *Заболоцька Т. М.* Небезпечно сильні опади в Україні та можливі причини їх утворення / Заболоцька Т. М., Підгірська В. М., Шпиталь Т. М. // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 25–41.
10. *Кирилюк М. І.* Водний баланс та якісний стан водних ресурсів Українських Карпат / М. І. Кирилюк. – Чернівці : Рута, 2001. – 264 с.
11. Кліматологічні стандартні норми (1961–1990 рр.) Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут - Центральна геофізична обсерваторія. - К.: – 2002. – 446 с.
12. *Логвинов К.Т.* Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах / К.Т. Логвинов, А.Н. Раевский, М.М. Айзенберг– Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 198 с.
13. *Люттик П.М.* Экспедиционные исследования выдающихся паводов в Карпатах и определение их максимальных расходов / П.М. Люттик– Тр. УкрНИИ, 1972. – Вып. 116. – с. 25 – 34.
14. *Люттик П.М.* Экспедиционные исследования выдающихся паводов в Карпатах и определение их максимальных расходов / П.М. Люттик– Тр. УкрНИИ, 1972. – Вып. 116. – с. 25 – 34.
15. *Люттик П.М.* Расчетные

характеристики дощевих осадків в Українських Карпатах / П.М. Лютик, Е.Н. Киптенко, В.Т. Бедратенко // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып.119. – С. 19 – 32. **16.** *Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки / Випуск 1, Частина I Метеорологічне забезпечення та обслуговування – К.: Державна гідрометеорологічна служба, 2006. – 32 с.* **17.** *Соседко М.Н.* Особенности пространственной структуры полей осадков на территории Украинских Карпат / М.Н. Соседко /Тр. УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 180. – С. 81– 85. **18.** *Стихийні метеорологічні явища на території України за останнедвадцятиріччя (1986 - 2005рр.) / за ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко - К.: Ніка - Центр, 2006. - 312 с.* **19.** *Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под. ред. Л.И. Сакали. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 366 с.* **20.** Чеботарев А.И. Общая гидродоролия (воды суши) / А.И.Чеботарев – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 530 с.

Вплив зливових опадів на формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Сірету

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

У даному дослідженні систематизовано і проаналізовано дані про опади під час формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Верхнього Сірету. На основі гідрометеорологічної інформації за допомогою програмного забезпечення створено карти розподілу опадів на досліджуваній території. Побудовано та проаналізовано зв'язки максимальних витрат води з максимальною добовою кількістю опадів. Проаналізовано якість отриманої гідрологічної інформації щодо витрат води.

Ключові слова: річковий водозбір; зливові опади; ізогіет; витрата води; коефіцієнт кореляції.

Влияние ливневых осадков на формирование высоких паводков в бассейнах Верхнего Прута и Сирета

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

В данном исследовании систематизированы и проанализированы данные об осадках при формировании высоких паводков в бассейнах Верхнего Прута и Верхнего Сирета. На основе гидрометеорологической информации с помощью программного обеспечения созданы карты распределения осадков на исследуемой территории. Построены и проанализированы связи максимальных расходов воды с максимальным суточным количеством осадков. Проанализировано качество полученной гидрологической информации по расходам воды.

Ключевые слова: речной водосбор; ливневые осадки; изогеты; расход воды; коэффициент корреляции.

Effect of storm rainfall in major floods in the basins of the Upper Prut and Siret

Yushchenko J., Nastyuk M.

In this study, systematized and analyzed data on precipitation during the formation of large floods in the basins of the Upper Prut and Siret Upper. On the basis of hydrometeorological information using software created maps of the distribution of precipitation in the investigated area. Constructed and analyzed the relationship of maximum water flow with a maximum daily rainfall. Analyzed the quality of the received hydrological information on water consumption.

Keywords: river basin; storm precipitation; isohyets; water flow; the correlation coefficient.

Надійшла до редколегії 18.07.2012

Коржов Є.І.

Херсонська гідробіологічна станція НАН України

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЙ У ВНУТРІШНІХ ВОДОЙМАХ ПОНИЗЗЯ ДНІПРА

Ключові слова: *математичне моделювання; режим течій; пониззя Дніпра*

Вступ. Течії є важливим елементом динаміки водних мас у водоймі. Від їх характеру, напрямку та інтенсивності залежать умови існування гідробіонтів, видовий склад та розташування їх по акваторії. Крім того, вони мають дуже важливе екологічне значення, прискорюючи швидкість розчинення шкідливих речовин у воді та впливають на міграцію і розповсюдження їх у водоймі.

При екогідрологічних дослідженнях водойм пониззя Дніпра не завжди є можливість у повному обсязі оцінити режим течій загальноприйнятими методиками, описаними у відповідних керівництвах та інструкціях. Існуючі методики є досить трудомісткими, займають багато часу і вимагають значних економічних витрат. Результати вимірів часто не дають повного уявлення про течії у всій водоймі, а також при різних гідрометеорологічних умовах. З метою отримання більш повної картини течій у водоймах пониззя Дніпра ми скористалися розрахунковими методами дослідження. Методи математичного моделювання течій багато років використовуються в практиці екогідрологічних досліджень різних водних об'єктів України [5, 6, 7] та близького зарубіжжя [1, 4]. Вони не лише дають повне уявлення про режим течій, але й дозволяють прогнозувати їх напрямок і швидкість при різних гідрометеорологічних умовах та у будь-якій частині акваторії водойми. До теперішнього часу дослідження режиму течій шляхом математичного моделювання успішно застосовувалось для великих водойм, лиманів та водосховищ, але питання щодо прийнятності цих методів для мілководних водойм, якими є озера та лимани пониззя Дніпра, лишається відкритим.

Матеріали та методи досліджень. При оцінці течій використана двомірна в горизонтальній площині математична модель циркуляції вод – метод повних потоків, адаптована для малих глибин [8].

У якості вхідних параметрів при розрахунках використані морфометричні показники водойм, середні величини притоку та відтоку води, метеорологічні дані.

Результати досліджень та їх обговорення. Враховуючи специфіку моделі, пов'язану з дискретністю введення параметрів морфометрії і нерівномірністю поля вітру над акваторією, проведено її верифікацію за результатами матеріалів наших натурних спостережень на водоймах пониззя Дніпра. Середні значення відносних похибок за напрямом та швидкістю течій складають відповідно 13,1

та 14,0%. Лише у декількох випадках їх значення в окремих точках вимірювання перевищували 25%. Такі невеликі відносні похибки свідчать про те, що обраний розрахунковий метод може бути прийнятним для оцінки режиму течій у досліджуваних заплавах водоймах.

Прикладом використання моделі може бути оцінка динаміки вод у Кардашинському лимані, який знаходиться на лівобережній заплаві Дніпра в районі м. Херсона. Площа водойми 5,09 км², середня глибина менше 2м. На рисунках 1 і 2 наведені схеми циркуляції вод в цій водоймі.

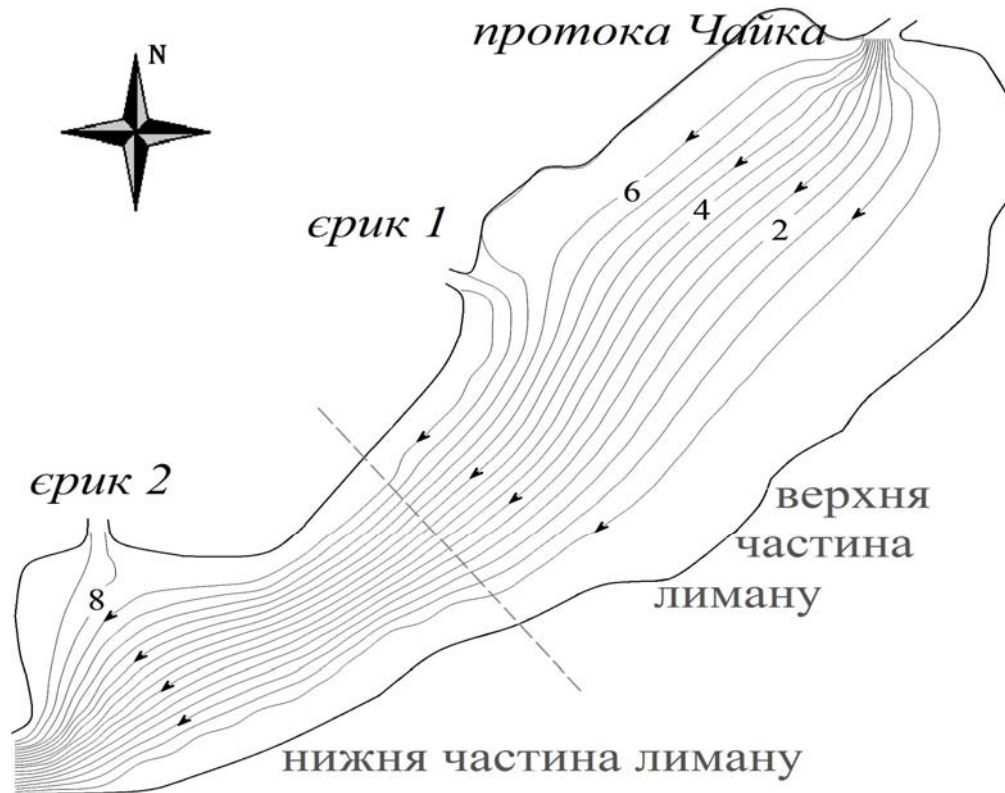


Рис. 1. Схема циркуляції вод у Кардашинському лимані при штильових погодних умовах.

Схеми вказують на те, що при штильових погодних умовах вода, яка поступає в лиман з протоки Чайка і двох бічних ериків, протікає, в основному, по центральній частині водойми. Розрахункова швидкість стічних течій в середньому складає 0,42 см/с, що добре узгоджується з даними натурних досліджень, згідно яким вона варіює в межах від 0,40 до 0,53 см/с.

За наявності вітру структура течій ускладнюється. По акваторії лиману формуються замкнуті циркуляції, конфігурація та інтенсивність яких залежать від напрямку і швидкості вітру. У верхній частині лиману формуються два основних вихори – циклональний та антициклональний. Між ними пролягає основний потік, що зазвичай має протилежний вітру напрямок. Нижня частина лиману мілка, тому водні маси тут рухаються переважно за напрямком вітру, лише біля лівого берега спостерігаються слабкі компенсаційні течії.

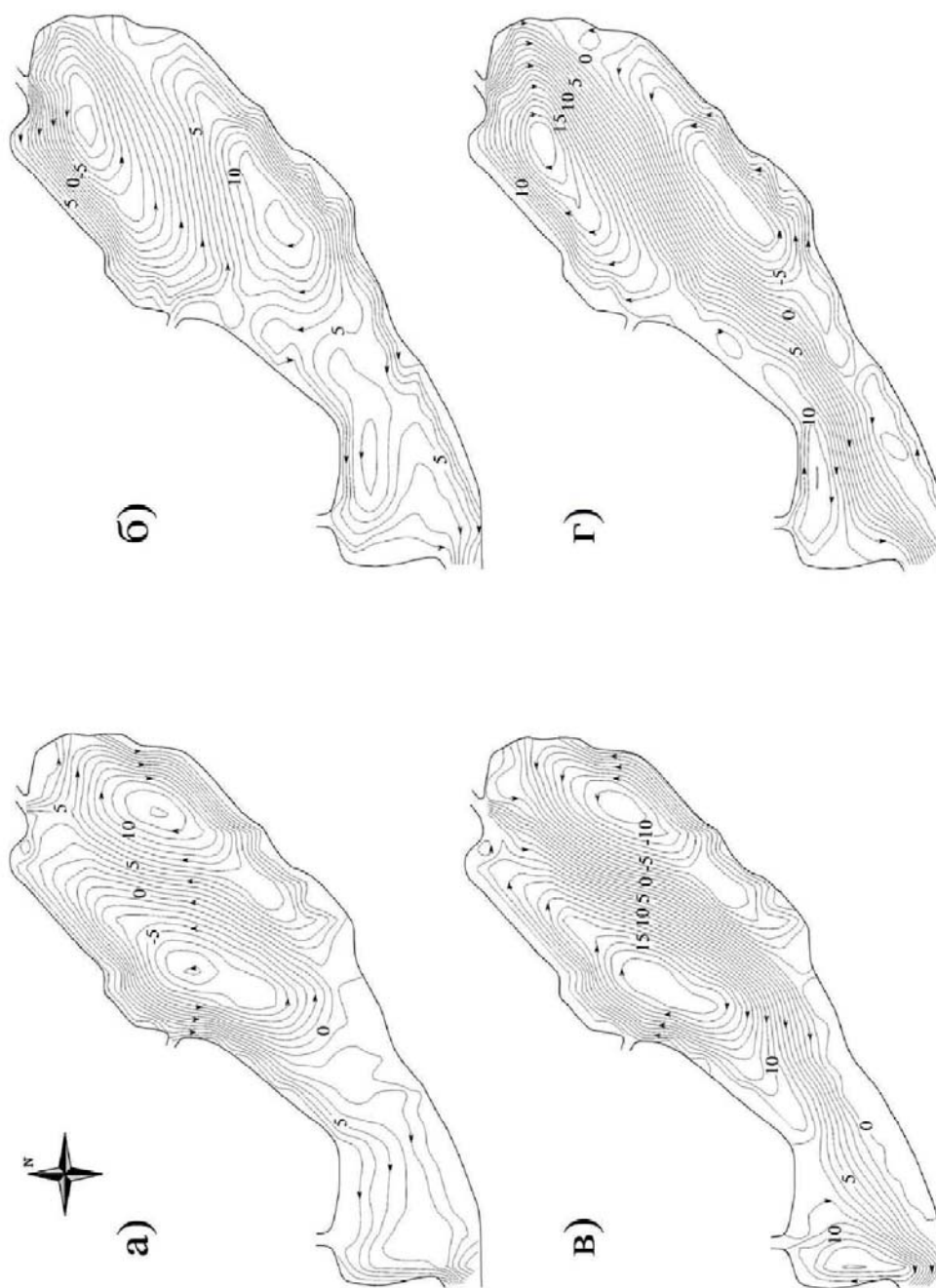


Рис. 2. Схема циркуляції вод у Кардашнському лимані при вітрі 5 м/с північного (а), східного (б), південного (в) та західного (г) напрямків.

При вітрі 5 м/с швидкість течії в лимані збільшується на порядок у порівнянні з штильовими умовами. При меридіональних вітрах вона складає 4,05 – 5,15 см/с, при широтних – 3,84 – 4,96 см/с. Максимальні значення швидкостей течії спостерігаються в прибережній зоні та у нижній більш мілкій частині лиману.

Характерним є те, що конфігурація ліній циркуляцій вод під дією вітру північних та південних напрямків є схожою та різниться лише напрямком течії у вихрових утвореннях. Те ж саме спостерігається і при широтних вітрах. При збільшенні швидкості вітру конфігурація та розташування основних вихрових утворень не змінюється, але збільшується їхня інтенсивність. Якщо при вітрі 5 м/с витрата циркуляційного потоку складає 10 – 12 м³/с, то при посиленні вітру до 10 м/с вона збільшується до 20 – 25 м³/с. При вітрі 15 м/с загальна витрата сягає 35 – 40 м³/с.

Як показали дослідження, на водоймах пониззя Дніпра найбільш складні циркуляційні потоки води спостерігаються на ділянках з антропогенно зміненою орографією дна. Прикладом можуть служити схеми течій Стеблівського лиману (рис.3). Тут при будь-яких погодних умовах в нижньому плесі формується рівномірний розподіл ліній току. В той же час на штучно деформованому верхньому плесі (судовий хід, кар'єри тощо) спостерігається складна система циркуляції вод з наявністю багатоцентрових вихрових утворень.

Одним із аспектів застосування методу математичного моделювання течій є оцінка впливу динаміки вод на процеси самоочищення водних об'єктів. Відомо, що для визначення динамічної складової самоочищення використовують відносну величину K_d/K_{cm} [3], що залежить від швидкості течії наступним чином:

$$K_d/K_{cm} = v / (0,0031 + 0,0348 v), \quad (1)$$

де: K_{cm} – коефіцієнт біохімічного окиснення речовини в нерухомому водному середовищі; K_d – динамічна складова узагальненого коефіцієнта самоочищення, v – швидкість течії в м/с.

Так, в Кардашинському лимані при середній швидкості вітру динамічна складова самоочищення (K_d/K_{cm}) складає 9,2–9,9. При цьому, у нижній частині лиману вона дещо більша (табл.).

Таблиця. Динамічна складова самоочисного потенціалу Кардашинського лиману при вітрі швидкістю 5 м/с

Напрямок вітру	Середня швидкість течії, м/с		Значення K_d/K_{cm}	
	нижня частина	верхня частина	нижня частина	верхня частина
Північний	0,046	0,044	9,8	9,5
Східний	0,047	0,042	9,9	9,2
Південний	0,046	0,044	9,8	9,5
Західний	0,047	0,042	9,9	9,2

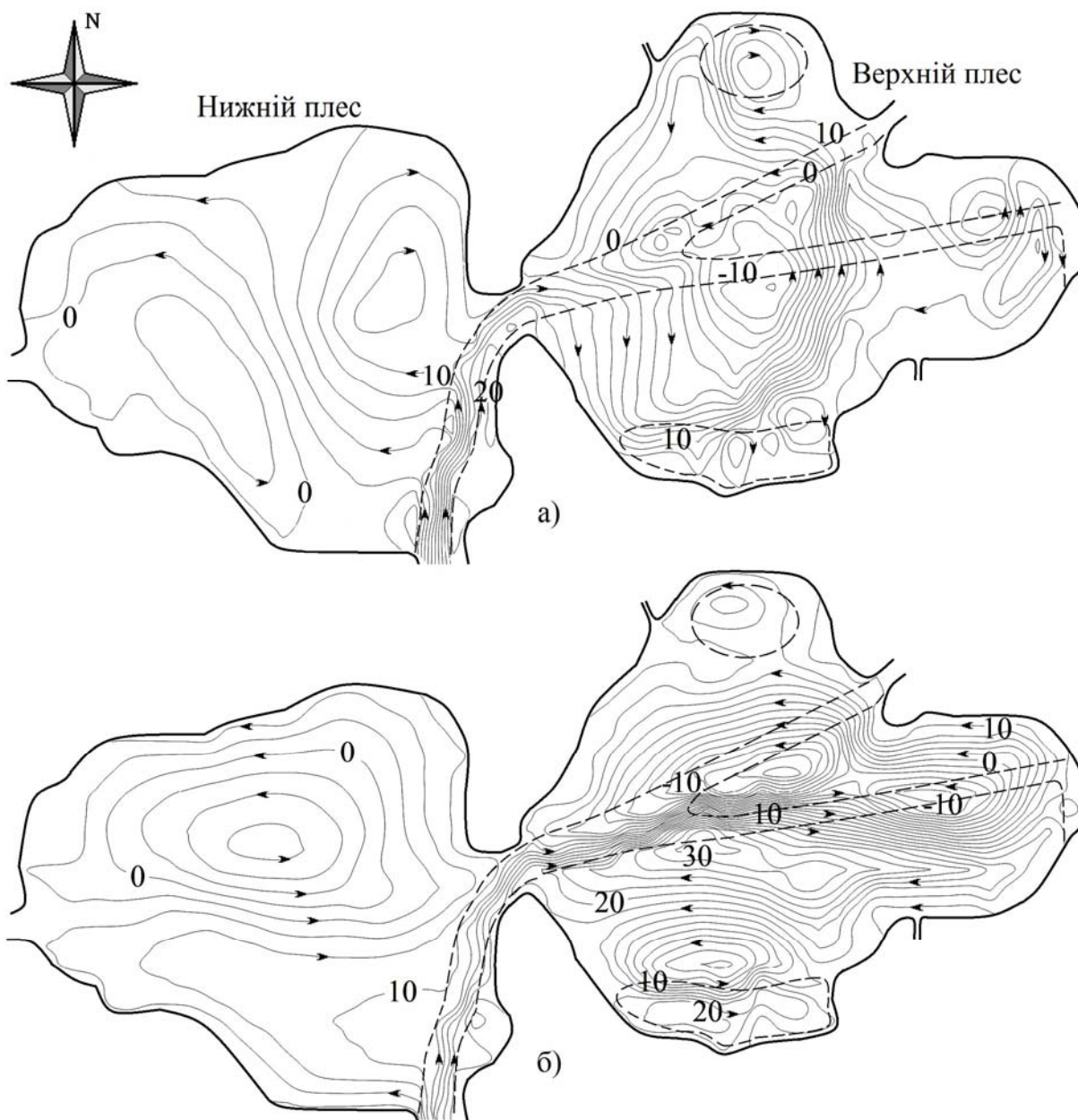


Рис. 3. Схема циркуляції вод у Стеблівському лимані при вітрі 5 м/с північного (а) та східного (б) напрямків [2]. Пунктиром виділені зони, де проводились днопоглиблювальні роботи.

Висновки. Проведені дослідження дають змогу стверджувати, що математичне моделювання течій може бути одним із реальних важелів оцінки динаміки водних мас мілководних водойм, включаючи плавневі та заплавні озера (лимани) пониззя Дніпра.

Застосування методу дає можливість оцінювати загальний вид циркуляції вод при різних гідрометеорологічних умовах, показники рухомості водних мас та динамічну складову процесу їх самоочищення.

Список літератури

1. Андреев О. А. Численное моделирование динамики вод и переноса пассивных примесей в Невской губе / О. А. Андреев, А. В. Соколов // Метеорология и гидрология. – 1989. – № 12. – С. 78–85.
2. Екологічний стан урбанізованих заплавних водойм. Стеблівський лиман / Алексенко Т. Л., Овечко С. В., Коржов Є. І. та ін.; [за ред. В. М.

Тімченка, Т. Л. Алексенко]. – Херсон : Херсонська гідробіологічна станція НАНУ, 2011. – 48 с. **3.** Экологическая емкость и её количественная оценка / [В. И. Лаврик, А. И. Мережко, Л. А. Сиренко, В. М. Тимченко] // Гидробиол. журн. – 1991. – Т. 27, №3 – С. 13–23. **4.** Лифшиц Б. Х. Пример расчета установившихся течений в озёрах с применением метода полных потоков / Б. Х. Лифшиц, Ю. С. Раутнайнен // Тр. СевНИИ гидротехники и мелиорации. – 1965. – Вып. 23. – С. 56–68. **5.** Тимченко В. М. Моделирование течений в водоемах Украины при экологических исследованиях / В. М. Тимченко, С. С. Дубняк, О. В. Тимченко // Наук. записки Тернопільського пед. ун-ту. Спецвипуск Гідро екологія. – 2005. – №3(26). – С. 432–433. **6.** Тимченко В. М. Опыт применения метода полных потоков при моделировании циркуляций вод во внутренних водоемах / Тимченко В. М., Дубняк С. С., Тимченко О. В. // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зон морей : матер. VI Всерос. конф. (Москва, 22-26 ноября 2004 г.). – М., 2004. – С. 98–100. **7.** Толмазин Д. М. Расчёт течений, параметров турбулентности и распределения соленых вод в мелком водоёме / Д. М. Толмазин // Вод. ресурсы. – 1975. – №6. – С. 133–155. **8.** Фельзенбаум А. И. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений / А. И. Фельзенбаум ; АН СССР, Ин-т океанологии. – М.: изд-во АН СССР, 1960. – 126 с.

Математичне моделювання течій у внутрішніх водоймах пониззя Дніпра

Коржов Є.І.

Розглянуто прийнятність методів математичного моделювання течій води для мілководних водойм пониззя Дніпра. Представлені схеми циркуляції вод у внутрішніх водоймах пониззя Дніпра. Виконаний аналіз режиму течій в цих водоймах при різних гідрометеорологічних умовах.

Ключові слова: математичне моделювання; режим течій; пониззя Дніпра.

Математическое моделирование течений во внутренних водоемах низовья Днепра

Коржов Е.И.

Рассмотрена применимость методов математического моделирования течений воды для мелководных водоемов низовья Днепра. Представлены схемы циркуляции вод во внутренних водоемах низовья Днепра. Выполнен анализ режима течений в этих водоемах при различных гидрометеорологических условиях.

Ключевые слова: математическое моделирование; режим течений; низовье Днепра.

Mathematical modeling of water flow in the inland waters of the lower reaches of the Dnieper

Korzhov E.I.

Admissibility of mathematical modeling of water flows for shallow waters lower reaches of the Dnieper was considered. The scheme flows in the inland waters of lower reaches of the Dnieper are presented in the article. Analyze of currents regime in these waters under different meteorological conditions have been carried out.

Keywords: mathematical modeling; flow regime; the lower reaches of the Dnieper.

Надійшла до редколегії 26.09.2012

Цепенда М.В., Цепенда М.М.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ОЦІНКА СУЧАСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДОПОСТАЧАННЯ БАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОГО ДНІСТРА

Ключові слова: потенціал водопостачання; стаціонарні запаси; відновні ресурси; норма стоку; екологічний стік

Вступ. Потенціал водопостачання – найважливіший компонент водноресурсного потенціалу (ВРП) території – являє собою здатність водних об'єктів задовольняти потреби суспільства у воді з метою водопостачання населення і господарства без шкоди для власної екосистеми та з урахуванням інтересів інших водокористувачів за певний проміжок часу. Вода в системі ВРП виступає основою, найбільш вивченим і дослідженим системним чинником, а забезпечення водою суспільства є найважливішим ракурсом використання ВРП [1].

Басейн Середнього Дністра (розглядається нами як сума басейнів його допливів: лівих – від Золотої Липи до річки Дерло, і правих – від Тлумача до Сокирянки) здавна використовувався людиною як джерело водних ресурсів, процес експлуатації яких був і залишається нераціональним [2]. Це зумовлює необхідність оцінки доступних до господарського використання водних ресурсів – потенціалу водопостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення потенціалу водопостачання басейну Середнього Дністра здійснюється тривалий час. Питанням оцінки водних ресурсів річки присвячені праці багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених. Серед найновіших можна назвати роботи В.І.Вишневського (2000) і М.В.Цепенди (2001).

Постановка завдання. Здійснити оцінку потенціалу водопостачання басейну Середнього Дністра для визначення допустимих рівнів його господарської освоєності.

Виклад основного матеріалу. Методичні підходи до оцінки потенціалу водопостачання розглянуті у [1]. У його структурі виділяємо стаціонарні запаси та відновні ресурси вод, що зосереджені у водоймах і річках регіону (табл. 1). Підземні води, 99% запасів яких в басейні Середнього Дністра гідравлічно зв'язані із річковим стоком [3], окремо не розглядалися.

Потенціал водопостачання річок визначався спочатку у гідрометричних створах, а на другому етапі – у гирлах річок. Для розрахунку норми стоку даної території використані дані спостережень по 36 гідропостах, з яких 24 – основні, 8 – пости суміжних територій, 4 – закриті на нинішній час.

Таблиця 1. Структура потенціалу водопостачання

Типи водних об'єктів	Річки	Водосховища	Ставки
Складові потенціалу водопостачання			
Стаціонарні запаси (забезпечують функціонування водного об'єкта як системи)	екологічний стік (мінімальний середньомісячний багаторічний стік вегетаційного періоду 95% забезпеченості)	мертвий об'єм	-
Відновні ресурси (використовуються та можуть бути використані)	різниця між нормою стоку і екологічним стоком	корисний об'єм	загальний об'єм

Потенціал водопостачання у гідрометричних створах на річках регіону досліджень

Розрахунок норми стоку. Згідно нормативних вимог, точність визначення норми стоку оцінюється двома параметрами – відносною середньоквадратичною похибкою норми стоку δQ_0 , яка не повинна перевищувати 5% і значенням такої ж похибки коефіцієнта варіації (мінливості) δC_V , яка має бути для даного регіону в межах 10-15%. Окрім цього, період, за який визначена норма стоку, має бути репрезентативним, тобто включати парну кількість (не менше 2) циклів водності. Встановлюється цей період за постом-аналогом, де найтриваліший ряд спостережень ($n > 60-70$ років), за допомогою інтегральної кривої відхилень одиничних значень стоку від середини. Для тих постів, де значення $\delta Q_0 > 5\%$, середнє значення ряду спостережень для них приводиться до норми за допомогою поста-аналога із найдовшим рядом спостережень. За такий для досліджуваної території вибраний пост Чортків на р. Серет, де є неперервний стоковий ряд з 1945 року, що налічує 64 роки. За цим рядом побудована інтегральна крива коливань середньорічного стоку і встановлений репрезентативний період (1949-2003 рр.) із двома повними циклами водності впродовж 1949-1982 і 1983-2003 рр. Значення K для першого і другого циклу водності рівні, відповідно 1,00 і 1,02, а за весь репрезентативний період 1949-2003 рр. $K = 1,006$, тобто фактично відповідає нормі. Середньорічне значення стоку р. Серет у створі Чортків за період 1949-2003 рр. – $13,4 \text{ м}^3/\text{с}$ – прийняте за розрахункову багаторічну норму, яка була використана для приведення середнього значення рядів спостережень тих гідрологічних постів, де значення $\delta Q_0 > 5\%$.

Загалом, із 24 основних постів ця похибка більша 5% по п'яти – Стрільківці на Нічлаві, Кугаївці і Ластівці на Жванчику, Малій Слобідці на Мукші та Зінкові на Ушиці, сягнувши найбільшого значення – 6% у двох останніх створах. По 8 суміжних і 4 закритих гідропостах її значення більше допустимого у відповідно 4 і 3 створах. Норма стоку закритих і суміжних постів використана для орієнтації ізоліній середньорічного стоку при побудові карти норми стоку для розрахункової території.

Окремо слід зупинитись на визначенні й оцінці середньорічного стоку головної річки. У межах досліджуваної території використані дані спостережень основних стокових гідропостів на р. Дністер – Заліщики, Дністровська ГЕС, Могилів-Подільський, а також Галич як суміжний пост. По всіх них значення $\delta Q_0 < 5\%$, коливаючись від 3,1% (Заліщики і Галич) до 4,9% (Дністровська ГЕС) і їхні середні значення рядів можна формально прийняти за норму. Використовуючи відновлені значення стоку за перерваний період спостережень із [4], було залучено до аналізу 114-річний ряд спостережень поста Заліщики (1895-2008) і визначено норму за встановлений репрезентативний період – 1954-2008 рр., яка склала 227,6 м³/с.

Порівняно із 2000 роком [5], норма стоку зросла у Заліщиках на 1,8 м³ (із 225,8) або на 0,8%, причиною чого став багатоводний 2008 рік. Враховуючи, що модулі середньорічного стоку за паралельні роки спостережень у створі Заліщики і, відповідно, у створах Дністровська ГЕС, Могилів-Подільський і Галич перебувають у хорошій кореляційній залежності ($r = 0,93, 0,94$ і $0,95$), середні величини стоку за багаторіччя в них були приведені до поста Заліщики за рівнянням прямої регресії і прийняті як розрахункові. Розрахункові величини норми стоку цього ж гідропоста, стали основою для приведення до багаторіччя середніх значень рядів спостережень річного стоку по суміжних постах: Івано-Франківськ на Бистриці Солотвинській і Тисмениця на річці Вороні, де величина $\delta Q_0 > 5\%$, а коефіцієнти кореляції, відповідно, рівні 0,82 і 0,88. Розрахункове значення норми стоку річки Марківки біля с. Підлісівка уточнене за допомогою інтегральної кривої, що побудована за даними спостережень у цьому створі за 56-річний період.

На жаль, не вдалося привести до багаторіччя середній стік р. Мурафи у створах – Кудіївка ($F=70$ км²) і Миронівка ($F=2400$ км²), оскільки коефіцієнти кореляції зв'язку їх стоку із суміжними постами коливаються у межах 0,12-0,53. Тому значення норми стоку в обох цих створах є наближеними. Щодо закритих постів, то стік р. Батіг у створі Замехів приведений до багаторіччя за стоком р. Лядова у п. Жеребилівка ($r = 0,81$), а річок Гнізна у п. Плебанівка і Ушиця у п. Кривчани – відповідно по постах Чортків на річці Серет і Зіньків на річці Ушиці – $r = 0,89$ і $0,82$.

Розрахунок екологічного стоку. Для визначення екологічного стоку по усіх гідрологічних постах за кожний рік всього періоду спостережень вибрані середньомісячні найменші витрати води за вегетаційний (теплий) період – із травня до жовтня включно. Отримані стокові ряди були опрацьовані за допомогою програми StokStat 1.2.1 [6], яка дозволила визначити значення Q_0 , C_v і C_s та побудувати емпіричні криві забезпеченості і відповідні їм теоретичні криві, за якими були встановлені значення найменших середньомісячних витрат за вегетаційний період забезпеченістю 95%, що прийняті нами як екологічні.

Середньоквадратична похибка середнього значення рядів спостережень мінімального середньомісячного стоку δQ_0^M , на відміну від такої ж похибки норми стоку δQ_0 , приймається 15%, а не 5%, що пов'язано із меншою точністю вихідних гідрометричних даних, оскільки у маловодні періоди

літньої межні і взимку, коли на річках наявний льодостав, точність підрахунку стоку значно знижується.

Аналіз показав, що всі параметри кривих забезпеченості визначені із допустимою точністю ($\delta Q_0^M < 15\%$), тому мінімальний стік вегетаційного періоду у гостропосушливому році забезпеченістю 95% є достатньо обґрунтованим.

Потенціал водопостачання у гирлах приток Дністра довжиною більше 25 км.

Для визначення складових потенціалу водопостачання у гирлах допливів першого порядку Дністра в межах його середньої частини, прийняті розрахункові значення норми стоку у гідрометричних створах були перераховані в їхні гирла згідно рекомендацій [7, 8]. Коефіцієнти стокової приводки визначені через відношення площ вивченої і невивченої частини водозборів із урахуванням поправки на їх різницю. Для тих приток, де гідрометричні спостереження не здійснювались внаслідок відсутності гідрологічних постів на них, норма стоку в їхніх гирлах визначена за допомогою картосхеми (рис. 1), що побудована нами за даними норми стоку у 32 гідрометричних створах (без Дністра). Для цього на картосхемі визначені центри басейнів всіх допливів першого порядку довжиною більше 25 км і для них шляхом інтерполювання між ізолініями визначені модулі середнього стоку за багаторіччя у $\text{дм}^3/\text{с}$ з 1 км^2 . У табл. 2 наведені середньорічні об'єми стоку за багаторіччя у гирлах річок довжиною більше 25 км.

Середньорічний об'єм стоку для регіону загалом визначений за даними замикаючого поста Могилів-Подільський на Дністрі з урахуванням транзиту стоку з верхньої частини басейну.

Для визначення **мінімального середньомісячного стоку 95%** забезпеченості за теплий період у гирлах названих допливів складена картосхема його розподілу (рис. 2) у межах досліджуваної території способом, аналогічним складанню картосхеми середньорічного стоку. Загалом, вона повторює територіальний розподіл середньорічного стоку, виокремлюючи ареали підвищеного чи зниженого підземного стоку і, показуючи загальне зниження мінімального стоку у південно-східному напрямку.

Слід відзначити досить складний характер розподілу модулів цього стоку. Зокрема, найбільші їхні значення – $1,8\text{-}2,6 \text{ дм}^3/\text{с}$ з 1 км^2 – характерні для басейнів Золотої Липи, Коропця і Стрипи. Це пов'язано з тим, що мінімальний стік формується тут у верхній товщі крейдово-мергелевих порід потужністю 60-80 м, дуже закарстованій. Між річками Коропець і Серет верхній горизонт підземних вод менш водомісткий і приурочений до відкладів тортону, а між Серетом і Збручем – до сармату [9]. Саме цим і пояснюється зменшення мінімального стоку у південно-східному напрямку.

Таблиця 2. Середньобагаторічний стік у гирлах річок регіону

№ п/п	Назва річки	Відстань від гирла основної річки, км	Довжина, км	Площа водозбору, км ²	Середній модуль стоку M_N , дм ³ /с з 1 км ²	Середньорічний об'єм стоку за багаторіччя, млн. м ³
1	Золота Липа	1077	127	1440	6,24	283,51
2	Тлумач	1071	35	254	5,00	40,05
3	Коропець	1050	78	511	5,42	87,35
4	Бариш	1029	38	186	4,75	27,75
5	Стрипа	984	147	1510	5,46	259,86
6	Джурин	963	51	301	3,85	36,58
7	Серет	921	242	3900	4,23	520,34
8	Нічлава	873	83	871	3,12	85,78
9	Збруч	833	244	3395	4,10	438,35
10	Жванчик	830	107	769	2,57	62,44
11	Смотрич	782	168	1800	2,80	158,94
12	Мукша	768	56	322	2,70	27,44
13	Тернава	751	62	381	2,80	33,74
14	Студениця	732	84	477	3,44	51,72
15	Ушиця	713	122	1420	3,37	151,06
16	Калюс	684	64	390	3,09	38,16
17	Жван	671	48	570	2,82	50,77
18	Караєць	658	45	212	2,48	16,71
19	Лядова	651	93	748	2,67	63,07
20	Немия	633	64	411	2,58	33,43
21	Дерло	630	45	224	2,20	15,45
Загалом по регіону		-	-	-	6,44	8735,47

У басейні річки Ушиці, у нижній її частині, за рахунок обезводнення водоносних горизонтів девону й силуру, модуль $M_{95\%}$ падає до 1 дм³/с з 1 км², а у басейні Калюса – до 0,7-1 дм³/с з 1 км². Найменші модулі у басейнах Лядової і Немії – 0,5-1 дм³/с з 1 км² і менше.

Відомо, що карти мінімального стоку не завжди мають високу точність, про що вже було сказано вище. У цьому зв'язку, ми використали для встановлення мінімального стоку у гирлах річок ще три методи – метод аналогії, коли модуль у гирлі річки приймається за даними найближчого гідропоста на ній, а також залежності цього модуля від глибини врізу русла ($M_{95\%} = f(H_{вр})$) і від площі басейну ($M_{95\%} = f(F)$). Для цього були побудовані графіки зв'язків модулів мінімального середньомісячного стоку 95% забезпеченості за вегетаційний період у розрахункових створах із їхніми глибинами врізу та площами, які представлені на рис. 3, 4.

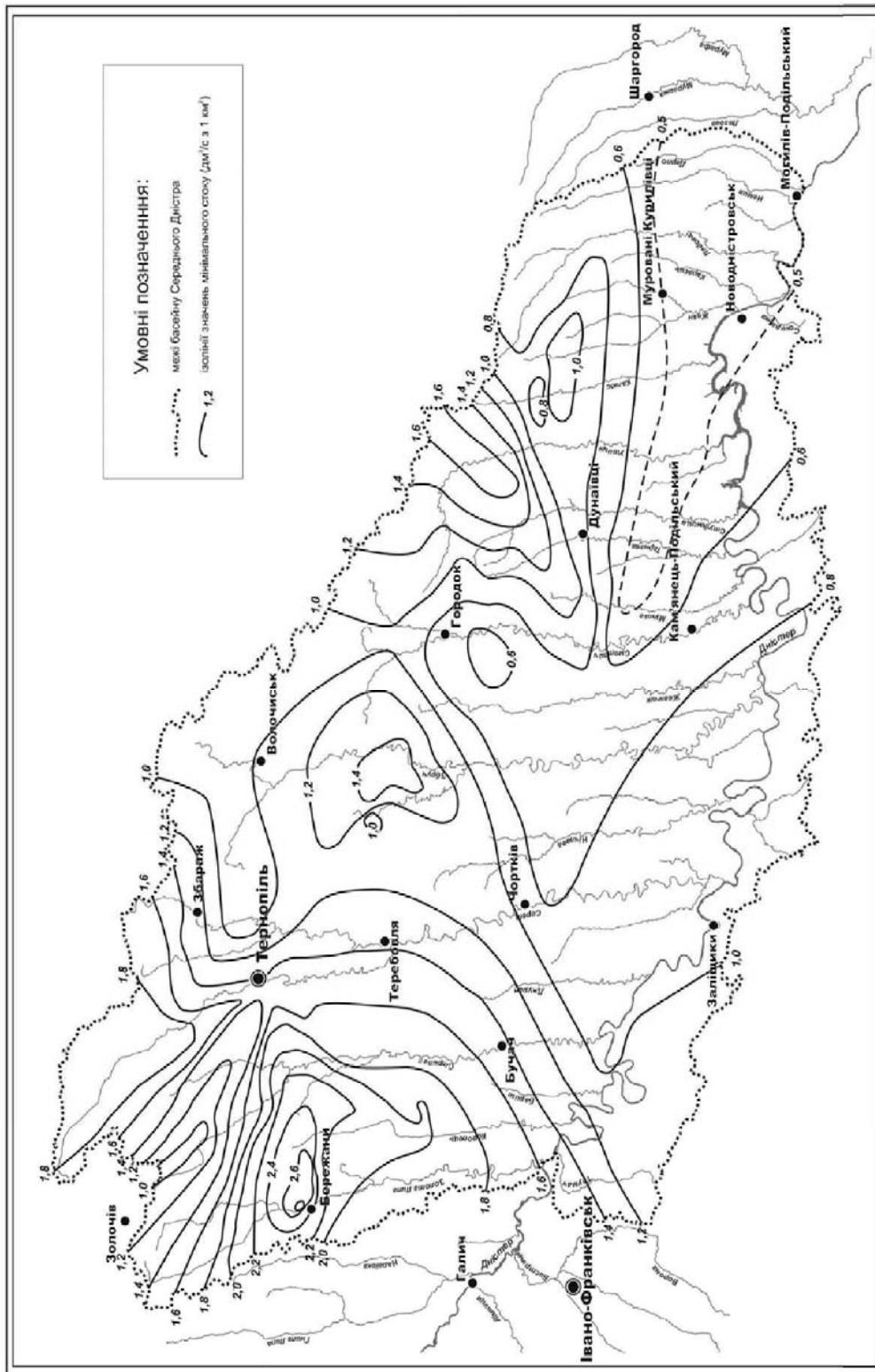


Рис. 2. Картохема розподілу мінімального середньомісячного багатрічного стоку 95% забезпеченості за вегетаційний період у басейні Середнього Дністра

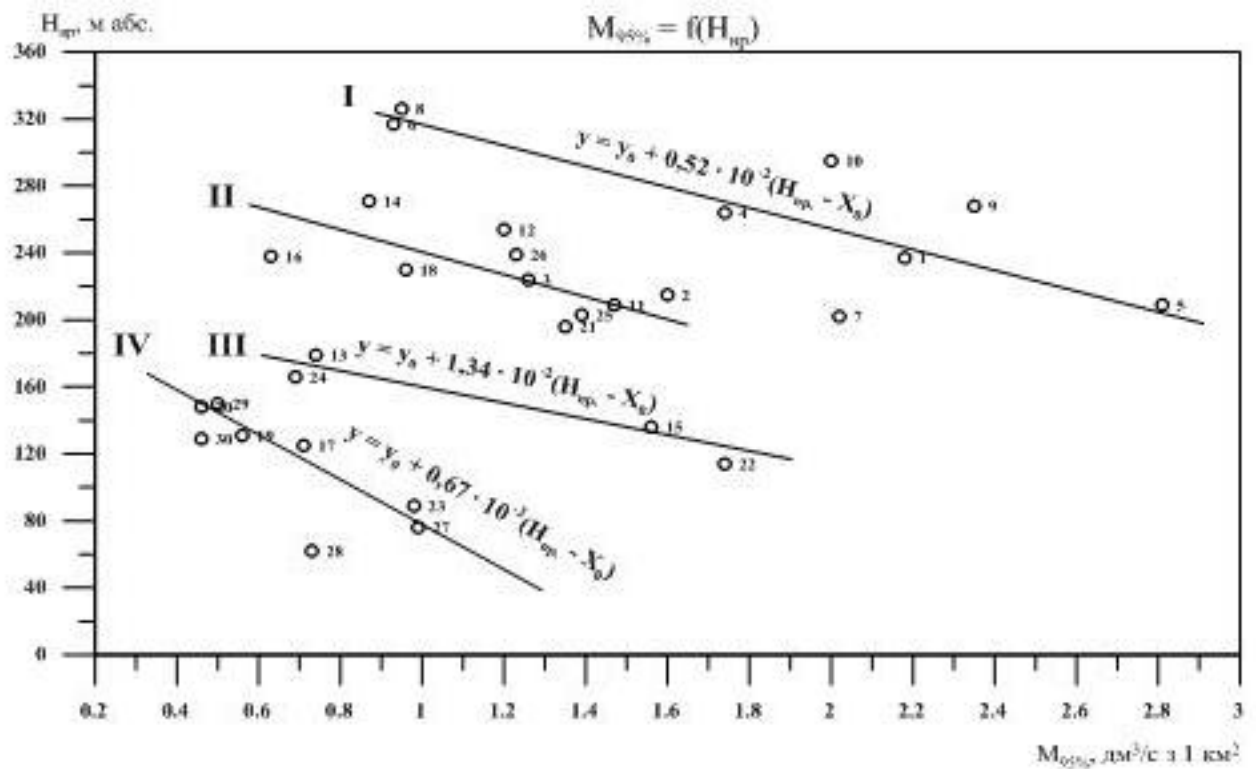


Рис. 3. Зв'язок модулів мінімального середньомісячного стоку 95% забезпеченості за вегетаційний період розрахункових водозборів з їх глибинами врізу

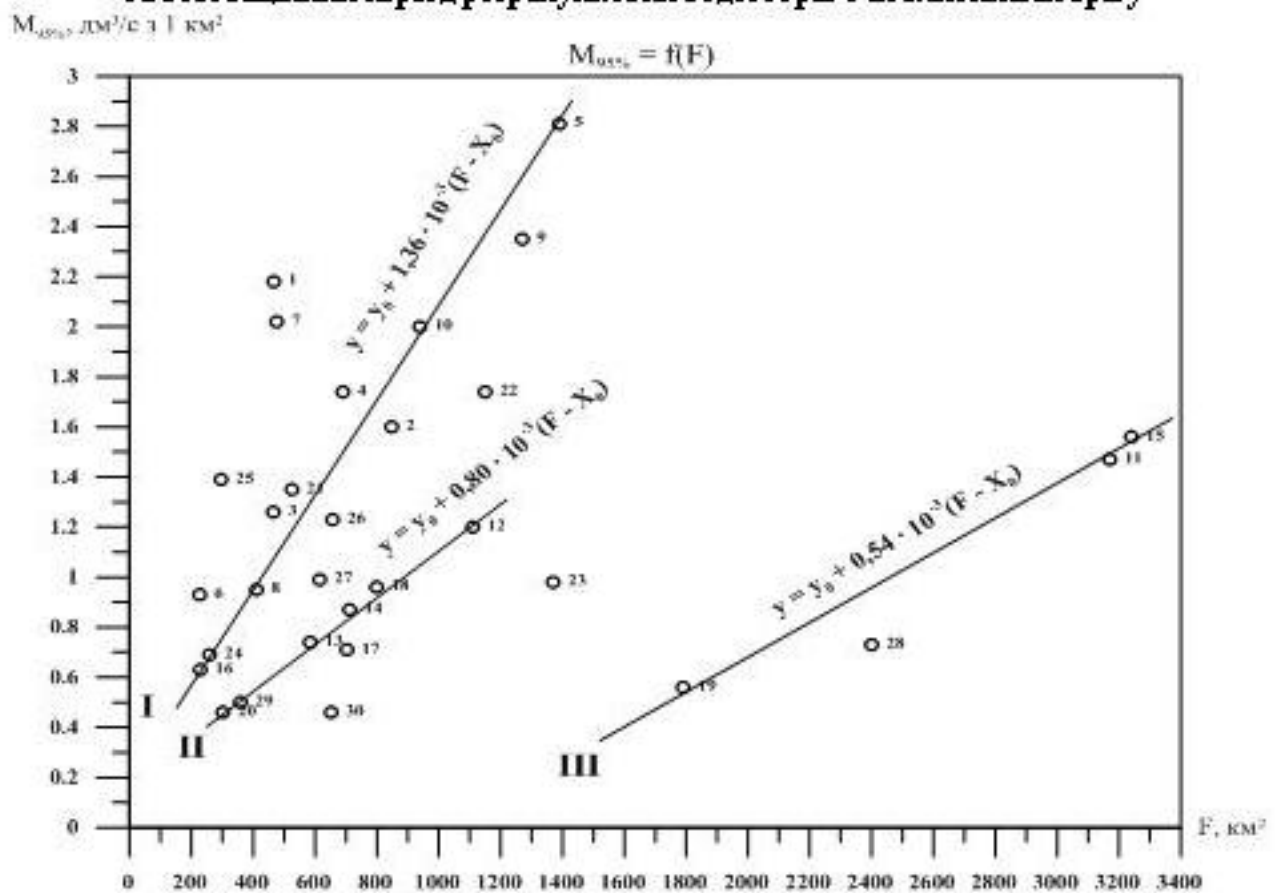


Рис. 4. Зв'язок модулів мінімального середньомісячного стоку 95% забезпеченості за вегетаційний період розрахункових водозборів із їх площею

Аналіз залежності $M_{95\%} = f(H_{вр})$ показує, що вона має обернений характер і всі точки групуються у межах чотирьох відрізків: I – із глибинами врізу 320-200 м абс.; II – 280-200; III – 180-100 і IV – 160-60 м абс (рис. 3). *Перша пряма* охоплює басейни Золотої Липи, верхів'я Гнилої Липи, Стрипи, Коропця і Серету; її аналітичний вираз $M_{95\%} = 1,85 - 0,52 \cdot 10^{-2} (H_{вр} - 274)$ при коефіцієнті кореляції $r = -0,77$. *Друга пряма* охоплює нижні частини басейнів Гнилої Липи, Коропця і Стрипи; Гнізну, середню течію Серету, верхів'я Збруча, Жванчика, Смотрича, Ушиці та Студеницю, аналітичний вираз її має вигляд $M_{95\%} = 1,28 + 0,99 \cdot 10^{-2} (H_{вр} - 224)$, однак вона не є надійною, оскільки коефіцієнт кореляції (r) рівний лише $-0,61$. *Третя пряма* дійсна для басейну Нічлави, нижньої частини Збруча, Калюса і середньої течії Ушиці, має аналітичний вираз $M_{95\%} = 1,18 + 1,34 \cdot 10^{-2} (H_{вр} - 149)$. Ця залежність теж досить наближена, оскільки значення $r = 0,72$. *Четверта пряма* є найобґрунтованішою. Вона охоплює нижні частини басейнів Жванчика, Смотрича, Ушиці, басейни Мукші, Марківки, Немії і Лядової. Має аналітичний вираз $M_{95\%} = 0,67 + 0,67 \cdot 10^{-2} (H_{вр} - 121)$, при коефіцієнті кореляції $r = 0,81$.

За допомогою цих чотирьох залежностей були визначені значення $M_{95\%}$ у гирлах всіх допливів першого порядку. Зрозуміло, що вони мають різну точність, найобґрунтованішою є четверта залежність, перша і третя є наближеними, а друга – консультаційною.

Зв'язок $M_{95\%} = f(F, \text{км}^2)$ має прямий характер і представлений трьома залежностями (див. рис. 4): I – для басейнів в діапазонах 150-1500 км² (територія від річки Гнила Липа до верхів'їв Серету, верхня частина басейну Жванчика, верхня і середня течія Ушиці, басейни Калюса і Марківки); коефіцієнт кореляції $r = 0,81$, аналітичний вираз її – $M_{95\%} = 1,5 + 1,36 \cdot 10^{-3} (F - 678)$; від кривої відхиляються точки Рогатин у верхів'ях Гнилої Липи і Голозубинці – у басейні Студениці, внаслідок підвищеного підземного живлення; II – для басейнів в діапазоні 150-1400 км² (річки Гнізна і Нічлава, верхів'я Збручу і Смотрича, низов'я Жванчика, басейни Мукші, Немії) – від основної залежності відхиляються точки, що репрезентують нижню частину басейнів Ушиці і Лядової внаслідок зниженого підземного живлення; аналітичний вираз кривої – $M_{95\%} = 0,78 + 0,8 \cdot 10^{-3} (F - 653)$ при коефіцієнті кореляції $r = 0,84$; III – рекомендується для водозборів площею понад 1500 км² (нижні частини басейнів р. Серет, Збруч, Смотрич, а також басейн р. Марківки); має аналітичний вираз $M_{95\%} = 1,08 + 0,54 \cdot 10^{-3} (F - 2650)$ при коефіцієнті кореляції $r = 0,73$.

Всі залежності є розрахунковими (третя наближеною) і дозволили обчислити значення $M_{95\%}$ у гирлах річок. Аналіз значень $M_{95\%}$, що визначені різними способами, дозволив встановити їхні розрахункові величини у гирлах річок. Переважною більшістю для них прийняті значення $M_{95\%}$ із картосхеми і лише для річок Караєць та Студениця – модулі розраховані за допомогою залежності $M_{95\%} = f(F)$. Саме вони стали основою для визначення другої складової потенціалу водопостачання у гирлах допливів першого порядку.

Потенціал водопостачання річок басейну Середнього Дністра

Відновні ресурси потенціалу водопостачання річок визначено як різницю між нормою стоку і мінімальним середньомісячним стоком 95% забезпеченості за вегетаційний період. Значення стаціонарних та відновних запасів потенціалу водопостачання ВРП річок регіону подано у табл. 3.

Таблиця 3. Потенціал водопостачання річок басейну Середнього Дністра, млн. м³

№ п/п	Басейн річки	Площа басейну, км ²	Об'єм середньорічного стоку за багаторіччя (W ₀)	Стаціонарні запаси як об'єми мінімального середньомісячного стоку 95% забезпеченості за теплий період (W _{мін. 95%})	Відновні ресурси (W ₀ – W _{мін. 95%})
1	Золота Липа	1440	283,51	117,94	165,57
2	Глумач	254	40,05	10,09	29,96
3	Коропець	511	87,35	32,48	54,87
4	Бариш	186	27,75	8,51	19,24
5	Стрипа	1510	259,86	99,97	159,89
6	Джурин	301	36,58	9,15	27,43
7	Серет	3900	520,34	174,71	345,63
8	Нічлава	871	85,78	21,44	64,34
9	Збруч	3395	438,35	160,52	277,83
10	Жванчик	769	62,44	15,77	46,67
11	Смотрич	1800	158,94	33,43	125,51
12	Мукша	322	27,44	4,73	22,71
13	Тернава	381	33,74	6,94	26,80
14	Студениця	477	51,72	18,61	33,11
15	Ушиця	1420	151,06	62,76	88,30
16	Калюс	390	38,16	11,04	27,12
17	Жван	570	50,77	12,61	38,16
18	Караєць	212	16,71	2,84	13,87
19	Лядова	748	63,07	16,40	46,67
20	Немия	411	33,43	6,62	26,81
21	Дерло	224	15,45	3,15	12,30
22	Дністер (долина з притоками < 25 км)*	4008	6252,97	1529,81	4723,16
Загалом по регіону		24100	8735,47	2359,52	6375,95

* включаючи транзит стоку із верхньої частини басейну

Стаціонарні запаси та відновні ресурси потенціалу водопостачання штучних водойм.

Для водойм в якості стаціонарних запасів потенціалу водопостачання виступають статичні запаси вод, що знаходяться в озерах та водосховищах (мертвий об'єм). Щодо озер, то слід одразу зазначити, що в регіоні дослідження значних озер, як за площею, так і за об'ємом немає [10], тому у формуванні потенціалу водопостачання вони практично не задіяні. Окрім цього, навіть за наявності озер, як слушно зауважує [11], весь їхній об'єм (особливо проточних), на відміну від ставків і водосховищ, не можна розглядати як джерело водних ресурсів, оскільки з озер не можна відбирати

води більше, ніж із них витікає.

Відновні ресурси ставків можуть бути прирівняні до їхнього загального об'єму, оскільки практично весь об'єм ставка може бути використаний для господарських потреб; для водосховищ вони дорівнюють їхньому корисному об'єму. Стационарні запаси і відновні ресурси потенціалу водопостачання штучних водойм у межах басейнів річок регіону довжиною більше 25 км визначені на основі таблиці 4.

Таблиця 4. Наявність водосховищ і ставків у розрізі басейнів найбільших річок басейну Середнього Дністра

Басейн річки	Площа водозбору, км ²	Водосховища				Ставки			Всього водойм		
		кількість	площа водного дзеркала, тис. га	об'єм, млн. м ³		кількість	площа водного дзеркала, тис. га	об'єм, млн. м ³	кількість	площа водної поверхні, тис. га	Об'єм, млн. м ³
				загальний	корисний						
Золота Липа	1440	2	0,157	1,88	1,88	79	0,407	4,069	81	0,56	5,95
Глумач	254	-	-	-	-	68	0,167	1,667	68	0,17	1,67
Коропець	511	1	0,045	1,44	1,44	55	0,245	2,450	56	0,29	3,89
Бариш	186	-	-	-	-	29	0,041	0,414	29	0,04	0,41
Стрипа	1510	4	0,549	7,19	7,19	135	0,736	7,363	139	1,29	14,55
Джурин	301	-	-	-	-	8	0,078	0,776	8	0,08	0,78
Серет	3900	12	2,088	57,29	47,18	215	1,647	16,475	227	3,74	73,76
Нічлава	871	3	0,166	3,76	3,19	84	0,543	5,426	87	0,71	9,19
Збруч	3395	9	1,175	22,63	17,18	289	2,151	21,509	298	3,33	44,14
Жванчик	769	-	-	-	-	110	0,462	4,622	110	0,46	4,62
Смотрич	1800	1	0,037	1,05	0,75	157	1,043	10,430	158	1,08	11,48
Мукша	322	-	-	-	-	34	0,116	1,158	34	0,12	1,16
Тернава	381	-	-	-	-	32	0,098	0,977	32	0,10	0,98
Студениця	477	-	-	-	-	48	0,182	1,818	48	0,18	1,82
Ушиця	1420	-	-	-	-	151	0,465	4,654	151	0,47	4,65
Калюс	390	-	-	-	-	31	0,070	0,698	31	0,07	0,70
Жван	570	-	-	-	-	77	0,147	1,468	77	0,15	1,47
Караєць	212	-	-	-	-	11	0,019	0,188	11	0,02	0,19
Лядова	748	3	0,27	4,4	3,9	118	0,529	5,294	121	0,80	9,69
Немия	411	-	-	-	-	48	0,182	1,822	48	0,18	1,82
Дерло	224	-	-	-	-	24	0,078	0,777	24	0,08	0,78
Дністер (долина з притоками < 25 км)	4008	3	15,045	3069,8	2056,1	462	1,176	11,764	465	16,22	3081,6
Всього по регіону	24100	38	19,532	3169,4	2138,8	2265	10,582	105,83	2303	30,14	3275,3

Всього в регіоні дослідження, за даними облводгоспів, станом на 2010 рік [10] нараховувалося 38 водосховищ площею водного дзеркала 19532 га і загальним об'ємом 3169,4 млн. м³. Відновні ресурси потенціалу водопостачання водосховищ у регіоні досліджень, згідно табл. 4, рівні їхньому корисному об'ємові та становлять 2138,8 млн. м³. Стационарні запаси

потенціалу водопостачання водойм відповідають їхнім статичним (незмінним) запасам, тобто мертвому об'єму, і дорівнюють 1030,63 млн. м³.

Відновні ресурси ставків, як вже згадувалось вище, дорівнюють їхньому загальному об'єму та становлять 105,83 млн. м³ (див. табл. 4). Сумарно відновні ресурси потенціалу водопостачання водойм регіону складають 2244,63 млн. м³.

Загальний потенціал водопостачання регіону та його структура за категоріями у розрізі основних річкових басейнів подана у табл. 5.

Таблиця 5. Потенціал водопостачання басейну Середнього Дністра

Басейн річки	Площа басейну, км ²	Стаціонарні запаси, млн. м ³		Відновні ресурси, млн. м ³		Загальний потенціал водопостачання, млн. м ³
		водойм	річок	водойм	річок	
Золота Липа	1440	-	117,94	5,949	165,57	289,459
Тлумач	254	-	10,09	1,667	29,96	41,717
Коропець	511	-	32,48	3,890	54,87	91,24
Бариш	186	-	8,51	0,414	19,24	28,164
Стрипа	1510	-	99,97	14,553	159,89	274,413
Джурин	301	-	9,15	0,776	27,43	37,356
Серет	3900	10,11	174,71	63,655	345,63	594,105
Нічлава	871	0,57	21,44	8,616	64,34	94,966
Збруч	3395	5,45	160,52	38,689	277,83	482,489
Жванчик	769	-	15,77	4,622	46,67	67,062
Смотрич	1800	0,3	33,43	11,180	125,51	170,42
Мукша	322	-	4,73	1,158	22,71	28,598
Тернава	381	-	6,94	0,977	26,80	34,717
Студениця	477	-	18,61	1,818	33,11	53,538
Ущиця	1420	-	62,76	4,654	88,30	155,714
Калюс	390	-	11,04	0,698	27,12	38,858
Жван	570	-	12,61	1,468	38,16	52,238
Караєць	212	-	2,84	0,188	13,87	16,898
Лядова	748	0,5	16,40	9,194	46,67	72,764
Немия	411	-	6,62	1,822	26,81	35,252
Дерло	224	-	3,15	0,777	12,30	16,227
Дністер(долина з притоками < 25 км)	4008	1013,7	1529,81*	2067,86	4723,16*	9334,53
Загалом	24100	1030,63	2359,52	2244,63	6375,95	12010,73

* включаючи транзит стоку із верхньої частини басейну

Висновки. Дослідження показало, що сучасний потенціал водопостачання басейну Середнього Дністра становить 12 км³, близько половини якого формується за межами регіону у верхній частині басейну і надходить у вигляді транзиту (стаціонарні запаси – 1529,81 млн. м³, відновні ресурси – 4723,16).

Третина потенціалу (1030,63 млн. м³ об'єму водойм і 2359,52 млн. м³ стоку річок) є недоторканими стаціонарними запасами, що виконують загальні екологічні функції, а 8,6 км³ виступають відновними, доступними для господарського використання ресурсами, з яких 2244,629 млн. м³

забезпечується водоймами і 6375,95 млн. м³ – водотоками. У підсумку, більша частина стаціонарних запасів (70%) резервується у водотоках, а решта – у водоймах. Значна роль річок і у формуванні відновних ресурсів потенціалу водопостачання регіону, на частку яких припадає 74% відновних ресурсів (6,4 км²).

Список літератури:

1. *Цепенда М. В.* Методичні підходи до визначення потенціалу водопостачання / М. В. Цепенда, М. М. Цепенда // Вчені записки Таврійського нац. ун-ту ім. В.І.Вернадського. Серія Географія. – 2011. – Т.24(63), №2, ч. 3. – С. 307–311.
2. *Цепенда М. М.* Регіон "Середнє Придністров'я" як об'єкт оцінки рівня господарської освоєності водноресурсного потенціалу / М. М.Цепенда // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. – 2009. – Вип. 434 : Географія. – С. 21–27.
3. *Герасимчук З. В.* Еколого-економічні основи водокористування в Україні : навч. посібник/ Герасимчук З. В., Мольчак Я. О., Хвесик М. А. – Луцьк : Надстир'я, 2000. – 364 с.
4. *Кирилюк М. И.* Многолетние циклические колебания годового стока рек северо-восточного склона Карпат / М. И. Кирилюк // Тез. докл. VII Укр. респ. совещ. геофизиков и астрономов. – К. : Знання, 1964. – С. 67–70.
5. *Цепенда М.В.* Водогосподарський баланс як інструмент оптимізації водогосподарської ситуації у річковому басейні / М. В. Цепенда // Науковий вісник ЧНУ– 2001. – Вип. 120 : Географія. – С. 48–56.
6. *Левыкин Ю.* Программа для расчета статистических характеристик используемых в гидрологии [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.geodigital.ru/downloads/StokStat_1.2.1.zip.
7. Методические указания по ведению государственного водного кадастра. – разд. I. Вып 3. Ч. 1. – Л. : ГГИ, 1979. – 163 с.
8. *Фоменко Я. А.* Методика оценки водных ресурсов рек Украинской и Молдавской ССР / Я. А. Фоменко // Труды УкрНИИ Госгидромета. – 1985. – Вып. 215. – С. 3–20.
9. Підземні води західних областей України / К. С. Гавриленко [та ін.]; відп. ред. О.Д.Штогрин, К. С. Гавриленко. – К. : Наукова думка, 1968. – 316 с.
10. Матеріали інвентаризації штучних водойм виробничих управлінь по меліорації та водному господарству Вінницької, Івано-Франківської, Львівської, Тернопільської, Хмельницької, Чернівецької областей.
11. *Львович М. И.* Вода и жизнь: (Водные ресурсы, их преобразование и охрана) / М. И. Львович. – М. : Мысль, 1986. – 254 с.

Оцінка сучасного потенціалу водопостачання басейну Середнього Дністра

Цепенда М.В., Цепенда М.М.

Викладено результати оцінювання величини потенціалу водопостачання басейну Середнього Дністра. Наведено розрахунки середнього багаторічного та мінімального середньомісячного стоку 95% забезпеченості за вегетаційний період у розрізі гідрологічних постів та басейнів річок регіону; складено картосхеми розподілу згаданих видів стоку. Оцінено величини складових потенціалу водопостачання (стаціонарних запасів та відновних ресурсів) найбільш поширених типів водних об'єктів басейну Середнього Дністра.

Ключові слова: потенціал водопостачання; стаціонарні запаси; відновні ресурси; норма стоку; екологічний стік.

Оценка современного потенциала водоснабжения бассейна Среднего Днестра

Цепенда М.В., Цепенда М.М.

Изложено результаты оценки величины потенциала водоснабжения бассейна Среднего Днестра. Приведено расчёты среднего многолетнего и минимального среднемесячного стока 95% обеспеченности за вегетационный период по гидрологическим постам и бассейнам рек региона; составлены картосхемы распределения этих видов стока. Оценены величины составляющих потенциала

водоснабження (стаціонарних запасов і возобновляемых ресурсів) наиболее распространённых типов водных объектов бассейну Среднего Днестра.

Ключевые слова: потенциал водоснабжения; стационарные запасы; возобновляемые ресурсы; норма стока; экологический сток.

The Middle Dniester Basin: Estimation of Present-Day Water-Supply Potential

Tsependa M.V., Tsependa M.M.

The results of the Middle Dniester basin water-supply estimation are dealt with. Calculations of average longstanding and average monthly runoff for 95% provision during vegetative period in the aspect of hydrological stations and regional river basins are presented, as well as map schemes for said runoff distribution are developed. The values of water-supply potential components (stable stock and recoverable resources) for the most widespread water objects within the basin of the Middle Dniester are estimated

Keywords: water-supply potential; stable stock; recoverable resources; runoff standard; ecological runoff.

Надійшла до редколегії 20.09.2012

УДК 556.5+556.162

Дутко В.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ТА ТЕНДЕНЦІЙ У ЗМІНАХ СТОКУ ВОДИ НА РІЧКАХ БАСЕЙНІВ ЗАХІДНОГО БУГУ ТА СЯНУ (У МЕЖАХ УКРАЇНИ)

Ключові слова: річковий стік; багаторічні коливання; просторово-часова мінливість; статистична достовірність; критерії випадкових процесів

Вступ. Річковий стік води формується під сукупним впливом багатьох чинників та процесів і являється узагальненим показником їхньої комплексної дії. Стабільність або змінювання кількісних показників стоку води річок, зумовлено стабільністю або зміною чинників, які обумовлюють зволоження водозборів. Насамперед, це стосується кліматичних умов. Зміни клімату, які обумовлюються мінливістю атмосферних (синоптичних) процесів, значно впливають на умови формування та просторово-часову мінливість стоку річок, виникнення небезпечних гідрологічних процесів чи явищ.

Як показують дослідження [3], наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. у порівнянні з серединою минулого століття у помірних широтах Європи змінилися глобальні атмосферні процеси над Атлантикою, що зумовило зміни районів формування та траєкторій переміщення циклонів, їх швидкостей, вологовмісту та інтенсивності, а також повторюваності небезпечних та стихійних опадів. Особливо збільшилась кількість циклонів в

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

Україну, зумовлених південними та західними синоптичними процесами. Причому, кількість циклонів, центр яких проходив через захід України, в останнє десятиріччя ХХ ст. у порівнянні з 80-ми роками, зросла майже у третину [2].

Сукупності багаторічних коливань стоку води у достатній мірі відображають кліматичні процеси, які відбуваються у тих чи інших басейнах. Врахування регіональної мінливості стоку дозволяє отримати цілісну картину змін умов його формування, уточнити та підтвердити висновки досліджень регіональної, міжрічної, внутрішньорічної мінливості опадів, багаторічних коливань метеорологічних величин та явищ.

Важливе значення при цьому має перевірка статистичної значимості та достовірності висновків, які стосуються варіації стоку води та тенденцій у його змінах.

Матеріали та методи досліджень. Для вивчення мінливості стоку води річок басейнів Західного Бугу та Сяну використані послідовності значень середнього річного стоку за гідрологічні роки (з листопаду попереднього року по жовтень наступного), тривалістю 60 років, по п'яти гідрологічним постам. Основні характеристики проаналізованих рядів, у тому числі коефіцієнти варіації річного стоку C_V за багаторічний період, наведені в табл.1. Для з'ясування змін у внутрішньорічному розподілі стоку були використані дані за середньомісячними витратами води за той же період спостережень.

Таблиця 1. Основні характеристики рядів річного стоку води

Річка-пост	Площа водозбору, км ²	Період спостережень	Середній багаторічний стік, м ³ /с	Коефіцієнт варіації C_V
р. Вишня – с. Твіржа	562	1954-2005	3,36	0,47
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2350	1947-2005	15,21	0,37
р. Полтва – м. Буськ	1440	1946-2005	9,08	0,36
р. Рата – с. Волиця	1140	1955-2005	6,07	0,33
р. Рата – с. Межиріччя	1740	1956-2005	8,18	0,38

Колівання водності річок басейну Західного Бугу, перш за все, обумовлено природними факторами [4, 5, 6]. В цілому вплив регулювання на стік річок є незначним.

Статистичну оцінку змін стоку у часі, здійснено за допомогою аналізу часових рядів, які розглядалися як стохастичний процес. Для обґрунтування достовірності та тенденцій структурних коливань, було застосовано теорію випадкових процесів (функцій) [1, 7, 8]. Хронологічні послідовності середніх річних витрат води являють собою ситуацію, коли випадковий процес представлено лише єдиною реалізацією. На перший погляд, отримання будь-яких надійних статистичних висновків про процес, у цьому випадку, здається зовсім безнадійним. Дійсно, з позицій класичної математичної статистики, ситуація рівнозначна тій, коли випадкова величина представлена одним

спостереженням i , як слід, немає ніякої фактичної основи для вияву характеру її мінливості. Але існують такі випадкові процеси, для яких отримання статистичних висновків по єдиній реалізації є не тільки можливим, але може здійснюватися з задовільною точністю при достатній тривалості цієї реалізації, яка представляє собою послідовність x_1, \dots, x_n однаково розподілених n випадкових величин. В практичних дослідженнях, при аналізі випадкового процесу за його єдиною реалізацією, завжди припускається, що процес, який аналізується, – ергодичний. Ергодичність процесу означає, що будь-яка його реалізація відображає всі властивості цього процесу. Обмеженість рядів спостережень призводить до того, що статистична оцінка будь-якої характеристики процесу відображає не тільки властивості процесу, але й випадкові особливості конкретного ряду спостережень.

Коливання стоку річкових вод відрізняє квазіперіодичність, наявність внутрішньої зв'язності та трендів; першим етапом аналізу повинна бути перевірка статистичних гіпотез незалежності та однорідності [7]. Ця перевірка здійснювалася за допомогою непараметричних критеріїв, які не потребують знання закону розподілу ймовірностей процесу, та параметричних, які ґрунтуються на припущенні про нормальність цього розподілу.

Аналіз результатів дослідження. Порушення умови незалежності, у нашому випадку у багаторічних коливаннях річного стоку, проявляється у групуванні років підвищеної та пониженої водності. На циклічність багаторічних коливань річкового стоку, наявність тенденції до таких групувань вказують коефіцієнти автокореляції досліджуваних рядів між стоком суміжних років, тобто стоком води за роки, розділені інтервалом часу в один, два і три роки. Зв'язки стоку води за суміжні роки ($r_{(1)}$, $r_{(2)}$, $r_{(3)}$) характеризують наявність групувань років підвищеної та пониженої водності, або квазіперіодичність багаторічних змін стоку води (табл.2).

Таблиця 2. Дані статистичного аналізу циклічності та трендів середнього річного стоку води з басейнів річок Західного Бугу та Сяну(у межах України)

Водозбірний басейн (річка-пост)	Статистичні характеристики рядів									
	n	$r_{(1)}$	$r_{(2)}$	$r_{(3)}$	t_U	t_E	t_A	t_B	$r_{(l)}$	$r_{(m)}$
р. Вишня – с. Твіржа	51	0.54	0,19	0,04	-3.66	-4.12	3.93	12.0	0,05	0,28
р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	59	0.51	0.33	0.21	-2.80	-2.66	3.97	2.26	0,50	0,56
р. Полтва – м. Буськ	60	0.55	0.30	0.29	-2.38	-2.24	4.23	0.19	0,51	0,59
р. Рата – с. Волиця	50	0.50	0,18	0,06	-3.59	-1.81	3.61	2.10	0,23	0,28

Примітка: Позначки статистичних характеристик подані у тексті.

Ступінь їх вираження та перевірку статистичної достовірності існування групувань років підвищеної та пониженої водності відображає непараметричний критерій серій t_U і кількість таких серій u (див. табл. 2).

При відсутності квазіперіодичності вони підкорюються нормальному розподілу ймовірностей. При рівні значимості критерію 5% їх перевищення критичного числа 1,96 означає наявність статистично достовірної тенденції до групування років підвищеної та пониженої водності. Для всіх річок значення t_U від'ємні, тобто кількість серій менша, ніж повинна бути у незалежного ряду, що свідчить про статистичну достовірну тенденцію до утворення груп підвищених та понижених значень водності, а також наявності достатньо високої додатної кореляції між суміжними членами послідовностей.

Порушення умови незалежності можна з'ясувати також за непараметричним критерієм кількості екстремумів t_E – занадто мала кількість екстремумів показує на високу додатну, а занадто велика – на від'ємну кореляцію між суміжними членами послідовностей.

Гіпотеза однорідності за параметричними критеріями зводиться до двох гіпотез – рівності математичних очікувань $m_{(t)}$ та рівності дисперсій $D_{(t)}$. Перевірити ці гіпотези можна за допомогою стандартних статистичних критеріїв – Андерсона (t_A) та Бартлетта (t_B).

Для однорідного ряду незалежних коливань статистика параметричного критерію Андерсона t_A підкорюється нормальному розподілу ймовірностей і її абсолютне значення може перевищувати критичне значення 1,96 з ймовірністю 5 % [7]. Значення цієї статистики подано у табл.2 і, як бачимо, послідовності середньорічних витрат води для досліджуваних річок в замикальних створах можна вважати однорідними.

За статистичним критерієм Бартлетта (t_B) весь період спостережень розбивається на l відрізків по n_i спостережень у кожному ($\sum_1^n n_i = n$) і припускається, що у межах кожного l -того відрізка часу всі відповідні йому спостереження x_{i1}, \dots, x_{in} мають однакове математичне очікування m_i та дисперсію D_i . При цьому допускається відхилення m_i та D_i у межах відповідної середньоквадратичної похибки загальної оцінки цих показників. Статистики критерію Бартлетта подано у табл.2.

В багаторічних коливаннях гідрологічних характеристик особливу увагу приділяють проблемі доведення наявності або відсутності закономірних змін математичного сподівання $m_{(t)}$, або тренду. Ця проблема знаходиться у центрі уваги досліджень за антропогенними та природно-кліматичними змінами гідрологічного циклу. Оцінка $m_{(t)}$ по ряду x_1, \dots, x_n представляє стандартне завдання регресійного аналізу, коли в якості аргументу емпіричної залежності виступає час t . Використання параметричних методів спрощує не тільки оцінку тренду, але й перевірку його існування, тобто реального змінювання у часі (виявлення тренду). В багаторічних коливаннях гідрологічних характеристик функція $m_{(t)}$ може повільно зростати чи зменшуватися (монотонний тренд), може бути періодичною (циклічний

тренд), може залишатися постійною протягом певних періодів часу й різко змінитися при переході від одного відрізка часу до іншого (ступінчатий тренд).

Всі такі ситуації можуть бути описані шляхом лінійної та поліноміальної апроксимації тренду. Цей висновок уточнює аналіз мінливості параметричного критерію тренду, заснованого на статистиці Фішера. Даний критерій передбачає оцінку можливості описання тренду рівнянням узагальненого поліному, який встановлює зв'язок між членами ряду та номерами відповідних років. В якості такого рівняння можна використати багаточлени різних ступенів. Найбільш надійним є варіант, при якому багаторічні коливання стоку апроксимуються багаточленом третього ступеня [7]. Лінії трендів такого виду доводять не стаціонарність річного стоку (рис. 1).

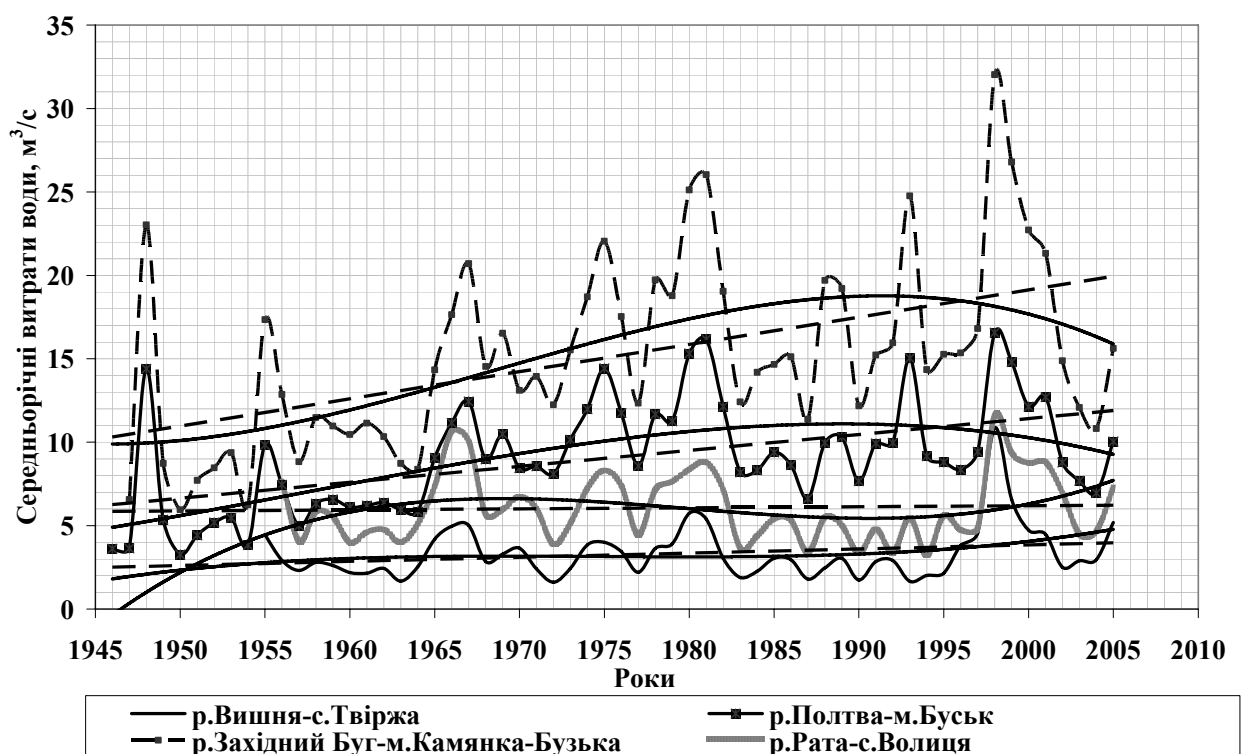


Рис. 1. Лінійна та поліноміальна апроксимація тренду середньорічного стоку води для річок басейнів Західного Бугу та Сяну (у межах України)

За даними проміжних результатів, що були зроблені при розрахунках критерію Бартлетта, побудовані графіки змінювання середньорічного стоку за розрахунковий період та його варіації (рис.2).

Багаторічні коливання стоку в басейні Західного Бугу мають достатньо складний характер. На його притоці в лівобережній частині (р. Рата – с. Волиця та р. Вишня – с. Твіржа), стік води має рівномірні коливання біля статистичної норми зі збільшенням варіації цих коливань (див. рис. 2). На самій річці Західний Буг (р. Західний Буг – м. Кам’янка-Бузька) та її притоці р. Полтва – м. Буськ, яка розташована у верхів’ї цієї річки, спостерігається чітка тенденція до збільшення річного стоку, який можна охарактеризувати як циклічний тренд. Коефіцієнт варіації середньорічного стоку для цих

басейнів у багаторічному розрізі найбільшим був у 40-60-х роках минулого століття, найменша варіація спостерігалася в 60-80-ті роки, на сучасному етапі – тенденція на збільшення до теперішнього часу.

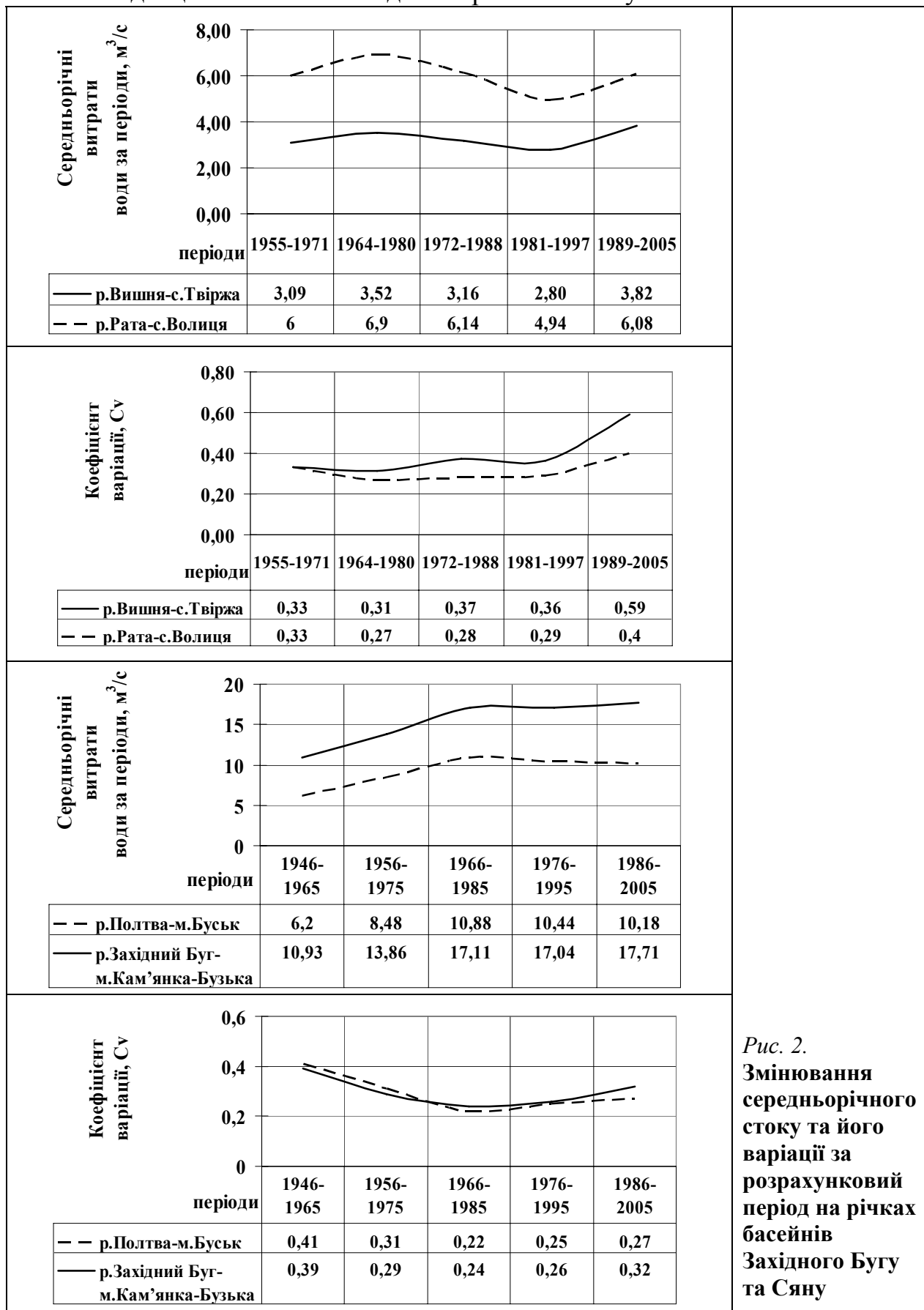


Рис. 2.
Змінювання середньорічного стоку та його варіації за розрахунковий період на річках басейнів Західного Бугу та Сяну

Для з'ясування, як змінився внутрішньорічний розподіл стоку за останні 60 років на досліджуваних річках, були обраховані норми середньомісячного стоку води за три 30-річчя з перекриттям періодів, та побудовані діаграми (рис. 3). Майже на всіх річках відбувся перерозподіл стоку води: під час весняного водопілля (травень-квітень) стік води зменшився на 20-25% у порівнянні з попередніми періодами, у інші місяці спостерігається деяке підвищення стоку.

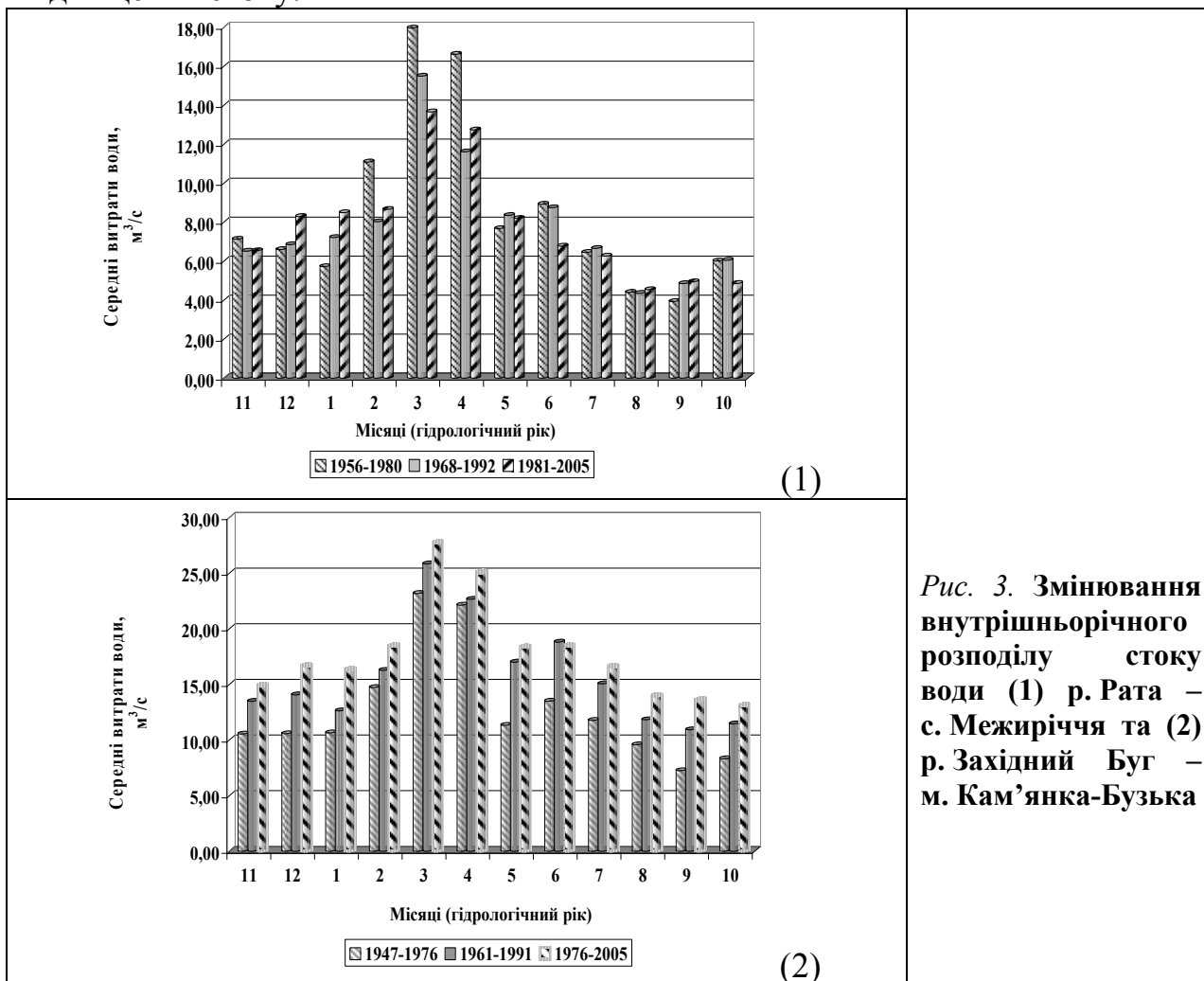


Рис. 3. Змінювання внутрішньорічного розподілу стоку води (1) р. Рата – с. Межиріччя та (2) р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька

Для більш глибокого вивчення мінливості стоку води важливо враховувати варіації не лише річного стоку води, але й багаторічні коливання стоку за теплий період року, стоку за холодний період року, мінливість максимальних витрат води. Всі ці характеристики залежать від комплексу основних кліматичних факторів, наприклад, від річної кількості опадів, суми опадів за теплий період року і т.д.

На самій річці Західний Буг стік води збільшився протягом усього року (див. рис. 3).

Щодо мінливості максимальних витрат води, то для всіх досліджуваних річок максимальні витрати води під час весняної повені значно зменшилися у порівнянні з попередніми періодами (рис. 4). Для максимумів дощових паводків значних тенденцій у збільшенні чи зменшенні за багаторічний період не виявлено, хоча чітко простежується, за останні 20-25 років, зменшення їх варіації.

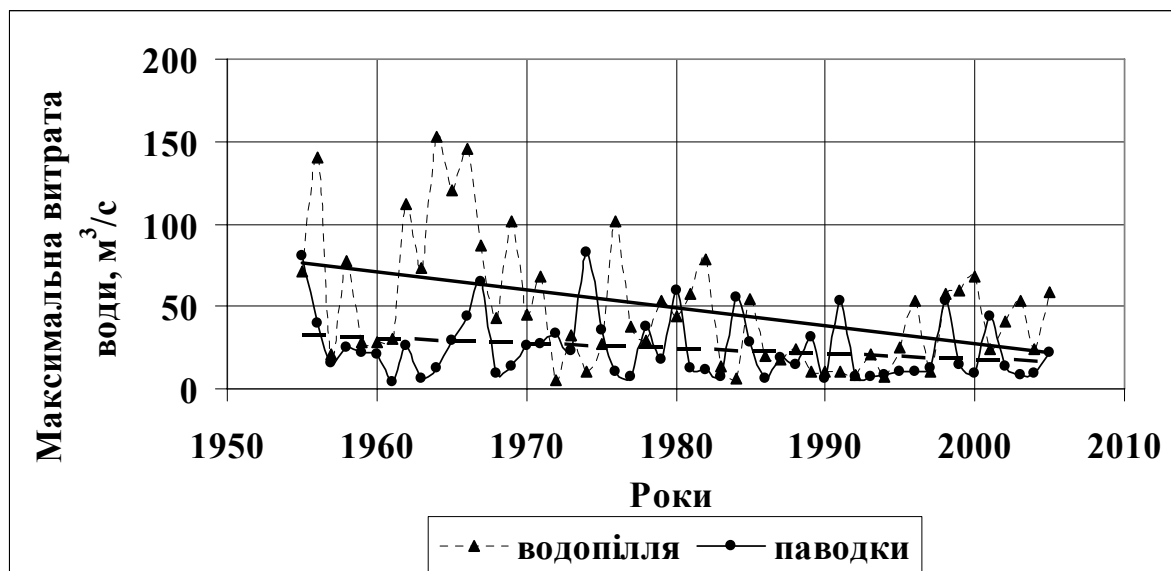


Рис. 4. Мінливість максимальних витрат води на р. Рата – с. Волиця

Висновки. Багаторічні коливання річного стоку річок басейнів Західного Бугу та Сяну можна вважати статистично однорідними. Вони мають чітко виражену квазіперіодичність, або наявність серій років підвищеної та пониженої водності. Вона описується моделлю стаціонарного процесу авторегресії першого порядку.

Список літератури

1. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / под ред. Н. И. Алексеевского. – М. : ГЕОС, 2007. – 585 с.
2. Балабух В. О. Траекторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період року / В. О. Балабух // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252. – С. 37-49.
3. Балабух В. О. Інтенсивність синоптичних процесів, що зумовлюють стихійну кількість опадів у теплий період та її мінливість наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. / В. О. Балабух // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – Вип. 50, ч. 1. – С. 135–135.
4. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К. : Віпол, 2000. – 376 с.
5. Дутко В. О. Особливості паводкового режиму річок басейнів Західного Бугу та Правобережжя Прип'яті / В. О. Дутко, С. О. Москаленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т. 15. – С. 63–68.
6. Забокрицька М. Р. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України / Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 184 с.
7. Рождественский А. В. Статистические методы в гидрологии / А. В. Рождественский, А. И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
8. Христофоров А. В. Теория случайных процессов в гидрологии / Христофоров А. В. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. – 139 с.

Оцінка достовірності та тенденцій у змінах стоку води на річках басейнів Західного Бугу та Сяну (у межах України)

Дутко В. О.

Проведено оцінку тенденцій у змінах стоку води на річках басейнів Західного Бугу та Сяну (у межах України). Зроблена перевірка статистичних гіпотез незалежності та однорідності середньорічного стоку з використанням параметричних та непараметричних критеріїв. Проаналізовано змінювання внутрішньорічного розподілу стоку води, максимумів під час весняного водопілля та дощових паводків.

Ключові слова: річковий стік; багаторічні коливання; просторово-часова мінливість;

статистична достовірність; критерії випадкових процесів.

Оценка достоверности и тенденций в изменениях стока воды на реках бассейнов Западного Буга и Сяна (в пределах Украины)

Дутко В.О.

Проведена оцінка тенденцій в змінах стоку води на реках басейнів Западного Буга и Сяна (в пределах Украины). Осуществлена проверка статистических гипотез независимости и однородности среднегодового стока с использованием параметрических и непараметрических критериев. Проанализировано изменение внутригодового распределения стока воды, максимумов во время весеннего половодья и дождевых паводков.

***Ключевые слова:** речной сток; многолетние колебания; пространственно-временная изменчивость; статистическая достоверность; критерии случайных процессов.*

Estimation of authenticity and tendencies of water flow changes on the rivers of Western Bug and San basins (within the territory of Ukraine)

Dutko V.O.

The estimation of trends in water flow changes on the rivers of Western Bug and San basins (within the limits of Ukraine) was done. Test of statistical hypotheses of independence and homogeneity of average annual runoff using parametric and nonparametric criterions was made. Changing of intrayearly water flow distribution, maximum during the spring floods and rain floods was analyzed.

***Keywords:** river flow; long-term fluctuations; spatial-time changeability; statistical authenticity; criterions of casual processes.*

Надійшла до редколегії 27.08.2012

УДК 556.166

Тимуляк Л.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА
КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ ХХ – ПОЧАТКУ ХХІ СТ.
У ПЕРЕДКАРПАТТІ**

***Ключові слова:** опади; катастрофічний паводок; максимальні рівні та витрати води*

Актуальність дослідження. Завдяки своєму розташуванню біля підніжжя гірської системи, Передкарпаття піддається впливу небезпечних процесів і явищ, що зароджуються в горах. До таких належать, передусім, атмосферні опади і пов'язані з ними паводки, селі. Особливо гостро в останні десятиліття постає у Передкарпатті проблема проходження паводків. Навіть не зважаючи на певне зменшення середньорічної кількості опадів [18], паводки у передгір'ї Карпат періодично продовжують завдавати руйнівних, а інколи й катастрофічних наслідків.

Загалом, із паводками пов'язана найбільша кількість надзвичайних

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

ситуацій природного характеру – 34 % [2]. Дослідження [3, 24] вказують на те, що протягом ХХ ст. у Передкарпатті спостерігається зростання частоти проявів катастрофічних паводків – від одного випадку на 14-16 років у першій половині століття – до одного випадку на 4-8 років у другій його половині.

Постановка проблеми. Інформація про передумови виникнення катастрофічних паводків, частоту їх прояву, рівні та витрати води під час цих паводків, дає можливість виявити певні спільні ознаки у їх формуванні і проходженні через Передкарпаття. Така інформація має важливе значення на наступному етапі – прогнозування затоплення територій паводками різної забезпеченості.

Виклад основного матеріалу. Згадки про катастрофічні паводки на території дослідження з'являються в літературних джерелах починаючи з ХІІ ст. Зокрема, в Іпатіївському літописі описується паводок 1164 р. на Дністрі в районі Галича. В інших джерелах є згадки про катастрофічні паводкові явища в басейні Дністра у 1229, 1230, 1464, 1649, 1668, 1674, 1700, 1730, 1750 рр. [1, 12, 8, 19, 3, 16]. Протягом ХХ- початку ХХІ ст. у передгір'ї Карпат катастрофічними були паводки 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980 та 2008 рр. [20, 19, 10].

Відомостей про характеристики паводків 8-9 липня 1911 р., 30-31 серпня 1927 р., 1-2 вересня 1941 р. недостатньо, однак відомо, що паводкові води затоплювали більшість населених пунктів у долинах річок басейнів Дністра і Прута, призводили до значних руйнувань і людських жертв. У 1927 р. паводковими водами було залито території 10 міст і сотні сіл. Загальна площа затоплення складала тоді 157 тис. га [16]. У 1941 р. рівні і витрати води на передгірських ділянках річок Свічі, Лімниці, Бистриць Солотвинської та Надвірнянської, Прута в межах сучасної Івано-Франківської області сягали максимальних на той час значень [19]. Так, наприклад, на р. Бистриці Солотвинській у м. Станіславі (Івано-Франківську) спостерігалось підняття рівня води на 445 см, на р. Бистриці Надвірнянській у районі м. Надвірна – на 575 см, а витрата води становила 288 м³/с [13].

Інтенсивні дощі, що регулярно випадали у Карпатах та Передкарпатті у липні-серпні 1955 р., спричинили два піки паводків (рис. 1). Так, 30 липня у верхів'ях водозборів річок Свічі, Лімниці, Бистриці Солотвинської, Бистриці Надвірнянської зливові опади сягали 130 мм/добу, що викликало значний підйом рівня води в річках. Ситуація ускладнювалась значними опадами в межах Передкарпаття – 30 липня станція Коломия зафіксувала 88 мм опадів [25], станція Станіслав – 35,1 мм [26].

Значні опади на північно-східних схилах Карпат і в Передкарпатті 10-11 серпня 1955 р. (49,7 мм і 16,5 мм відповідно у Коломій, 14,9 мм і 27,2 мм у Станіславі) спричинили повторне підняття рівнів води.

У басейні р. Дністер паводки 1955 р. характеризувались найвищими показниками рівнів води за весь період спостережень до 1955 р. Особливістю їх було те, що у гірських і в більшості передгірських частин басейнів максимальним був другий підйом рівня води (10–11 серпня), в той час як на

р. Бистриці Солотвинській у районі м. Станіслав, Бистриці в с. Жовтень максимальні рівні води спостерігались під час першого паводку (31 липня – 2 серпня) (табл. 1).

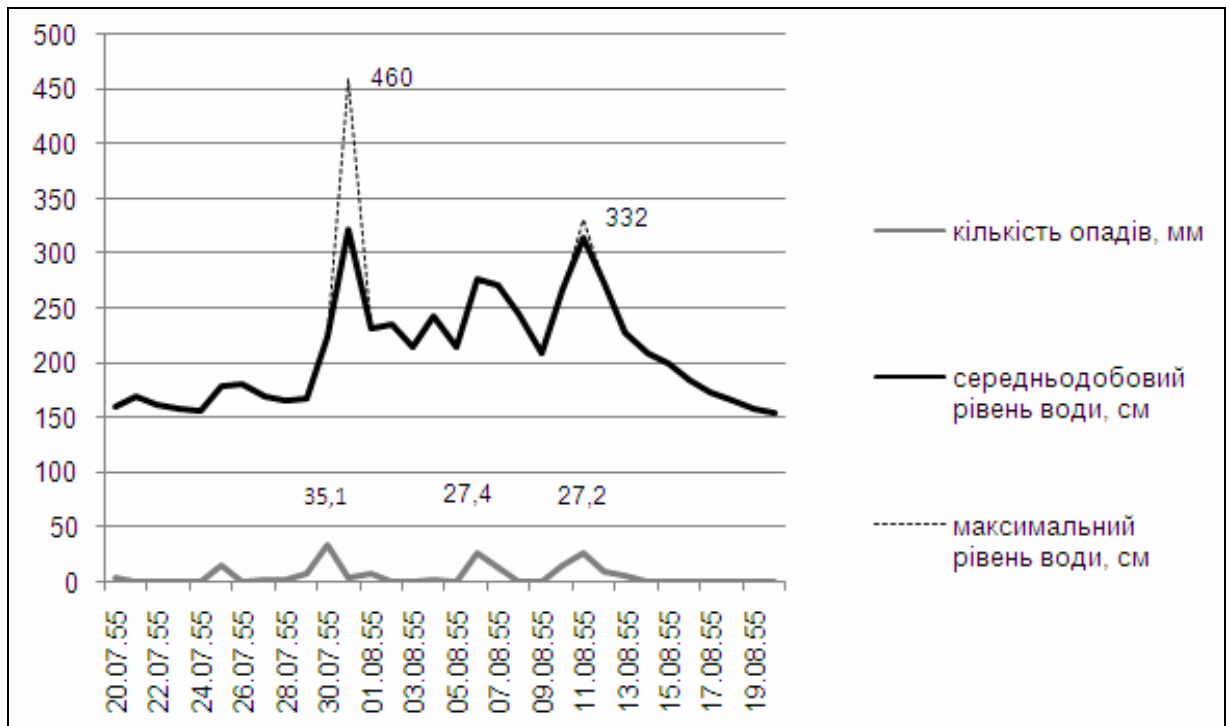


Рис. 1. Кількість опадів і рівні води у р. Бистриці Солотвинської у м. Станіславі (Івано-Франківську), 1955 р. (побудовано за джерелами: [26, 4])

Таблиця 1. Максимальні рівні води на рр. Бистриці Солотвинській, Бистриці Надвірнянській, Вороні протягом 1955-2008 рр.

Річка, пост	1955		1969		1970		1974		1980		2001		2008	
	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)	дата	макс. рівень (см)
р. Бистриця Солотвинська, м. Івано-Франківськ (Станіслав)	31.07	460	8.06	710	4.06	276	22.07	326	7.06	254	21.06	313	25.07	480
р. Бистриця Надвірнянська, с. Чернів											21.06	573	25.07	597
р. Ворона м. Тисмениця	12.08	590	9.06	629	5.06	519	23.07	537	23.07	489	22.06	501		

Максимальним за висотою підняття рівнів води і площею затоплення у Передкарпатті був паводок 8-12 червня 1969 року. Причиною підйому рівнів води стали інтенсивні зливові дощі, максимум яких спостерігався 7-10 червня. За цей період на Карпатський регіон випало близько 3,5 млрд. тонн води [24]. Найбільш інтенсивні зливи пройшли у верхів'ях рр. Бистриці

Солотвинської, Бистриці Надвірнянської, Лімниці та Прута, де сумарна кількість опадів сягала від 200 до 300 мм.

Заслуговує на увагу той факт, що в більшості пунктів спостережень, 70-100% всіх опадів випало за півдоби. У верхів'ях р. Бистриці Солотвинської 8 червня випало 239 мм опадів, Бистриці Надвірнянської – 215 мм, Прута – 173 мм [19], на передгір'ї – у районі м. Долини – 87,6 мм [27], Івано-Франківська – 74,5 мм [28], Коломиї – 60,4 мм [29]. При цьому найвищі рівні води спостерігались у горах і в передгір'ї 8 червня, на рівнині – 9 червня (р. Ворона – м. Тисмениця, р. Бистриця – с. Ямниця) і становили: р. Бистриця Солотвинська – с. Гута – 596 см, м. Івано-Франківськ – 710 см (рис. 2); р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна – 394 см; р. Бистриця – с. Ямниця – 551 см, р. Ворона – м. Тисмениця – 629 см, р. Прут – м. Коломия – 675 см. Інтенсивність підйому рівнів води у руслах річок сягала 0,65 м/год [5].

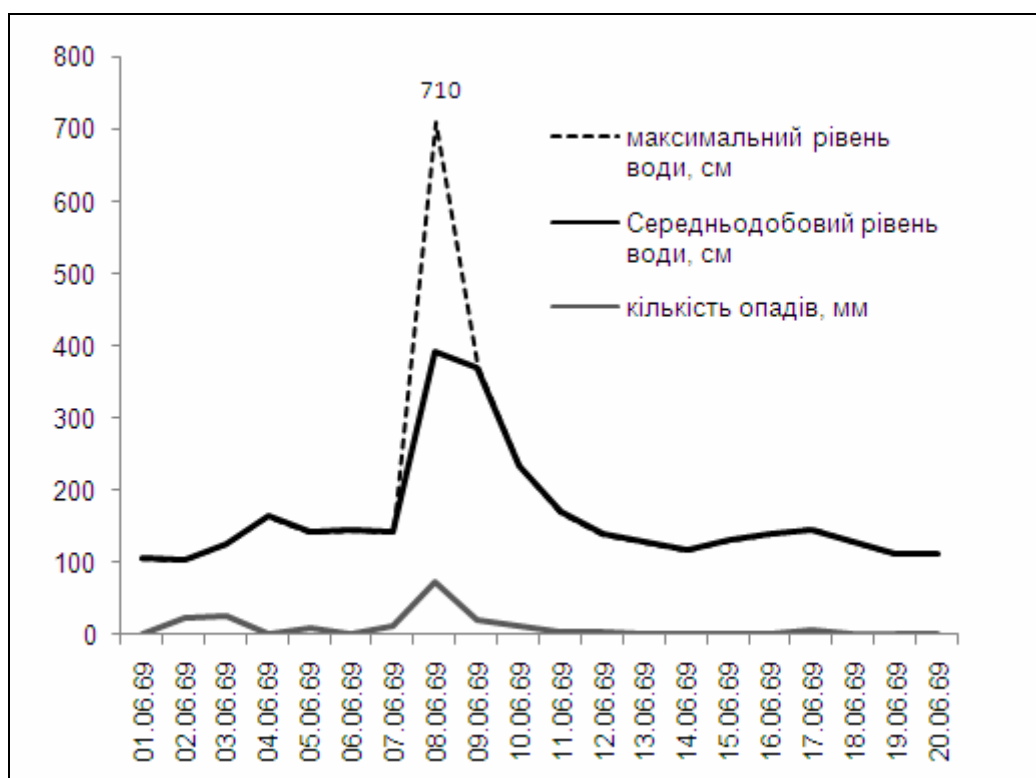


Рис. 2. Кількість опадів і рівні води р. Бистриці Солотвинської у м. Івано-Франківську, 1969 р.(побудовано за джерелами: [28, 5])

В Івано-Франківській області паводок 1969р. спричинив до повного руйнування 746 та пошкодження – 10485 індивідуальних житлових будинків, руйнування та пошкодження 5061 господарської споруди тощо. Загальна сума матеріальних втрат становила 94,6 млн. крб. [23]. Катастрофічним паводком були затоплені не лише заплави річок, а й густо заселені у передгір'ї перші надзаплавні тераси. Про це, зокрема, свідчить просторовий аналіз території затоплення міста Івано-Франківська. Тут водами рр. Бистриці Солотвинської і Бистриці Надвірнянської було залито поверхні перших надзаплавних терас. У випадку, якщо тераса складається із кількох рівнів, відокремлених невисокими пологими схилами, як, наприклад, на північний схід від Івано-Франківського національного технічного

університету нафти і газу, паводкові води затоплювали тільки «нижню» частину тераси. Якщо ж тераса вирівняна, однорівнева, поверхні терас заливались повністю, разом із тилловими зниженнями. Прикладом є територія сучасних вулиць Р. Левицького, Ленкавського, міське озеро тощо на правобережжі р. Бистриці Солотвинської, завод залізо-бетонних виробів, розташований у зниженій тилловій частині першої тераси на лівобережжі р. Бистриці Надвірнянської. При цьому рівні води на терасі подекуди сягали 1,6 м (шкіровзутгевий комбінат).

За величинами максимальних рівнів і витрат води паводок 1969 р. на річках регіону значно перевищив історичні максимуми. Частота повторення таких паводків оцінюється в 1-2 рази на 100 років. [12, 11, 3].

Два паводки зафіксовано у 1980 р. – перший 6-7 червня, другий 22-26 липня. Найвищі рівні води на більшості гідрологічних постів було відмічено 22-23 липня. Так, наприклад, на гідропосту р. Бистриця Солотвинська – с. Гута 23 липня максимальний рівень води сягав 681 см, а витрата води – 400 м³/с (найвищі показники за період із 1949 по 1980 рр.); 22 липня на посту р. Бистриця Надвірнянська – с. Пасічна рівень води дорівнював 359 см, що лише на 35 см нижче рівня історичного паводка 1969 р. [7].

Слід зазначити, що на постах р. Бистриця Солотвинська – м. Івано-Франківськ, р. Ворона – м. Тисмениця максимальні рівні спостерігались 7 червня і значно поступались показникам 1969 р. Так, 7 червня рівень води на р. Бистриця Солотвинська в м. Івано-Франківську становив 254 см (23 липня – 244 см), на р. Ворона у м. Тисмениці – 529 см (23 липня – 489 см). При цьому 6-7 червня 1980 р. в Івано-Франківську було зафіксовано 45,3 мм опадів, а добова сума опадів 22 липня становила 68,1 мм [30].

Аналіз архівних матеріалів і даних гідрологічних щорічників свідчить, що за період із 1955 по 1980 рр. на території Івано-Франківської області спостерігалось понад 30 паводків, збитки від яких оцінювались у 356,4 млн. крб. Збитки від паводку 1980 р. становили 39 млн. крб.

Головною причиною катастрофічного паводку, який стався 22-27 липня 2008 р. у Передкарпатті також була надмірна кількість опадів. За даними Івано-Франківського обласного гідрометеорологічного центру, сума опадів на території області становила 161-351 мм, або 155-240 % місячної норми [22]. У місті Івано-Франківську протягом 15-26 липня випало 239,6 мм опадів [31], що становить понад 230 % багаторічної місячної норми (рис. 3).

У ніч з 24 на 25 липня 2008 р. на території Івано-Франківської міської ради максимальний рівень води на р. Бистриці Солотвинській (м. Івано-Франківськ) становив 480 см, на р. Бистриці Надвірнянській (с. Чернів) – 597 см (за даними [24] – 615 см).

На окремих гідропостах за рівнями води паводок 2008 р. перевищив рівень історичного паводку 1969 р. [17]. До таких, зокрема, належить гідропост на р. Прут – м. Коломия, де рівень води (688 см) перевищив рівень 1969 р. на 13 см і дорівнював рівню 1974 р. (рис. 4), тобто за характеристиками рівнів води паводок 2008 р. можна оцінювати як паводок 2 % забезпеченості.

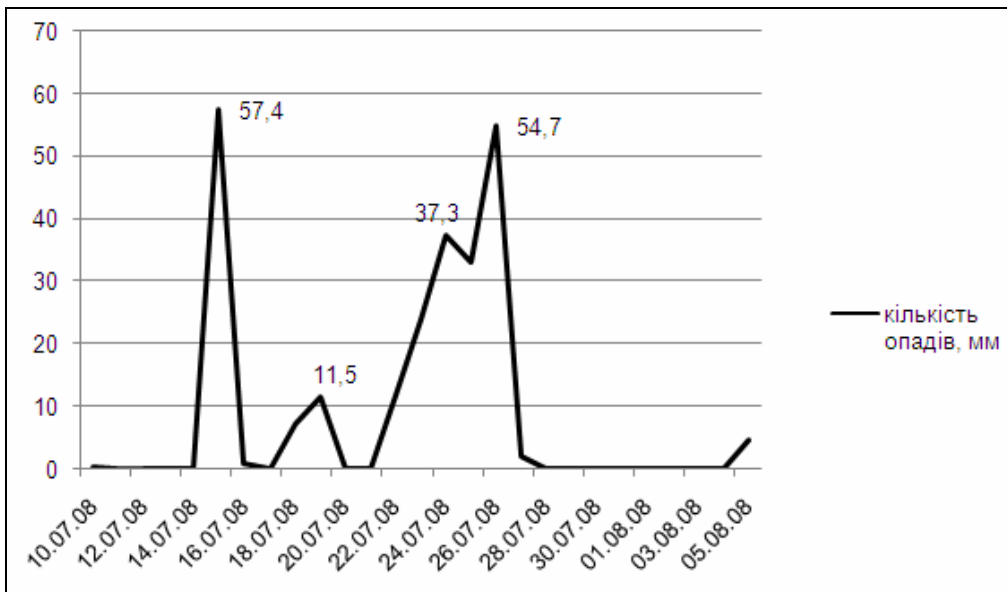


Рис. 3. Кількість опадів – м/с Івано-Франківськ, 2008 р. (за [31])

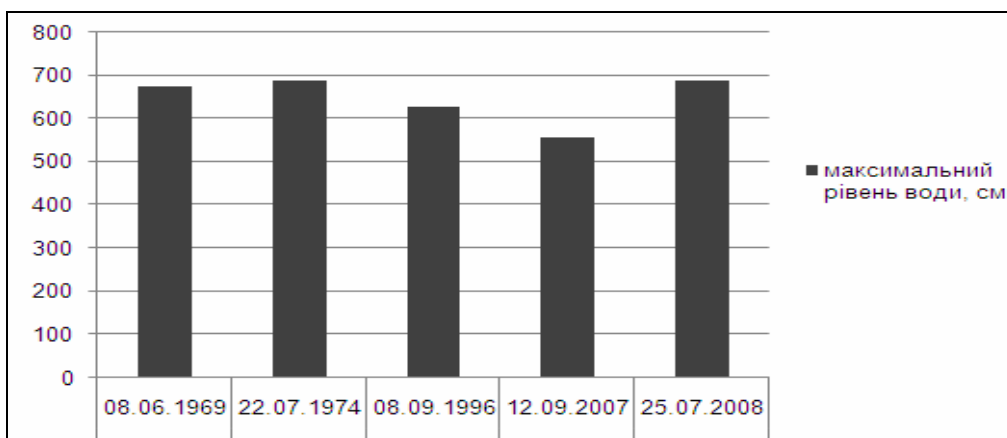


Рис. 4. Порівняння максимальних рівнів води під час катастрофічних паводків на р. Прут, г/п Коломия (за [5, 6, 9, 21, 17])

Підтвердженням цьому виступає порівняння піків катастрофічних паводків, що спостерігались на р. Бистриці Солотвинській в межах м. Івано-Франківська. Тут рівень паводку 2008 р. співставний із рівнем паводку 1955 р. (рис. 5). Водночас, пік паводку 1969 р. перевищував пік 2008 р. на 230 см, що дозволяє оцінювати паводок 1969 р. як паводок 1 % забезпечення для цієї території.

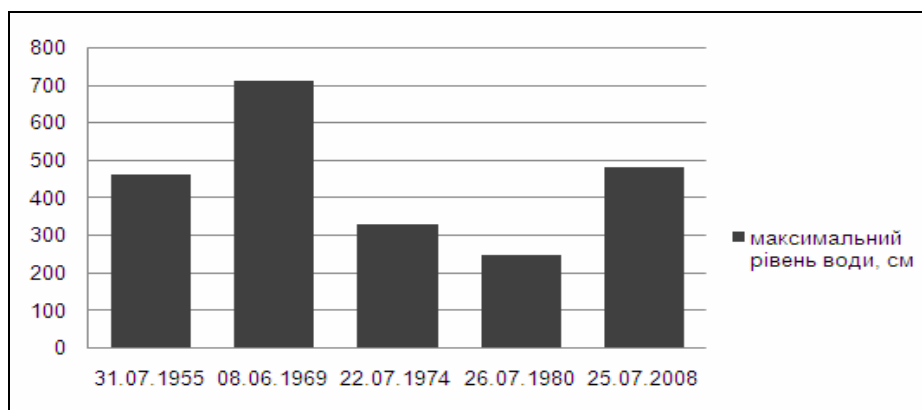


Рис. 5. Порівняння максимальних рівнів води під час катастрофічних паводків на р. Бистриця Солотвинська, г/п Івано-Франківськ (за [4–7, 22])

Висновки. Аналіз характеристик катастрофічних паводків, що відбувались протягом ХХ-початку ХХІ ст. у передгірських ландшафтах Івано-Франківщини, дозволяє виявити певні чинники, які впливають на формування екстремальних паводків на цій території, та на особливості їх проходження.

До таких чинників належать, перш за все, кількість опадів, інтенсивність їх випадання та розподіл у межах водозбірного басейну. На річках, що беруть початок у горах, найбільший підйом рівнів води спостерігається через кілька годин після випадання найбільшої кількості опадів [15], а на річках, витoki яких знаходяться у передгір'ї, пік паводку «запізнюється», як правило, на одну добу.

Іншим чинником, що сприяє виникненню катастрофічних паводків, є наявність значних опадів не тільки у період формування паводку, але й у передпаводковий період. Така ситуація спостерігалась у 1955, 1969, 1980, 2008 рр. Завдяки попереднім опадам водоаккумуляційна місткість лісових екосистем вичерпується і, відповідно, зростає схиловий стік. Зокрема, з цієї причини в 2008 р. на схиловий стік витратилося до 90 % атмосферної вологи [3, 14].

Ще однією передумовою формування катастрофічних паводків на території дослідження, є накладання паводкових вод із гір і підйомів рівня води, зумовлених опадами у передгір'ї. Аналіз рівнів паводків на різних гідропостах у гірських і передгірських ландшафтах Івано-Франківської області свідчить, що максимальні підйоми рівнів води в гірській частині басейнів не обов'язково тягнуть за собою історичні підйоми рівнів води у передгір'ї. Підтвердженням цьому є паводок 1980 р. на р. Бистриця Солотвинська. Так, на посту с. Гута 23.07.1980 р. зафіксовано максимальний підйом води за весь період спостережень, починаючи із 1949 р. – 681 см, у той час як на гідропосту м. Івано-Франківськ зафіксовано рівень 244 см, що значно поступається рівням паводків 1955, 1969, 2008 рр., коли високі рівні води в річках були зумовлені не лише стоком із гір, але і місцевим стоком.

Список літератури

1. Айзенберг М. М. Выдающиеся паводки на реках Карпат в XII-XIII, XVII-XVIII веках / М. М. Айзенберг // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 34. – С. 76–78.
2. Баринов А. В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них : учеб. пособие / А. В. Баринов. – М. : Владос-Пресс, 2003. – 496 с.
3. Библиук Н. І. Небезпечні стихійні явища в Карпатах: причини виникнення та шляхи їх мінімізації / Н. І. Библиук, І. П. Ковальчук, О. С. Мачуга // Наук. праці Лісівничої АН України. – 2008. – Вип. 6. – С. 105–119.
4. Гидрологический ежегодник 1955 г. – Т. 2. – Вып. 0,1: Бассейн Черного моря без бассейнов рек Днепр и Дон / [под ред. О.Л. Целинской]. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 416 с.
5. Гидрологический ежегодник 1969 г. – Т. 2. – Вып. I :Бассейн Черного и Азовского морей (без Кавказа) / [под ред. П. Ф. Гадзины, Е. М. Егоровой, Н. З. Литвиновой]. – К., 1971. – 321 с.
6. Гидрологический ежегодник 1974 г. – Т. 2. – Вып. 1 : Бассейн Черного и Азовского морей (без Кавказа) / [под ред. П. Ф. Гадзины, Е. М. Егоровой, Н. С. Карнауховой]. – К., 1976. – 343 с.
7. Гидрологический ежегодник 1980 г. – Т. II. – Вып. 1 :Бассейн Черного и Азовского морей (без Кавказа). Бассейны р. Днестр и рек между бассейнами рек Днестр и Днепр. – К.; 1982. – 306 с.
8. Гинко С. С. Катастрофы на берегах рек: речные наводнения и борьба с ними / С. С. Гинко. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. –

127 с. **9.** Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1996 г. – Ч. 1, 2. – Т. II. – Вып. 1 :Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. – К.; 1997. – 181 с. **10.** *Кирилюк М. І.* Аналіз умов виникнення катастрофічних наводнень та ризиків в Українських Карпатах / М. І. Кирилюк // Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків в Україні : зб. наук. праць. – К. : ІГ НАНУ, 2009. – С. 145 – 149. **11.** *Круцьк М. А.* Эксплуатация горных автомобильных дорог и окружающая среда / М. А. Круцьк, С. Ф. Максименко. – К. : Будівельник, 1981. – 104 с. **12.** *Логвинов К. Т.* Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах / Логвинов К. Т., Раевский А. Н. Айзенберг М. М. – Л. : Гидрометеоздат, 1973. – 199 с. **13.** *Паленко В.П.* Голоценовые движения земной коры в Предкарпатском краевом прогибе и формирование аллювия : дис. канд. геол.-мин. наук / Паленко Валентина Петровна. – К., 1970. – 170 с. **14.** *Парпан В. І.* Паводкорегулювальне значення гірських лісів Карпат та шляхи їх оптимізації / В. І. Парпан, В. С. Олійник // Наукові праці Лісівничої АН України. – 2008. – Вип. 6. – С. 12–15. **15.** *Перехрест С. М.* Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними / Перехрест С. М., Кочубей С. Г., Печковська О. М. – К. : Наукова думка, 1971. – 199 с. **16.** Повінь 23 – 27 липня 2008 року на Прикарпатті: Хроніка. Завдана шкода. Ліквідація наслідків. Благодійники і жертводавці. – Івано-Франківськ : Місто НВ, 2010. – 244 с. **17.** Порівняльна характеристика високих паводків в Українських Карпатах червня 1969 та липня 2008 років / О. Косовець, К. Петренко, Л. Савченко [та ін.] // Надзвичайна ситуація. – 2009. – № 6. – С. 50 – 53. **18.** *Приходько М. .* Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 «Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів» / Приходько Микола Миколайович. – Львів, 2005. – 20 с. **19.** *Тепловой и водный режим* Украинских Карпат / [Сакали Л. И., Дмитренко Л. В., Киптенко Е. Н., Лютик П. М.] – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – 366 с. **20.** *Швец Г. И.* Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г. И. Швец. – Л. : Гидрометиз, 1972. – 244 с. **21.** Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші 2007 р. – Ч. 1. – Т. II. – Вип. 1 : Басейн Західного Буга, Дунаю, Дністра, Південного Буга. – К., 2008. – 418 с. **Фондові матеріали:** **22.** *Аналіз дій органів управління та сил під час ліквідації надзвичайної ситуації природного характеру державного рівня, що мала місце на території Івано-Франківської міської ради Івано-Франківської області 25 – 27 липня 2008 року “20410 – Високі рівні води (водопілля, паводки)”/* МНС України. – Івано-Франківськ, 2009. – 49 с. **23.** *Соловейко Л.* Докладная Правительственной комиссии, созданной распоряжением Совета Министров УССР от 7 августа 1969 года № 774-р для установления причин разрушения берегоукрепительных сооружений на горных реках области и разработки мероприятий по предупреждению разрушений / Л. Соловейко // Материалы (планы, справки, информации) по ликвидации последствий наводнения в августе и ноябре 1969 года. – Івано-Франковск, 1969. – С. 80–93. **24.** Схема комплексного протипаводкового захисту басейнів р. Дністер, р. Прут, р. Сірет : наукове обґрунтування / ПГМ УААН. – К., 2008. – 728 с. **25.** Таблица метеорологических наблюдений ТМ-1 1955 г. : станция Коломыя / Управление гидрометслужбы УССР. – Коломыя, 1955. **26.** Таблица метеорологических наблюдений ТМ-1 1955 г.: станция Станислав, АМСГ / Управление гидрометеорологической службы УССР. – Станислав, 1955. **27.** *Таблица метеорологических наблюдений* ТМ-1 1969 г. станция Долина / Управление гидрометеорологической службы УССР. – Долина, 1969. **28.** Таблица метеорологических наблюдений 1969 г.: станция Івано-Франковск / Управление гидрометеорологической службы УССР. – Івано-Франковск, 1969. **29.** Таблица метеорологических наблюдений ТМ-1 1969 г.: станция Коломыя / Управление гидрометеорологической службы УССР. – Коломыя, 1969. **30.** Таблица метеорологических наблюдений 1980 г. : станция Івано-Франковск, АМСГ / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Івано-Франковск, 1980. **31.** Таблица метеорологических наблюдений ТМС-84 2008 г.: станция Івано-Франковск, АМСГ / УГМС Украины. – Івано-Франковск, 2008.

Порівняльна характеристика катастрофічних паводків XX – початку XXI століття у Передкарпатті

Тимуляк Л. М.

Проаналізовані характеристики катастрофічних паводків і виявлені основні фактори, які впливають на їхнє формування у Передкарпатті (у межах Івано-Франківської області).

Ключові слова: опади; катастрофічний паводок; максимальні рівні та витрати води.

Сравнительная характеристика катастрофических паводков XX – начала XXI века в Предкарпатье

Тымуляк Л. Н.

Проанализированы характеристики катастрофических паводков и определены основные факторы, которые влияют на их формирование в Предкарпатье (в пределах Ивано-Франковской области).

Ключевые слова: осадки; катастрофический паводок; максимальные уровни и затраты воды.

Comparative characteristics of the disastrous floods of the 20th and the beginning of the 21st century in the Pre-Carpathians

Tymulyak L. M.

The characteristics of the catastrophic floods have been analyzed and the main factors influencing their formation within the Pre-Carpathians of Ivano-Frankivsk region have been determined.

Ключові слова: precipitation; catastrophic floods; maximum levels of water and water expenses.

Надійшла до редколегії 06.07.2012

УДК 556.166

Баужа Т.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ПАВОДКОВИЙ СТІК В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ Р. РІКА ТА ЙОГО РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ключові слова: зміни клімату; малі гірські водозбори; стаціонарність; дощовий паводок

Постановка проблеми. Проблемі вивчення максимального стоку присвячена велика кількість досліджень як у нашій країні, так і за її межами, адже ця фаза водного режиму річок займає особливе місце у практичному використанні її розрахункових характеристик при експлуатації гідротехнічних споруд за умов регулювання стоку, здійснення заходів по захисту населених пунктів, промислових і сільськогосподарських об'єктів. Особливим чином це стосується річок Закарпаття, де часто спостерігаються катастрофічні паводки, які призводять до загибелі людей, затоплення

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

родючих земель та значних матеріальних втрат. Тому аналіз паводкового стоку в сучасних умовах має важливе наукове та практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні значний внесок у розв'язання проблеми розрахунку характеристик максимального стоку зробили такі вчені як А. В. Огієвський, Й. А. Желєзняк, В. І. Мокляк, П. Ф. Вишневський, А. М. Бефані, Є. Д. Гопченко та ін. На сьогодні виконано чимало досліджень, які стосуються впливу сучасних змін клімату на характеристики річкового стоку. Однак, оцінка максимального стоку малих річок та струмків залишається майже не вивченим питанням.

Саме тому, **метою** даної статті є аналіз паводкового стоку в холодний період року та розрахунок його статистичних характеристик на території басейну р. Ріка, що, в свою чергу, дозволить виявити можливі зміни в максимальному стоці та проаналізувати причини таких змін.

Завдання дослідження:

- оцінити однорідність рядів паводкового стоку води за сумарною інтегральною кривою та статистичними критеріями Фішера та Стьюдента;
- виконати оцінку стаціонарності багаторічних коливань максимального стоку води;
- проаналізувати різниці інтегральні криві рядів спостережень для виявлення закономірностей коливання паводкового стоку;
- визначити розрахункові гідрологічні характеристики максимального стоку річок та струмків за холодний період року.

Виклад основного матеріалу. Дощові паводки дають уявлення про загальні риси режиму стоку гірського регіону. Відомо, що весняна повінь для річок басейну р. Тиси не характерна внаслідок того, що часті зимові відлиги супроводжуються випадінням рідких опадів, які становлять 50-60% об'єму змішаного паводкового стоку. Тому максимальний стік в межах даного регіону розраховують для двох характерних періодів: теплого (дощові паводки) та холодного (сніго-дощові паводки). Для статистичної обробки та узагальнення по території характеристик максимального стоку паводків холодного періоду використано дані 16 гідрологічних постів, які розташовані на гірських водотоках: 4 малих ($F_{бас.} = 10-100 \text{ км}^2$) та 2 середніх ($F_{бас.} = 100-1000 \text{ км}^2$) річках (згідно класифікації Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС) [1] та 5 струмках в межах водозборів Закарпатської воднобалансової станції (ЗВБС) з періодом спостереження від 47 до 50 років. Більш детальніша їхня характеристика, а також схема розташування цих пунктів гідрологічних спостережень в межах ЗВБС наведена в роботі [4]. Дані спостережень (строкові витрати) за холодний період року формувалися на основі комплексних графіків (температура повітря, Ат опади, витрати води) за календарний період року.

Для отримання достовірних та надійних результатів, визначення розрахункових гідрологічних характеристик виконується за однорідними даними [6, 7]. За допомогою програми HydroStatCal були відновлені дані за окремі роки та виконана оцінка однорідності рядів спостережень за різними методами. Як зазначено у методичних рекомендаціях [5], а також у наших

попередніх роботах [2, 3, 4] при дослідженні середньорічного стоку води, наочне уявлення про однорідність даних спостережень надають сумарні інтегральні криві. Вигляд цих кривих дозволяє виявити вплив антропогенних чинників або прояви кліматичних змін на формування річкового стоку води. На графіках сумарних інтегральних кривих максимального стоку води паводків холодного періоду року в басейні р. Ріка, які були побудовані для всіх досліджуваних річок та струмків, будь-яких суттєвих точок перелому напрямків кривих не виявлено, тобто ряди спостережень є однорідними. Приклад таких кривих для деяких річок та струмків ЗВБС наведено на рис. 1.

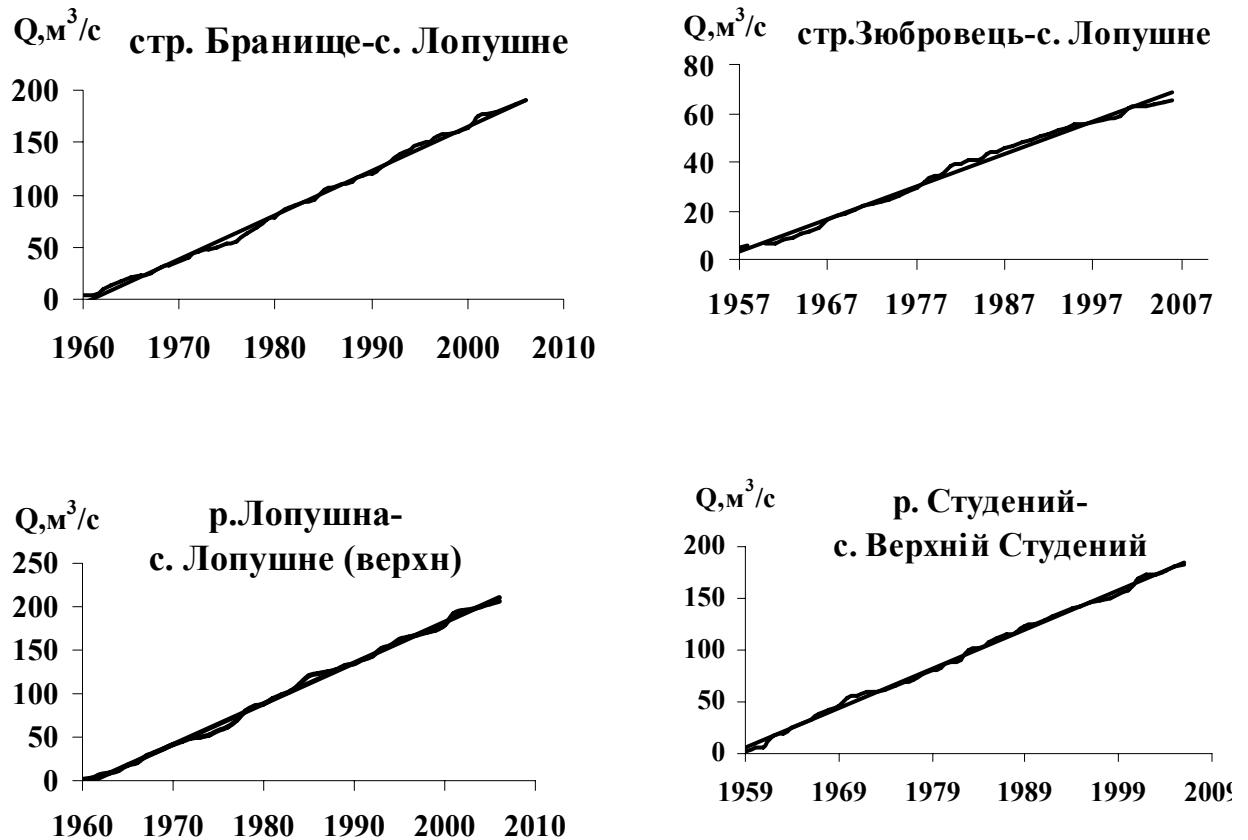


Рис 1. Сумарні інтегральні криві паводкового стоку холодного періоду року на річках та струмках Закарпатської воднобалансової станції

У той же час, згідно діючого нормативного документу [6], виконана оцінка однорідності рядів спостережень за параметричними статистичними узагальненими критеріями Фішера та Стьюдента з урахуванням внутрішньорядних та міжрядних кореляційних зв'язків (табл. 1), показала, що на 3 пунктах спостережень стік виявився неоднорідним (табл. 2). Так, на посту р. Голятинка – с. Голятин стік є неоднорідним тільки за критерієм Стьюдента. На посту р. Ріка – смт. Міжгір'я стік є неоднорідним за обома зазначеними критеріями. Для 8 пунктів спостережень виконати оцінку однорідності за узагальненими критеріями Фішера та Стьюдента виявилось неможливим, оскільки ряди спостережень мають одночасно автокореляційні

та внутрішньокореляційні зв'язки (табл. 1), а для таких випадків узагальнені критерії Фішера та Стьюдента не розроблені [7].

Таблиця 1. Внутрішньорядні та міжрядні кореляційні зв'язки максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

№ п/п	Річка - пост	Коефіцієнти	
		автокореляції (r(1))	кореляції (R)
1	р. Пилипець – с. Пилипець	0,2	0,5
2	р. Лопушна –с. Лопушне (верхн.)	0,2	0,4
3	стр. С. Звір – с. Лопушне	0,2	0,1
4	р. Голятинка – с. Майдан	0,2	0,1
5	р. Ріка – с. Верхній Бистрий	0,1	0,2
6	стр. Зюбровець – с. Лопушне	0,1	0,1
7	р. Студений – с. Н. Студений	0,1	0,1
8	стр. Плошанка – с. Пилипець (нижн.)	0,1	0,1
9	р. Ріка – смт. Міжгір'я	0,2	0,0
10	р. Рипинка – с. Рипинне	0,1	0,0
11	р. Голятинка – с. Голятин	0,0	0,2
12	р. Студений – с. В. Студений	0,0	0,1
13	стр. Пилипецький –с. Пилипець	0,0	0,1
14	стр. Бранище – с. Лопушне	0,0	0,0
15	р. Пилипець – с. Подобовець	0,0	0,0
16	р. Лопушна – с. Лопушне (нижн.)	0,0	0,0

Таблиця 2. Неоднорідні дані максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС за критеріями Стьюдента (t) та Фішера (F)

№ п/п	Річка-пост	t (F)	t _{кр} (F _{кр})
За критерієм Стьюдента			
1	р. Голятинка – с. Голятин	2,19	1,80
2	р. Ріка – смт. Міжгір'я	2,51	1,80
За критерієм Фішера			
3	р. Ріка – смт. Міжгір'я	2,43	2,22

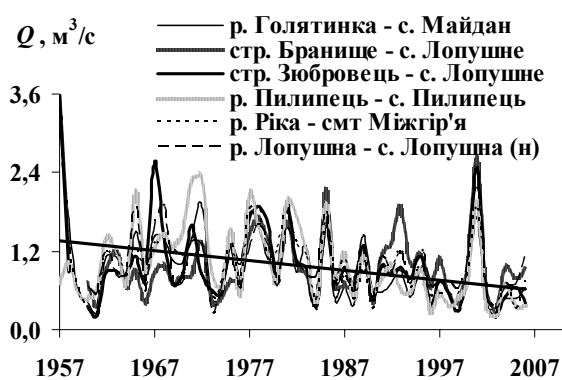
Оцінка стаціонарності багаторічних коливань максимального стоку води за холодний період року в басейні р. Ріка виконувалась шляхом оцінки статистичної значимості лінійних трендів згідно методичних рекомендацій [5] для 5 % рівня значимості. Статистично значимі тренди виявлені на 8 пунктах спостережень (табл. 3), що вказує на статистичну неоднорідність цих рядів спостережень в часі, тобто на нестаціонарність (зміна їхнього середнього значення в часі).

На всіх 16 пунктах спостерігаються синхронні коливання максимальних витрат води, що свідчить про однорідність умов їхнього формування. Приклад таких коливань для деяких річок та струмків наведено на рис. 3 а. Для пункту спостережень р. Лопушна – с. Лопушне (в), спостереження на якому розпочались з 1960 р., спостерігається протилежна (зростаюча) тенденція стоку у порівнянні зі всіма іншими пунктами, які мають тенденцію до зниження стоку (рис. 3 б). Такі розбіжності пояснюються тим, що у 1957 році на річках та струмках даного району спостерігалися найвищі паводки

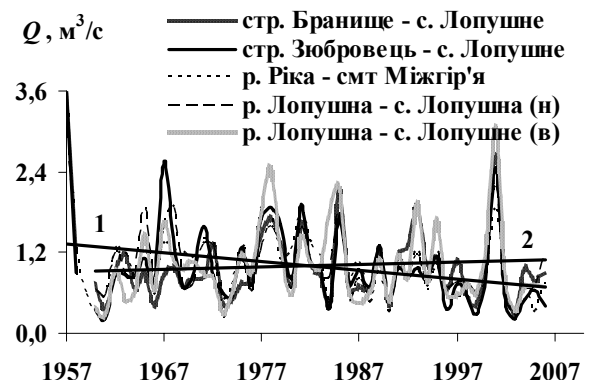
холодного періоду року за весь період спостережень. Відсутність максимального значення в ряду спостережень на пункті р. Лопушна – с. Лопушне (в) й обумовило зміну напрямку в тенденції стоку.

Таблиця 3. Значимі лінійні тренди максимальних витрат води за холодний період річок та струмків ЗВБС, 1957-2006 рр.

Водотік-пункт	Рівняння тренду	R ²	R	σ _R	2σ _R	3σ _R
р. Голятинка - с. Майдан	$y=-0,015x+31,27$	0,14	0,38	0,13	0,25	0,38
р. Ріка - смт. Міжгір'я	$y=-0,013x+26,52$	0,11	0,34	0,13	0,25	0,38
р. Пилипець - с. Пилипець	$y=-0,014x+28,31$	0,12	0,35	0,13	0,25	0,38
р. Студений - с. Н. Студений	$y=-0,014x+29,37$	0,18	0,42	0,12	0,24	0,36
р. Ріка - с. Верхній Бистрий	$y=-0,009x+18,70$	0,08	0,27	0,13	0,27	0,40
стр. Плошанка - с. Пилипець (н)	$y=-0,016x+32,73$	0,13	0,37	0,12	0,25	0,37
р. Пилипець - с. Подобовець	$y=-0,015x+30,13$	0,11	0,33	0,13	0,26	0,39
стр. Зюбровець - с. Лопушне	$y=-0,013x+26,60$	0,08	0,28	0,13	0,27	0,40



а)



б)

Рис. 3. Багаторічна динаміка та лінійні тренди максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

Зрозуміло, що для отримання надійних та достовірних результатів оцінку стаціонарності рядів спостережень необхідно виконувати за рядами, які мають досить тривалий період спостережень. Крім того, обов'язково необхідно враховувати циклічні коливання стоку. Так, статистично значимі тренди притаманні рядам, які мають чітко виражений неповний цикл (рис. 4), коли відбувається порівняння багатоводної та маловодної фаз, що й обумовлює неоднорідність таких рядів.

Паводковий стік холодного періоду року річок досліджуваного регіону характеризується двома яскраво вираженими фазами водності: багатоводна фаза – з початку 60-х рр. до середини 80-х рр., з дещо помітним зниженням стоку в 1974-1977 рр., а з середини 80-х рр. і досі триває період низької водності.

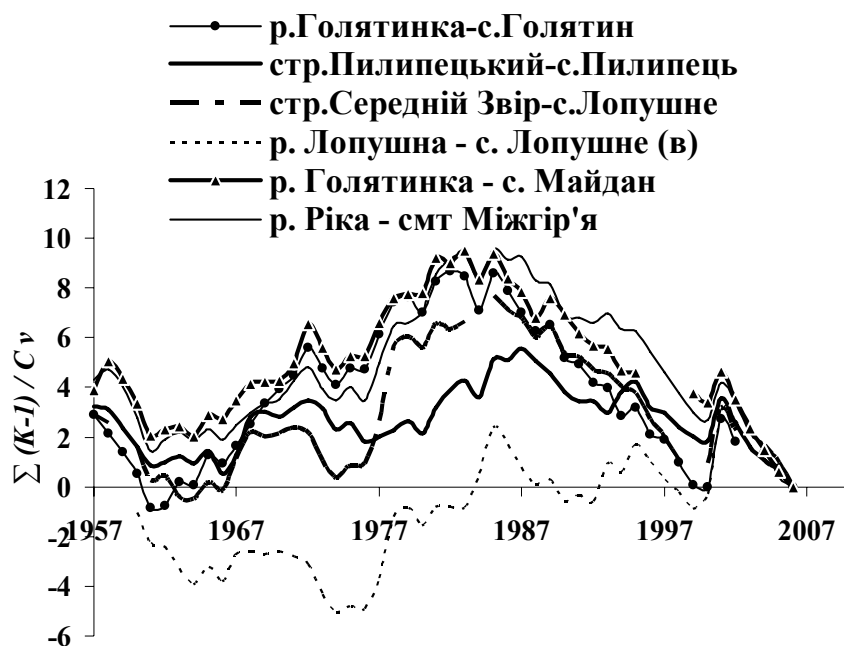


Рис. 4. Різницеві інтегральні криві максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

Для згладжування та екстраполяції емпіричних кривих розподілу максимальних витрат води за холодний період року річок ЗВБС, використано трипараметричний розподіл, а розрахунок статистичних параметрів здійснювався методом найбільшої правдоподібності за допомогою програми HydroStatCal. Коефіцієнти варіації змінюються від 0,47 (р. Ріка – с. Верхній Бистрий) до 0,67 (стр. Зюбровець – с. Лопушне), а коефіцієнти асиметрії від 1,1 (р. Рипинка – с. Рипинне) до 2,75 (р. Студений – с. В. Студений) (табл. 4).

Таблиця 4. Розрахункові характеристики максимальних витрат води за холодний період річок та струмків в басейні р. Ріка, 1957-2006 рр.

№ п/п	Водотік-пункт	$Q_{сер.}$	C_v	C_s/C_v	$P, 1\%$
1	р. Голятинка - с. Голятин	26,3	0,51	2,55	70,1
2	р. Голятинка - с. Майдан	39,0	0,59	2,45	115
3	р. Студений - с. Н.Студений	9,50	0,50	3,65	26,0
4	р. Рипинка - с. Рипинне	102	0,53	2,09	269
5	р. Ріка - смт. Міжгір'я	216	0,55	2,55	609
6	р. Ріка - с. Верхній Бистрий	49,7	0,47	2,93	127
7	р. Пилипець - с. Пилипець	26,1	0,59	2,35	76,9
8	р. Студений - с. В.Студений	3,82	0,63	4,39	12,6
9	стр. Плошанка – с. Пилипець(нижн.)	13,3	0,65	3,58	44,8
10	стр. Пилипецький - с. Пилипець	3,62	0,60	2,85	11,0
11	р. Пилипець - с. Подобовець	8,24	0,65	2,31	26,3
12	стр. Бранище - с. Лопушне	4,31	0,61	4,42	13,9
13	стр. С. Звір - с. Лопушне	0,74	0,63	2,93	2,35
14	р. Лопушна - с. Лопушне (верхн.)	4,39	0,60	2,83	13,4
15	стр. Зюбровець - с. Лопушне	1,33	0,67	3,34	4,54
16	р. Лопушна - с. Лопушне (нижн.)	12,0	0,54	3,49	34,4

Враховуючи те, що ряди спостережень не мають повного замкнутого циклу, тобто вони є не репрезентативними для визначення середнього значення, розраховані ймовірнісні характеристики максимальних витрат води будуть уточнюватися з подовженням рядів спостережень.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Вигляд всіх сумарних інтегральних кривих рядів максимального стоку річок та струмків ЗВБС дозволяє стверджувати про те, що дані є однорідними, адже вони не мають будь-яких суттєвих точок перелому в своїх напрямках.

2. Виявлені на річках статистично значимі тренди носять періодичний характер, так як вони пов'язані як з тривалістю спостережень, так і з довжиною окремих повних гідрологічних циклів та їхніх фаз водності.

3. При оцінці однорідності та стаціонарності стоку перевагу необхідно надавати гідролого-генетичним методам [4], так як вони, на відміну від статистичних методів, враховують умови формування гідрологічних характеристик стоку.

4. З середини 80-х рр. ХХ століття спостерігається помітне зниження максимального стоку в холодний період року в басейні р. Ріка.

5. Розраховані ймовірнісні характеристики максимальних витрат води будуть уточнюватися з подовженням рядів спостережень й стануть достовірними з набуттям рядами спостережень репрезентативності – наявності повного замкнутого циклу.

6. Надалі доцільно дослідити максимальний стік за теплий період року.

Список літератури

1. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – С. 117. 2. Горбачова Л. О. Сучасні параметри кривих забезпеченостей максимальних витрат води весняної повені рівнинних річок України / Л. О. Горбачова // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: матеріали V Всеукраїнської наук. конф. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С. 49–52. 3. Горбачова Л. О., Баужа Т. О. Багаторічні коливання середньорічних витрат води на річках та струмках Закарпатської воднобалансової станції / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: матеріали V Всеукраїнської наук. конф. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, – 2011. – С. 52-54. 4. Горбачова Л. О., Баужа Т. О. Динаміка середньорічного стоку води гірських річок (на прикладі водотоків Закарпатської воднобалансової станції) / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Праці УкрНДГМІ, - 2011. – Вип.260. – С. 175-186. 5. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчётных значений по неоднородным данным. – М.: ГУ «ГГИ», 2010. – С. 39-40. 6. Определение расчётных гидрологических характеристик СНИП 2.01.14-83. – М. : Госкомитет СССР по делам строительства, 1983. – 97 с. 7. Рождественский А. В. Оценка точности гидрологических расчётов / Рождественский А. В., Ежов А. В, Сахарюк А. В. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – С. 276.

Паводковий стік в холодний період року на території басейну р. Ріка та його розрахункові характеристики

Баужа Т. О.

Дана оцінка результатам багаторічних спостережень за максимальним стоком холодного періоду в басейні р. Ріка. Виконано оцінку однорідності та стаціонарності рядів спостережень паводкового стоку за сумарною інтегральною кривою, за

статистичними критеріями Фішера та Стьюдента та за статистичною значимістю лінійних трендів. Розраховано та проаналізовано статистичні параметри для всіх пунктів спостереження.

Ключові слова: зміни клімату; малі гірські водозбори; стаціонарність; паводковий стік.

Паводочный сток в холодный период года на территории бассейна реки Рика и его расчетные характеристики

Баужа Т.А.

Дана оцeнка результатам многолетних наблюдений за максимальным стоком холодного периода в бассейне реки Рика. Выполнена оценка однородности и стационарности рядов наблюдений паводкового стока по суммарной интегральной кривой, по статистическим критериям Фишера и Стьюдента и по статистической значимости линейных трендов. Рассчитаны и проанализированы статистические параметры для всех пунктов наблюдения.

Ключевые слова: изменения климата; малые горные водосборы; стационарность; паводочный сток.

Flood flow during the cold period in the Rika River Basin and its calculated characteristics

Bauzha T.O.

The estimation of the results of the long-term observations of the maximum flow during the cold period in the Rika River Basin is presented. The estimation of the homogeneity and stationarity of the series of observations of the flood flow is carried out by methods: the total integral curve, the statistical criteria the Fisher and the Stjudent and of the statistical significance of the linear trends. Statistical parameters for all points of observation are calculated and analyzed.

Keywords: climate change; small mountain catchments; stationary; flood flow.

Надійшла до редколегії 28.09.2012

УДК 556.531.631.62 (477)

Холоденко В. С.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЗАСТОСУВАННЯ НЕПАРАМЕТРИЧНИХ СТАТИСТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ОДНОРІДНОСТІ РЯДІВ СЕРЕДНЬОРІЧНИХ ВИТРАТ ВОДИ, МАКСИМАЛЬНИХ ТА МІНІМАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ ДЛЯ РІЧОК ПРИП'ЯТСЬКОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Ключові слова: статистичні критерії; однорідні ряди; річки; витрата води; швидкість течії

Вступ. Зміни основних характеристик режиму річки, а саме – середньорічних витрат води, є важливою ознакою у гідрологічних дослідженнях. Витрата води визначає інші елементи водного режиму річки,

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

зокрема, і швидкість течії потоку. За останні десятиліття найбільше зазнали змін норма стоку та швидкості течії річок, особливо на рівнинних річках України, зокрема, у Прип'ятському Поліссі України (зарегулювання стоку ставками, водосховищами, спрямлення русел річок, будівництво доріг, каналів, надмірне розорювання земель, зміна клімату, опадів тощо). На це вплинули, як природні, так і антропогенні фактори.

Головним природним фактором змін основних характеристик річки є клімат. На сьогодні зміни клімату є однією з найважливіших проблем у світі [1]. З другої половини минулого століття почалося різке потепління клімату, яке призвело до зниження середньорічних витрат води та зменшення швидкостей течії на річках Прип'ятського Полісся України. Але, антропогенне навантаження на басейни річок дещо вирівняло величину стоку та швидкості течії потоку [2].

Аналіз останніх досліджень. Будь-які гідрологічні дослідження потребують впорядкованості даних, тобто оцінки їх однорідності та достовірності. Їх відсутність створює великі труднощі у дослідженнях. Значна частина літературних джерел [3–5] акцентує увагу на окремих аспектах досліджень однорідності рядів, модельних оцінках, які, в результаті, є мінливими і створюють неспівпадіння модельних оцінок з даними спостережень, ступінь довіри до змін характеристик стоку річок залишається невисоким. Похибки можуть бути настільки суттєвими, що іноді виявляється неможливим не тільки оцінити швидкість змін, які спостерігаються, але й навіть встановити сам факт їх наявності [3, 5].

З огляду на викладене, можна зробити висновок, що для однорідності рядів спостережень за змінами норми стоку (середньорічна витрата води за багаторічний період) та інших характеристик режиму річки доцільно використовувати непараметричні статистичні критерії оцінки. Однак, коли ряди спостережень невеликі, тобто $n < 20$ – використовуються параметричні статистичні критерії.

Методика дослідження. Однорідність рядів спостережень оцінено за непараметричними статистичними критеріями (Вілкоксона – W , Ван дер Вандера – X , Сіджела-Тьюка – S , серійним критерієм – Q , критерієм Колмогорова-Смірнова – λ^2) та параметричним статистичним критерієм (Стюдента).

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети виконано наступні завдання:

- сформовано банк вихідних даних за середньорічними витратами води, максимальними та мінімальними швидкостями течії води на річках Прип'ятського Полісся України;
- вибрано підхід щодо застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів спостереження за досліджуваними характеристиками;
- здійснено оцінку однорідності рядів спостереження за досліджуваними характеристиками.

Результати дослідження. 1. Під час формування банку вихідних даних рядів спостереження, виконано наступні дії: проаналізовано детальний опис річищ та гідрологічних постів (за гідрологічними щорічниками та паспортами малих річок); визначено, доступними засобами, швидкість течії руслового потоку (за гідрологічними щорічниками до 1974 року, таблиця “Виміряні витрати води”, за наступні роки – архів Центральної геофізичної обсерваторії Гідрометслужби України у формах таблиць ТГ-8); максимально використані багаторічні дані вимірів стаціонарних пунктів спостережень за водним режимом (матеріали Центральної геофізичної обсерваторії Гідрометслужби України та матеріали Державного водного кадастру).

Для оцінки однорідності рядів спостереження за середньорічними витратами води, максимальними та мінімальними швидкостями течії річкового потоку сформовано банк вихідних даних рядів спостереження за трьома характеристиками – середньорічна витрата води, максимальні та мінімальні швидкості течії води.

Однорідність рядів спостереження досліджено на десяти річках (рр. Прип’ять, Вижівка, Тур’я, Стохід, Вирка, Стир, Случ, Уборть, Тня, Смолка) Прип’ятського Полісся України.

У зв’язку із значною зміною норми стоку та швидкостей течії води у ХХ-ХХІ сторіччях, ряд спостережень на річках був поділений на дві сукупності. Для дослідження обрано два періоди спостережень – з 1945–1994 рр. та з 1994-2004 рр., так як, цей період дослідження, зорієнтований на природний статус річок, властивий їм за умов відсутності чи незначного впливу людської діяльності. Тобто він найбільш наближений до природного екологічного стану, і досліджувані гідрологічні характеристики найменше змінені господарською діяльністю людини, тому це позитивно вплине на оцінку однорідності вибірок [9].

Алгоритм розрахунків дослідження включає методи математичного аналізу: математичні та статистичні методи обробки результатів спостереження. А саме, непараметричні статистичні критерії Вілкінсона (W), Ван дер Вардена (X), модифікація критерію W , яка запропонована Сіджелом і Тьюкі (S -критерій), серійний критерій (Q) та критерій Колмогорова – Смирнова (λ^2).

2. Нині для оцінки статистичної значущості наявності тренду, зазвичай, розглядають ймовірність нульової гіпотези, тобто ймовірність того, що коефіцієнт лінійного тренду дорівнює нулю ($a = 0$). Для цього відношення $a / \sigma a$ порівнюють із табличним значенням розподілу Стьюдента для заданого рівня значущості та числа ступенів вільності, яке дорівнює 2 (де σa – вибіркова мінливість коефіцієнта тренду; N – число років у часовому відрізку, що розглядають). Критичною умовою, за якою нульова гіпотеза відхиляється, найчастіше є умова $a / \sigma a \geq 2$, що відповідає рівню значущості $\sim 95\%$ [3, 5].

Для цього були використані значення середніх витрат води за багаторічний період та значення максимальних та мінімальних швидкостей течії річки. У всіх вибірках обсяги m та n більше 10 років.

Непараметричними називають критерії, використання яких не вимагає попереднього визначення оцінок невідомих параметрів розподілу і, навіть, наближеного закону розподілу ознаки. Вони можуть бути застосовані під час аналізу однорідності рядів, які мають переважно асиметричний розподіл [6].

Отже, прийняття нульової гіпотези H_0 означає, що дані вибірки не суперечать припущенню про відсутність відмінностей між ними. Відкидання гіпотези означає, що емпіричні дані несумісні з H_0 , а вірною є інша альтернативна гіпотеза H_1 . Зазвичай при перевірці однорідності рядів α приймають 0,05 (5%), більш рідко 0,01 (1%) та 0,10 (10%).

Результати оцінки однорідності рядів спостереження за багаторічною витратою, максимальними та мінімальними швидкостями течії води представлені у вигляді таблиці 1. Згідно таблиці 1, якщо дані вибірки однорідні, то приймається нульова гіпотеза (H_0), якщо вибірка неоднорідна, то вірною є інша альтернативна гіпотеза (H_1).

За Критерієм Вілкоксона (W) виявляються відмінності в центральних тенденціях двох вибірок. У нашому випадку рівень значущості буде дорівнювати - $W > W(\alpha)$, де $W(\alpha)$ – критичне значення статистики Вілкоксона – 1,96; W – значення критерію для меншої вибірки. Рівень значущості відповідає $\alpha=0,05$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) відхиляється за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для річок Прип'ять і Стохід. Для річок характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка відбувається через низку причин. По-перше, для Прип'яті біля с. Річиця спостерігаються ополонки. В річку скидаються стічні води осушувальної системи. Забір води в промисловості і комунальному водопостачанні в рік складає 58 тис. м³, скид води в річку – 47 тис. м³, загальний об'єм ставків складає 8,3 млн. м³. На 52 км вище поста, біля с. Почапи Залуховські на річці Прип'яті біля с. Любязь, є гребля гідровузла. При закритті щитів греблі вода потрапляє у Виживський канал, який є джерелом води для Дніпро-Бузького каналу, нижче гідровузла річка пересихає і перетворюється на декілька розкиданих озерних плес. На ділянці річки від с. Почапи до с. Любязь, в межень, навіть при відкритих щитах греблі – течії немає. В річку скидаються води осушувальної системи.

Отже, антропогенний фактор впливу зарегульованості стоку на р. Прип'ять, який приводить до збільшення стоку (особливо меженного), вторинного заболочування, заростання русла і заплави, уповільнення процесів стікання води (швидкостей течії) підтверджують М. Ю. Калінін і О. Г. Ободовський [7]. Всі ці особливості впливають на однорідність даних двох вибірок.

По-друге, для річки Стохід біля с. Малинівка річище каналізоване, дно мулисто-піщане, береги висотою 1,0-1,5 м, задерновані. На гідрологічний режим впливає робота насосної станції, яка розміщена в 1,5 км вище поста. Річка є водоприймачем осушувальних систем. Отже, вище згадані причини, дають підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної.

Таблиця 1. Оцінка однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних швидкостей та мінімальних швидкостей течії за непараметричними статистичними критеріями для річок Прип'ятського Полісся України, за 1945-1994 рр. та 1994-2004 рр.

Назва річки, гідрологічного посту	За критерієм Вилкоксона (W)				За критерієм Ван дер Вандера (X)				За критерієм Сіджеля-Тьюкі (S)				За серійним критерієм (Q)				За критерієм Колмогорова-Смірнова (λ^2)			
	За макс-мальною швидкістю витратою (V_{max})		За міні-мальною швидкістю (V_{min})		За макс-мальною швидкістю витратою (V_{max})		За міні-мальною швидкістю (V_{min})		За макс-мальною швидкістю витратою (V_{max})		За міні-мальною швидкістю (V_{min})		За макс-мальною швидкістю витратою (V_{max})		За міні-мальною швидкістю (V_{min})		За макс-мальною швидкістю витратою (V_{max})			
	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)	За середньо-річною витратою ($Q_{сер}$)		
Прип'ять – с. Річиця	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀		
Прип'ять – с. Любязь	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀		
Вижівка – с. Стара Вижівка	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀		
Тур'я – с. Ягідне	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Тур'я – м. Ковель	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Стохід – с. Малинівка	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁		
Вирка – с. Сварині	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Случ – с. Громада	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Тня – с. Броники	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Смолка – с. Суєли	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Уборть – с. Рудня Іванівська	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀		
Уборть – с. Перга	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		
Уж – м. Коростень	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀		

Для інших річок (Вижівка, Тур'я, Вирка, Случ, Тня, Смолка, Уборть, Уж) – вибірки є однорідними, нульова гіпотеза не відхиляється від альтернативи (H_1).

За Критерієм Ван дер Вандера (X) оцінка однорідності рядів є більш потужною та чутливою у порівнянні з критерієм Стьюдента, коли відомо, що розподіли явно відрізняються від нормального. У нашому випадку рівень значущості буде дорівнювати – $|X| > X(\alpha)$, де $X(\alpha)$ – критичне значення статистики X -критерію, яке визначається за таблицями і враховує значення обсягу об'єднаної вибірки N та різницю обсягів m та n ; $|X|$ – значення критерію для меншої вибірки. Рівень значущості відповідає $\alpha=0,05$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) відхиляється за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для річки Уборть біля с. Рудня Іванівська. Для річки характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка відбувається через те, що річище звивисте, на окремих ділянках заростає водною рослинністю, в районі поста – каналізоване. В басейні річки до створу поста є 13 ставків загальною площею 151 га і загальним об'ємом в межень 1,8 млн. куб. м. Ставки використовуються для господарських потреб. Ці причини, дають підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної. Необхідно відмітити, що за характеристикою ($V_{сер.min}$) для більшості річок (9 з 13) нульова гіпотеза (H_0) відхиляється і вибірки є неоднорідними. Краща ситуація з характеристикою ($V_{сер.max}$), нульова гіпотеза (H_0) якої відхиляється, для річок (6 з 13) вибірки є неоднорідними (табл. 1).

За Критерієм Сіджела-Тьюкі (S) - ця модифікація називається S -критерієм. За його допомогою порівнюють дві вибірки по відхиленням, залишаючи без уваги їх середні значення. У випадку, коли дисперсії (стандартні відхилення) двох вибірок будуть однаковими – ці вибірки будуть однорідними [8]. Оцінюємо значення функції, оберненої до нормального розподілу при рівні значущості $\alpha=0,05$. Порівнюємо відхилення U та значення функції $\Psi(1-\alpha/2)=\Psi(0,975)$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для річки Прип'ять біля с. Любязь і за ($Q_{сер}$) - для річки Прип'ять біля с. Річиця. Для всіх інших річок відбувається характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, а саме, квадратичні відхилення вибірок є неоднорідними, які пов'язані з вище розглянутими причинами (табл. 1).

За серійним критерієм (Q) дві вибірки, що порівнюються належать одній генеральній сукупності. Отже, можна припустити, що в об'єднаній і впорядкованій за зростанням виборці, елементи кожної з двох вихідних вибірок повинні чергуватися. Оцінюємо значення функції, оберненої до нормального розподілу при рівні значущості $\alpha=0,05$. Порівнюємо відхилення U та значення функції $\Psi(1-\alpha/2)=\Psi(0,975)=1,96$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за характеристикою ($Q_{сер}$) для всіх річок, окрім Уборті біля с. Рудня Іванівська, а за характеристиками ($V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для більшості річок

нульова гіпотеза (H_0) відхиляється, і є підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної. Відбувається характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка пов'язана з вище розглянутими причинами (таблиця 1).

За критерієм Колмогорова-Смірнова (λ^2), який базується на порівнянні вибірок (рядів) накопичених частот двох сукупностей. При великих обсягах вибірок ($m, n > 100$), визначену різницю D (максимальне значення $|F_j(x) - F_j(y)|$, де $F_j(x)$ і $F_j(y)$ відносні накопичені частоти) порівнюють з величиною λ_2 . Для заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$ порівнюють одержане $\lambda^2 > \lambda^2(\alpha)$, тобто перевіряють умову $\lambda^2 > 1,84$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для більшості річок, окрім Уборті біля с. Рудня Іванівська, Вижівки біля с. Стара Вижівка і Прип'яті біля с. Любязь для ($V_{сер.max}$), за характеристиками ($Q_{сер}$) для річки Вижівки біля с. Стара Вижівка, і за характеристиками ($V_{сер.min}$) для річки Стохід (таблиця 1).

3. Розрахункова основа оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії за непараметричними статистичними критеріями для річок Прип'ятського Полісся України включає статистичну обробку даних, яку можна здійснити у програмному пакеті EXAL.

Непараметричні критерії можна об'єднувати у три групи. Критерії першої групи (Вілкінсона (W) та критерій Ван дер Вандера (X)) виявляють відмінності в центральній тенденції, але ігнорують відмінності у відхиленнях сукупностей, які порівнюють. Критерії другої групи (модифікація критерію W , яка запропонована Сіджелом і Тюокі (S -критерій)) визначають відмінності у відхиленнях, але залишають без уваги відмінності в центральній тенденції. Критерії третьої групи (серійний критерій (Q) та критерій Колмогорова-Смірнова (λ^2)) виявляють відмінності в характері розподілу, але не вказують, у чому саме вони полягають.

Отже, зазначені критерії застосовують, якщо постає завдання про порівняння двох сукупностей за вибірками, які одержані на одному об'єкті, але в різний час. Нульова гіпотеза для критеріїв першої групи формулюється як $H_0: \mu\zeta = \mu\eta$, де $\mu\zeta$ та $\mu\eta$ – характеристики центрів розподілу випадкових величин ζ та η відповідно, реалізаціями яких є вибіркові значення X та Y . Альтернативною гіпотезою буде $H_1: \mu\zeta \neq \mu\eta$. Нульова гіпотеза для критеріїв другої групи формулюється як $H_0: \sigma x^2 = \sigma Y^2$, де σx^2 та σY^2 – дисперсії (стандартні відхилення) двох вибірок. Альтернативною гіпотезою буде $H_1: \sigma x^2 \neq \sigma Y^2$. Нульова гіпотеза для критеріїв третьої групи формулюється як $H_0: F(X) = F(Y)$, де $F(X)$ та $F(Y)$ – накопичені відносні частоти відповідних вибірок X та Y . Альтернативною буде $H_0: F(X) \neq F(Y)$.

Для статистичного обґрунтування значущості можуть бути побудовані тренди застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів.

Висновки. Результати порівняння сукупностей наведено в таблиці 1, із якої випливає, що нульова гіпотеза не відхиляється за більшістю статистичних критеріїв для норми стоку, за винятком одного S-критерію. Він свідчить на неоднорідність двох сукупностей, які складають ряд спостережень, тобто вказує на статистичну значущість трендів (норми стоку).

На відміну від середньорічної витрати води, характеристики максимальних та мінімальних швидкостей течії води є більш чутливими до змін у річках, тому їх однорідність рядів спостереження доцільно оцінювати як за непараметричними, так і за параметричними критеріями. Це дасть змогу виявити більше чинників, які впливають на зміну однорідності ряду спостереження. Для річок Прип'ятського Полісся України, доцільно проводити оцінку однорідності рядів спостереження за гідрологічними характеристиками, використовуючи, по можливості, всі непараметричні критерії. Так як, кожен критерій оцінки однорідності ряду вказує на різні ознаки між сукупностями, то він може бути вирішальним при виборі даних для спостереження.

Таким чином, із викладеного, можна зробити висновок про можливість та доцільність застосування непараметричних статистичних критеріїв однорідності рядів для оцінки статистичної значущості наявності даних, які виявлені за спостереженнями на конкретних річках Прип'ятського Полісся України. Чим більша загальна вибірка обсягу спостережень, тим точніше оцінюється однорідність, чи не однорідність рядів спостережень.

Список літератури

1. Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы II / Ю. А. Израэль, С. М. Семенов, О. А. Анисимов [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 9. – С. 5–13.
2. *Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління* : підручник для студентів ВНЗ / [А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк]. – К. : Генеза, 2007. – 360 с.
3. *Тюрин Ю. Н.* Непараметрические методы статистики / Ю. Н. Тюрин. – М. : Знание, 1978. – 64 с.
4. *Тарасова В. В.* Екологічна статистика : підручник / В. В. Тарасова. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
5. Науково-теоретичний, науково-практичний журнал / О.І. Галік, А.М. Рокочинський, Т.В. Олексик та ін. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – №1. – С. 96-99.
6. Сучасні зміни клімату та їх прояви від глобального до регіонального рівнів / М.І. Ромащенко, А.М. Рокочинський, О.І. Галік [та ін.] // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2007. – Вип. 32. – С. 65–79.
7. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина. и А. Г. Ободовского– Минск : БЕЛСЭНС, 2003. – 269 с.
8. *Мостеллер Ф.* Анализ данных и регрессия. / Ф. Мостеллер, Дж. Тьюки. – М. : Финансы и статистика, 1982. – Вып.1 – 224 с., Вып. 2 – 240 с.

Застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України

Холоденко В.С.

Обґрунтовується можливість та доцільність застосування непараметричних статистичних критеріїв для оцінки значущості наявності трендів, які виявлені за даними спостережень середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України.

Ключові слова: статистичні критерії; однорідні ряди; річки; витрата води;

швидкість течії.

Применение непараметрических статистических критериев оценки однородности рядов среднегодовых расходов воды, максимальных и минимальных скоростей течения воды для рек Припятского Полесья Украины

Холоденко В.С.

Обосновывается возможность и целесообразность применения непараметрических статистических критериев оценки значимости наличия трендов, выявленных по данным наблюдений среднегодовых расходов воды, максимальных и минимальных скоростей течения воды для рек Припятского Полесья Украины.

Ключевые слова: *статистические критерии; однородные ряды; реки; расход воды; скорость течения.*

Nonparametric of statistical criteria evaluation homogeneity series observations of the average annual water consumption, maximum and minimum flow velocity of water for rivers Prypyat Polissya Ukraine

Kholodenko V.S.

Substantiated the possibility and expediency of using nonparametric statistical criteria to assess the significance of the presence of trends that are identified according to the observations of the average annual water consumption, maximum and minimum flow velocity of water for rivers Prypyat Polissya.

Keywords: *statistical criteria; uniform numbers; rivers; water flow; flow velocity.*

Надійшла до редколегії 11.05.2012

УДК 556.114:556.531(282.247.3)

Жежеря В.А., Линник П.М.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

СПІВІСНУЮЧІ ФОРМИ МЕТАЛІВ У ВОДІ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Ключові слова: алюміній; ферум; купрум; форми знаходження; р. Південний Буг

Постановка та актуальність проблеми. Важливість вивчення співіснуючих форм металів у воді поверхневих водних об'єктів зумовлена їхньою різною міграційною рухливістю, токсичністю та біодоступністю. Зазвичай, під час оцінки ступеня забруднення поверхневих вод ме талами більшість дослідників використовують загальну концентрацію металу, яка не надає вичерпної інформації щодо вище зазначених характеристик. Відомо, що в поверхневих водах Al(III), Fe(III) і Cu(II) можуть перебувати в розчиненому, колоїдному і завислому стані. Знаходження металів у розчинній формі, на відміну від завислої форми, збільшує їхню міграційну рухливість у водному середовищі. Окрім цього, від форми знаходження металу в розчиненому стані залежить його біодоступність та токсичність. До найтоксичніших сполук Al(III) і Cu(II) слід віднести їхні вільні іони та гідросокомплекси [9–11, 16]. Однак, Cu(II) окрім токсичних властивостей відіграє важливу роль у розвитку гідробіонтів, оскільки входить до складу багатьох ферментів [10, 11]. Встановлено, що за дефіциту феруму у воді, який відносять до біогенних елементів, спостерігається пригнічення розвитку фітопланктону [17].

Слід зазначити, що у водному середовищі за певних умов відбувається трансформація розчинної форми металу в завислу і навпаки. Токсичність і біодоступність досліджуваних металів істотно зменшується за рахунок утворення комплексних сполук як з неорганічними (фторид-, фосфат-, сульфат-, силікат-, карбонат-іонами), так і з органічними лігандами (гумусовими речовинами (ГР), оксикарбоновими кислотами, білковоподібними речовинами (БПР), вуглеводами) [9–11, 16].

Для водойм рибогосподарського призначення гранично допустима концентрація Al(III), Fe(III) і Cu(II) у воді з розрахунку на іонну форму металу становить відповідно 36, 300 і 1 мкг/дм³ [1, 3].

Метою роботи було дослідження співіснуючих форм Al(III), Fe(III) і Cu(II) у воді р. Південний Буг.

Матеріали та методи дослідження. Відбір проб води з р. Південний Буг (поблизу м. Хмельницького) здійснювали протягом 2011 р. із поверхневого шару (~0,5 м) не рідше одного разу за сезон. Для встановлення маси завислих речовин і концентрації завислої форми досліджуваного металу використовували метод мембранної фільтрації. Для цього пробу води об'ємом 1,0–1,5 дм³ пропускали крізь мембранний фільтр “Synproг” (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм. Масу зависі визначали за різницею між масою фільтра із зависсю, висушеного при кімнатній температурі до постійної маси, та масою самого фільтра. Концентрацію досліджуваних металів у складі завислих речовин вимірювали після “мокрого спалювання” фільтра із зависсю в суміші концентрованих кислот градації “х. ч.” (відповідно 2,0 см³ HNO₃ і 1,0 см³ H₂SO₄) [4].

Вміст розчинного Al(III), Fe(III) і Cu(II) у фільтраті води визначали після фотохімічної деструкції розчинених органічних речовин (РОР). Для цього фільтрат води об'ємом 20,0–40,0 см³ вносили у кварцеву склянку і підкислювали концентрованою H₂SO₄ (х. ч.) для досягнення рН 1,0–1,5, а також додавали 5–6 краплин 35%-ного розчину H₂O₂ і опромінювали УФ-світлом (ртутно-кварцева лампа ДРТ-1000) протягом 2,0–2,5 годин.

Розподіл Al(III), Fe(III) і Cu(II) серед комплексних сполук з РОР різної хімічної природи досліджували методом іонообмінної хроматографії з використанням іонообмінних целюлоз, який дозволяє отримувати кислотну або аніонну, оснóвну або катіонну і нейтральну фракції [8, 14]. До складу кислотної фракції входять переважно ГР, тоді як оснóвна і нейтральна фракції містять в основному БПР і вуглеводи. Для встановлення молекулярної маси комплексних сполук Al(III), Fe(III) і Cu(II) з РОР аніонної фракції застосовували метод гель-хроматографії з використанням скляної колонки, яка була заповнена TSK-гелем HW-50F (Японія) [8]. Вміст досліджуваних металів у складі комплексів з РОР різної хімічної природи, а також у кожній із фракцій після гель-хроматографічного розділення РОР кислотної фракції визначали після фотохімічної деструкції РОР.

Концентрацію Al(III) і Fe(III) визначали фотометричним методом з використанням відповідно хромазуолу S і о-фенантроліну, а Cu(II) – хемілюмінесцентним методом [2, 12, 13]. Кольоровість води встановлювали за дихроматно-кобальтовою шкалою (Cr-Co-шкалою) [2].

Результати досліджень та їх обговорення. Річка Південний Буг бере свій початок на Подільській височині, а впадає у Бузький лиман Чорного моря. У Південному Бузі розмежовують три ділянки, а саме верхню, середню та нижню течію. В першій з них річка протікає крізь заболочену долину, у середній течії – через каньйон з гранітними берегами, а для нижньої течії характерна заплава, яка розчленована протоками, рукавами, старицями. Довжина річки 806 км, а площа басейну – 63,7 тис. км². Тип живлення – змішаний, але з переважанням снігового та дощового. Для Південного Бугу характерне виражене весняне водопілля і дощові паводки протягом року. На річці збудовано каскад водосховищ [5]. Загальна концентрація феруму і купруму протягом 1996–2006 рр. коливалась в межах відповідно 0,0–1,81

мг/дм³ і 0,0–30,0 мкг/дм³, а величина кольоровості становила 7–48° Pt-Co-шкали. Вміст завислих речовин знаходився в широкому інтервалі – від 1 до 118 мг/дм³ [6]. Щодо досліджень вмісту Al(III) у воді р. Південний Буг варто зазначити, що вони практично не проводилися раніше.

Як показують результати наших досліджень (табл.), загальна концентрація Al(III), Fe(III) і Cu(II) у воді р. Південний Буг знаходилась в таких межах: 17,6–142,5, 146,0–805,4 і 13,6–39,4 мкг/дм³. Слід зазначити, що у воді досліджуваного водного об'єкта Al(III) мігрує переважно у завислій формі, частка якої становить 76,1–86,3%. Однак і в розчиненому стані його частка інколи досягає 60,8–96,9%, зокрема за дуже низьких величин вмісту зависі (див. табл.). Окрім цього, на вміст завислого Al(III) впливає не лише маса завислих речовин, а також їхня природа, що нами було встановлено раніше для інших водних об'єктів [7, 8]. Ферум, на відміну від Al(III) і Cu(II), постійно домінував у завислій формі, частка якої становила 58,1–91,3%. Cu(II), навпаки, мігрує головним чином у розчинній формі, відносний вміст якої становив 83,0–96,3% (табл. 1).

Таблиця 1. Сезонні зміни кольоровості води, вмісту завислих речовин, загальної концентрації металів (заг) та частки їх завислої (зав) і розчинної (розч) форм у воді р. Південний Буг, 2011 р.

Да ти	К	Маса зависі, мг/дм ³	Al _{заг} , мкг/д м ³	Al _{зав} , %	Al _{розч} , %	Fe _{заг} , мкг/дм ³	Fe _{зав} , %	Fe _{розч} , %	Cu _{заг} , мкг/д м ³	Cu _{зав} , %	Cu _{розч} , %
IV	11,0	1,4	17,6	39,2	60,8	146,0	86,1	13,9	14,1	17,0	83,0
VII	18,5	0,3	138,3	3,1	96,9	248,0	58,1	41,9	13,6	10,3	89,7
IX	39,0	7,5	44,8	78,6	21,4	613,0	65,1	34,9	26,6	7,5	92,5
X	15,7	14,9	142,5	76,1	23,9	805,4	91,3	8,7	39,4	14,2	85,8
XII	11,9	2,3	55,6	86,3	13,7	398,5	61,4	38,6	21,7	3,7	96,3

Примітка: К – кольоровість води у градусах Cr-Co-шкали, у стовпчику “Дати” зазначено місяці відбору проб води.

Концентрація розчинного Al(III), Fe(III) і Cu(II) у воді р. Південний Буг знаходилась в наступних межах: 7,6–134,0, 20,3–214,0 і 11,7–33,8 мкг/дм³. У розчиненому стані Al(III), Fe(III) і Cu(II) на 43,5–97,6, 11,9–84,4 і 46,7–78,0% входять до складу комплексних сполук з РОР кислотної фракції, тобто з органічними речовинами гумусової природи (рис. 1). В той же час частка Al(III), Fe(III) і Cu(II) у складі комплексних сполук з РОР основної та нейтральної фракцій становила відповідно 2,0–19,4, 3,2–38,1 і 4,3–20,9 та 0,4–37,1, 0,0–84,9 і 10,6–44,0% (див. рис. 1).

За своїм вмістом у більшості поверхневих водних об'єктів ГР превалюють над іншими групами РОР, зокрема і над БПР і вуглеводами [15]. Тому досліджувані нами метали часто зв'язані в комплекси саме з ГР, оскільки утворюють міцні сполуки з ними. Проте, Al(III), Fe(III) і Cu(II) можуть конкурувати за центри зв'язування у макромолекулах ГР, що може бути причиною перерозподілу металів між комплексами з іншими групами РОР. Це, зокрема, стосується феруму.

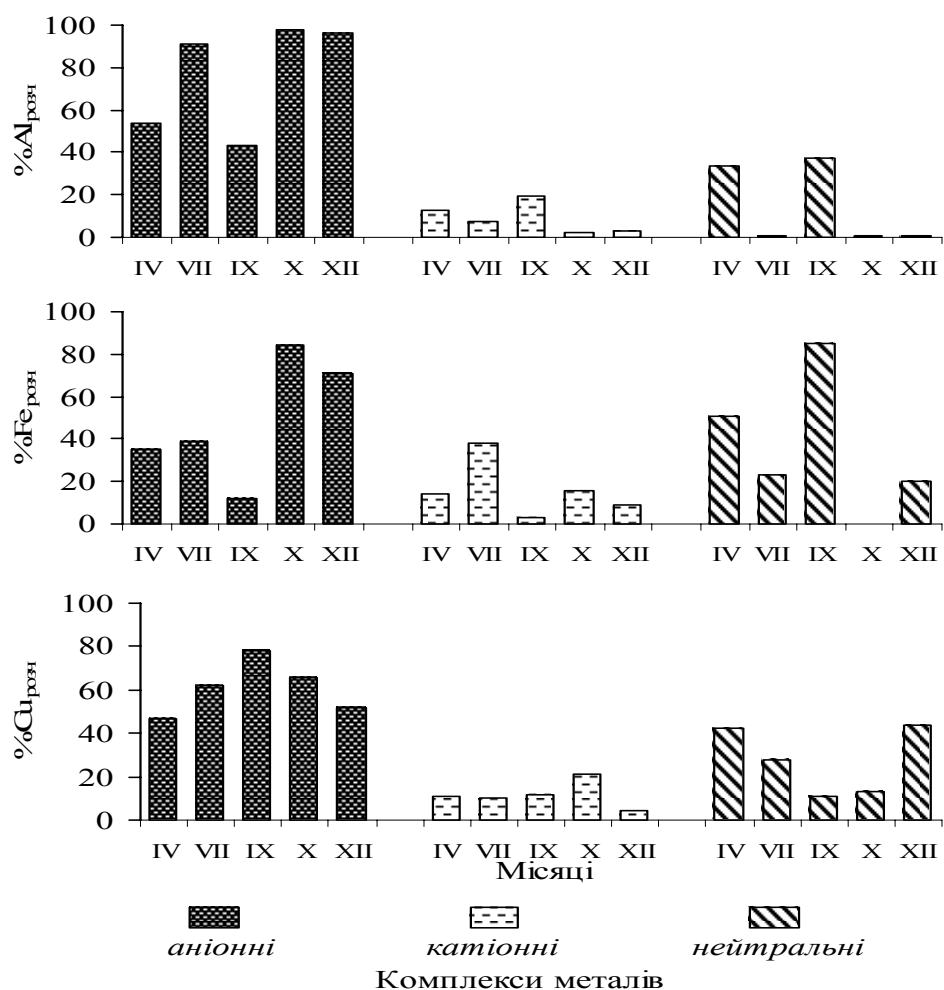


Рис.1. Розподіл металів між комплексними сполуками з РОР різної хімічної природи у воді р. Південний Буг

У воді р. Південний Буг Al(III) і Cu(II) у більшості випадків входили до складу комплексів з ГР, що підтверджується і середньорічними величинами часток цих металів у складі зазначених комплексів, які становлять відповідно 76 і 60%, тоді як частка Fe(III) – лише 48% (рис. 2). Відносний вміст Fe(III) у складі нейтральної фракції РОР, на відміну від Al(III) і Cu(II), знаходився в ширших межах – 0,0–84,9%. За середньорічними величинами його частка становила 36%, тоді як відповідна частка Al(III) і Cu(II) досягала лише 15 і 28% (див. рис. 1; 2). Це підтверджує гіпотезу про те, що Al(III) і Cu(II) конкурують із Fe(III) за центри зв'язування в макромолекулах ГР.

У сезонному аспекті спостерігалось збільшення частки Cu(II) у складі комплексних сполук з РОР гумусової природи з одночасним збільшенням концентрації самих ГР, про що свідчить опосередкований показник їхнього вмісту – кольоровість води (див. табл. і рис. 1). Для Al(III) і Fe(III) таких сезонних змін не спостерігалось.

Знаходження Al(III), Fe(III) і Cu(II) головним чином у складі комплексних сполук з РОР аніонної природи спонукало нас до вивчення їхнього молекулярно-масового розподілу, оскільки саме низькомолекулярні

комплекси металів ($\leq 2,0$ кДа) потенційно здатні проникати до клітин живих організмів та зумовлювати їхню біоаккумуляцію [18].

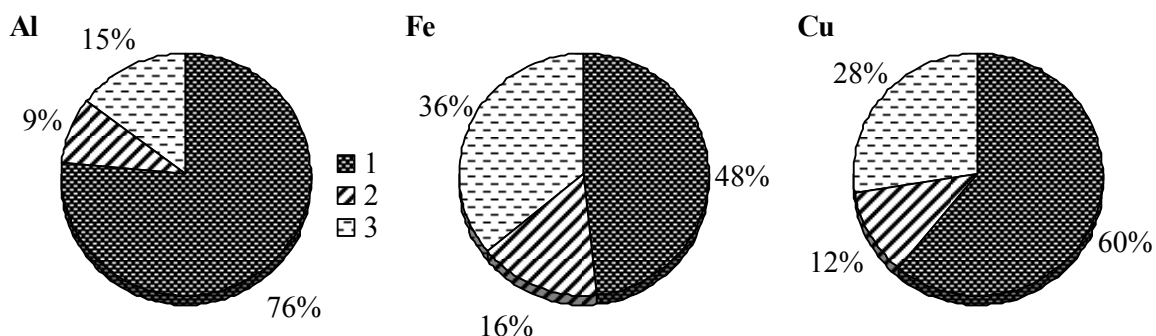


Рис. 2. Співвідношення різних за хімічною природою комплексів металів у воді р. Південний Буг (за середньорічними величинами).
1 – аніонні, 2 – катіонні, 3 – нейтральні комплекси металів.

Протягом досліджуваного періоду частка комплексів Al(III), Fe(III) і Cu(II) з РОР аніонної природи, молекулярна маса яких не перевищує 2,0 кДа, знаходилася в межах відповідно 67,5–74,3, 48,0–67,7 і 55,5–74,5% (рис. 3).

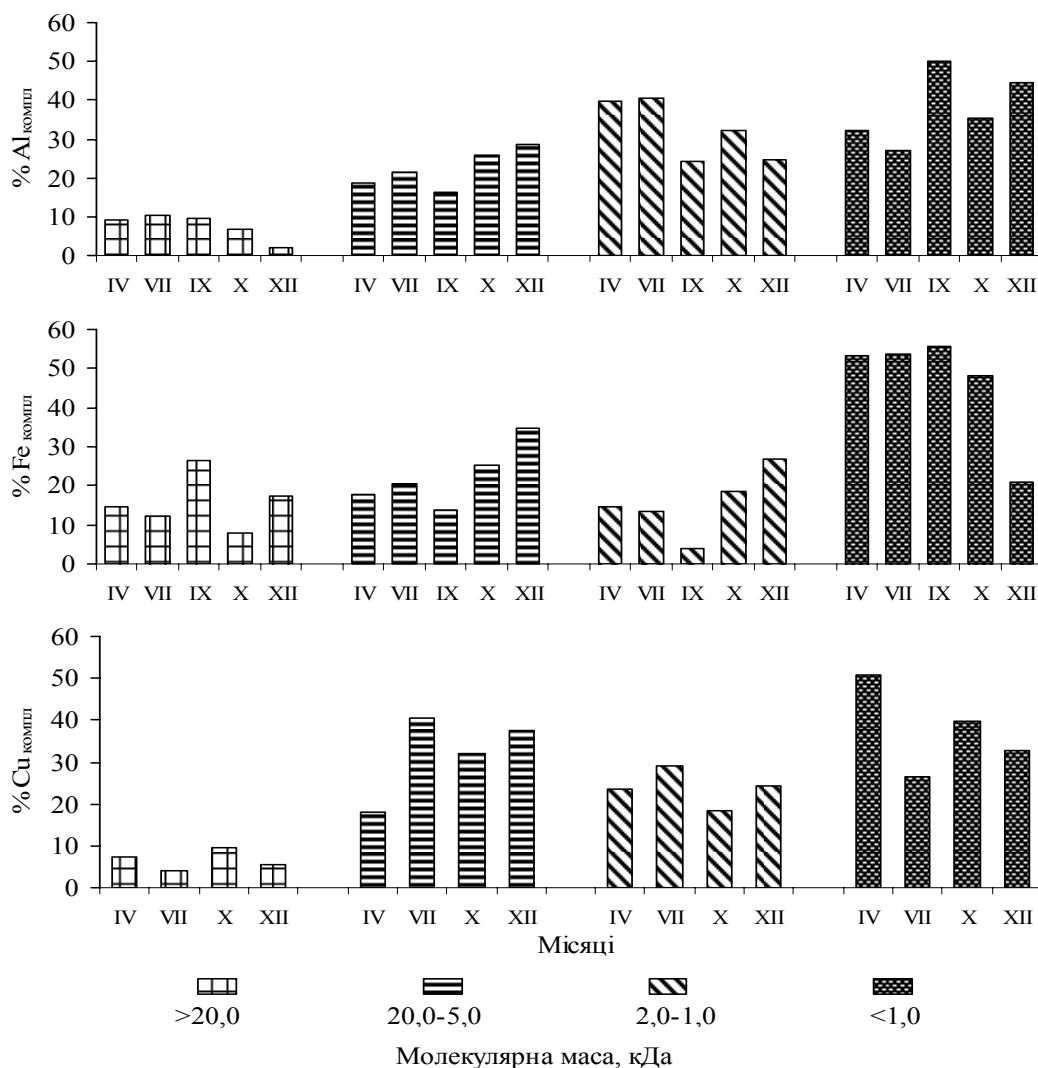


Рис. 3. Розподіл металів між комплексними сполуками з РОР кислотної групи, що характеризуються різною молекулярною масою, у воді р. Південний Буг

В той же час, у липні і грудні відбувалось збільшення частки комплексних

сполук Cu(II) з РОР аніонної природи з молекулярною масою 20–5 кДа, яка знаходилася в інтервалі величин 37,4–40,5%, тоді як частка таких же комплексних сполук Al(III) і Fe(III) становила відповідно 16,1–28,8 і 14,0–34,6% (рис. 3). Це свідчить про різну комплексоутворювальну здатність окремих фракцій ГР, що відрізняються за молекулярною масою, стосовно досліджуваних металів.

Незважаючи на те, що в окремі місяці відбувається збільшення частки високомолекулярних комплексних сполук металів з РОР аніонної природи, однак загалом домінують низькомолекулярні комплекси металів ($\leq 2,0$ кДа), про що свідчать середньорічні величини. Частка цих комплексів для Al(III), Fe(III) і Cu(II) становить відповідно 70,2, 61,9 і 61,3% (рис. 4).

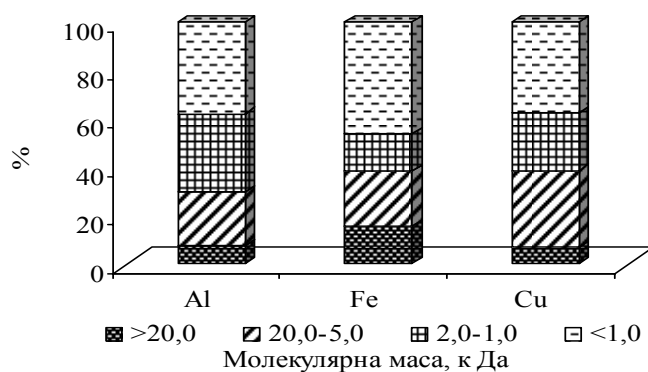


Рис. 4. Співвідношення різних за молекулярною масою комплексних сполук металів з РОР кислотної групи у воді р. Південний Буг (за середньорічними величинами)

Висновки. У воді р. Південний Буг загальна концентрація Al(III), Fe(III) і Cu(II) знаходилася в межах 17,6–142,5, 146,0–805,4 і 13,6–39,4 мкг/дм³. Встановлено, що для Al(III) і Fe(III) характерне домінування у завислому стані – відповідно 76,1–86,3 і 58,1–91,3%, але зменшення вмісту завислих речовин зумовлює зниження концентрації та частки завислого Al(III). Купрум, на відміну від Al(III) і Fe(III), протягом досліджуваного періоду завжди домінував у розчинній формі, частка якої становила 83,0–96,3%. Вміст розчинного Al(III), Fe(III) і Cu(II) у воді р. Південний Буг знаходився в межах 7,6–134,0, 20,3–214,0 і 11,7–33,8 мкг/дм³. За результатами досліджень встановлено, що частка комплексів Al(III), Fe(III) і Cu(II) з РОР кислотної фракції становить відповідно 43,5–97,6, 11,9–84,4 і 46,7–78,0%. Водночас, відносний вміст Al(III), Fe(III) і Cu(II) у складі комплексних сполук з РОР основної та нейтральної фракції становив відповідно 2,0–19,4, 3,2–38,1 і 4,3–20,9 та 0,4–37,1, 0,0–84,9 і 10,6–44,0%. Частка комплексів Al(III), Fe(III) і Cu(II) з РОР аніонної природи з молекулярною масою $\leq 2,0$ кДа знаходилась в межах відповідно 67,5–74,3, 48,0–67,7 і 55,5–74,5%. Окрім цього, для Cu(II), на відміну від Al(III) і Fe(III), характерне зростання частки комплексних сполук з молекулярною масою 20–5 кДа. Слід зазначити, що у воді р. Південний Буг досліджувані метали знаходились у нетоксичних формах, оскільки вони входили до складу комплексів з РОР різної хімічної природи і завислих речовин. Значення величин рН водного середовища (7,5–8,5) також не сприяли появі токсичних форм Al(III) і Cu(II).

Список літератури

1. Алтунин В. С. Контроль качества воды: справочник / В. С. Алтунин, Т. М. Белавцева. – М. : Колос, 1993. – 367 с.
2. Аналітична хімія поверхневих вод / [Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.]. – К.: Наук. думка, 2007. – 456 с.
3. Бессонов Н. М. Рыбохозяйственная гидрохимия / Н. М. Бессонов, Ю. А. Привезенцев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 159 с.
4. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии : перевод с англ. / Р. Бок ; [под ред.] А. И. Бусева и Н. В. Трофимова. – М. : Химия, 1984. – 432 с.
5. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / Редкол.: ... О. М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К.: “Українська енциклопедія” ім. М. П. Бажана, 1989–1993. – Т. 3: П–Я. – 480 с.
6. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу / [Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.]. – К. : Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
7. Жежеря В. А. Співіснуючі форми алюмінію у воді Килійської дельти Дунаю / В. А. Жежеря, П. М. Линник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 1(22). – С. 119–127.
8. Линник П. Н. Особенности распределения алюминия среди сосуществующих форм в поверхностных водоемах разного типа / П. Н. Линник, В. А. Жежеря // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 6. – С. 92–109.
9. Линник П. Н. Оценка токсичности форм меди в природных водах методом биотестирования в сочетании с хемилюминисцентным определением концентрации свободных ионов Cu^{2+} / П. Н. Линник, Э. П. Щербань // Экологическая химия. – 1999. – Т. 8, № 3. – С. 168–176.
10. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л. : Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.
11. Мур Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния / Дж. В. Мур, С. Рамамурти – М. : Мир, 1987. – 288 с.
12. Набиванець Б. И. Кинетические методы анализа природных вод / Набиванець Б. И., Линник П. Н., Калабина Л. В. – К. : Наукова думка, 1981. – 140 с.
13. Савранский Л. И. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu , Fe и Al с хромазуолом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ / Л. И. Савранский, О. Ю. Наджафова // Журн. аналит. химии. – 1992. – Т. 47, № 9. – С. 1613–1617.
14. Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод / И. С. Сироткина, Г. М. Варшал, Ю. Ю. Лурье, Н. П. Степанова // Журн. аналит. химии. – 1974. – Т. 29, № 8. – С. 1626–1633.
15. *Aquatic ecosystems: interactivity of dissolved organic matter* / Edited by Stuart E. G. Findlay, Robert L. Sinsabaugh. – San Diego: Academic Press, 2003. – 512 p.
16. Driscoll C.T. The chemistry of aluminum in the environment / C.T. Driscoll, W.D. Schecher // Environ. Geochem. Health. – 1990. – Vol. 12. – P. 28–48.
17. Elder J.F. Iron transport in a lake Tahoe tributary and its potential influence upon phytoplankton growth / J.F. Elder, K.E. Osborn, C.R. Goldman // Water Res. – 1976. – Vol. 10, N 9. – P. 783–787.
18. Speciation and structural aspects of interactions of Al(III) with small biomolecules / P. Rubini, A. Lakatos, D. Champmartin, T. Kiss // Coordination Chemistry Reviews – 2002. – Vol. 228. – P. 137–152.

Співіснуючі форми металів у воді річки Південний Буг

Жежеря В.А., Линник П.М.

Розглянуто результати досліджень форм знаходження Al(III) , Fe(III) і Cu(II) у воді річки Південний Буг. Встановлено, що Fe(III) і Al(III) мігрують переважно у завислій формі, тоді як для завислого Al(III) характерне зниження його вмісту і частки із зменшенням маси зависі. Купрум мігрує переважно у розчинному стані. Відносний вміст Al(III) , Fe(III) і Cu(II) у складі комплексів з РОР аніонної природи, за середніми величинами, становить відповідно 76, 48 і 60%. Встановлено, що частка розчиненого Fe(III) у складі нейтральних комплексів, за середніми величинами, досягає 36%, тоді як для Al(III) та Cu(II) вона становить відповідно 15 і 28%. З'ясовано, що Al(III) і Cu(II) конкурують із Fe(III) за центри зв'язування в макромолекулах ГР. Серед комплексних сполук досліджуваних металів з РОР аніонної природи домінують комплекси з молекулярною масою, яка не перевищує 2,0 кДа.

Ключові слова: алюміній; ферум; купрум; форми знаходження; р. Південний Буг.

Сосуществующие формы металлов в воде реки Южный Буг

Жежеря В.А., Линник П.Н.

Рассмотрены результаты исследований форм нахождения Al(III), Fe(III) и Cu(II) в воде реки Южный Буг. Установлено, что Fe(III) и Al(III) мигрируют преимущественно во взвешенной форме, тогда как для взвешенного Al(III) характерно снижение его концентрации и относительного содержания с уменьшением массы взвеси. Медь мигрирует главным образом в растворенном состоянии. Относительное содержание Al(III), Fe(III) и Cu(II) в составе комплексов с растворенными органическими веществами (РОВ) анионной природы, по средним величинам, составляет соответственно 76, 48, и 60%. Установлено, что относительное содержание Fe(III) в составе нейтральных комплексов, по средним величинам, достигает 36%, тогда как для Al(III) и Cu(II) оно составляет соответственно 15 и 28%. Установлено, что Al(III) и Cu(II) конкурируют с Fe(III) за центры связывания в макромолекулах гумусовых веществ. Среди комплексных соединений исследуемых металлов с РОВ анионной природы преобладают комплексы с молекулярной массой, которая не превышает 2,0 кДа.

Ключевые слова: алюминий; железо; медь; формы нахождения, р. Южный Буг

Coexisting forms of metals in water of the Pivdenniy Bug River

Zhezherya V.A., Linnik P.M.

Results of investigation of the Al(III), Fe(III) and Cu(II) coexisting forms in water of the Pivdenniy Bug River are considered. It is established that Fe(III) and Al(III) migrate mainly in composition of the suspended substances, whereas the concentration and the relative content of suspended Al(III) are decreased with decreasing the suspended substances weight. Cu(II) migrates mainly in the dissolved state. Average values of the Al(III), Fe(III) and Cu(II) complexes with dissolved organic matter (DOM) of the anionic nature are 76, 48 and 60%, respectively. It is established that average value of the Fe(III) complexes with DOM of the neutral nature is 36%, while average values of the Al(III) and Cu(II) complexes with DOM of the neutral nature are 15 and 28%, respectively. It is established that Al(III) and Cu(II) compete with Fe(III) for the binding centers in the macromolecules of humic substances. Among the metal complexes with DOM of the anionic nature, the fraction with molecular weight $\leq 2,0$ kDa is dominated.

Keywords: aluminium; iron; copper; coexisting forms; Pivdenniy Bug River

Надійшла до редколегії 12.05.2012

УДК 556.012;167

Курило С.М., Винарчук О.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНИХ ЗМІН МІНЕРАЛІЗАЦІЇ І ВМІСТУ ГОЛОВНИХ ІОНІВ У ВОДІ ЛІВОБЕРЕЖНИХ ПРИТОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

Ключові слова: гідрохімічний режим; трансформація хімічного складу; мінералізація

Вступ. Природний гідрохімічний режим багатьох річок України у значній мірі трансформувався як під впливом тривалого антропогенного навантаження, так і внаслідок зміни низки природних умов, що впливають

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

на формування хімічного складу поверхневих вод. Складність і різноманіття впливу зазначених факторів на річкові води призвели до низки негативних наслідків, що ускладнює проблему використання водних ресурсів та вимагає своєчасного реагування. У наш час фіксуються стійкі незворотні зміни у кількісному та якісному стані поверхневих вод України, які призводять до втрати водними екосистемами їх відновлювальної та очисної спроможності, зміни природної динамічної рівноваги (рівновага системи, яка підтримується за рахунок взаємодії абіотичних та біотичних факторів) у водних об'єктах, в тому числі і за показниками мінералізації.

Тож вкрай актуальним питанням постала необхідність у дослідженні етапів довгострокових змін показника мінералізації у річкових водах під впливом зовнішніх факторів. В той же час слід наголосити, що зазначені односпрямовані зміни хімічного складу річкових вод відбуваються на тлі характерних для кожної річки періодичних коливань водного стоку.

Особливого значення набуває дослідження закономірностей зв'язку між ступенем зміни мінерального складу річкових вод і фазами водності (водопілля, паводковий та меженний періоди).

Постановка завдання та вихідні матеріали. Метою досліджень є оцінка якісних і кількісних змін гідрохімічного режиму лівобережних приток басейну р. Дніпро в межах лісостепової зони (річки Сула, Псел, Ворскла). Трансформація хімічного складу має оцінюватись за наступними напрямками: зміна загальних кількісних характеристик (загальна мінералізація) і зміна іонного складу на якісному рівні. Для оцінки іонного складу було запропоновано модернізовану В.К.Хільчевським та С.М. Курилом класифікацію природних вод за хімічним складом О.О. Алекіна (далі в таблицях МКА), де індикатором трансформації є зміна класифікаційних ознак [1]. Для оцінки кількісних змін показника мінералізації запропоновано використовувати коефіцієнт галінності K_G [2].

Осереднене значення середньорічних показників даних про мінералізацію води (або осереднених показників для кожної фази гідрологічного режиму: весняна повінь, меженні періоди) вважати початковою характеристикою G_R . Відповідне значення для кожного наступного року (або періоду) приймати за поточну характеристику G . Відношення поточної характеристики G до початкової G_R і буде коефіцієнтом галінності K_G :

$$K_G = G / G_R. \quad (1)$$

Якщо $K_G > 1$ мінералізація зростає, відповідно якщо $K_G < 1$ мінералізація зменшується.

Як зазначалося нами у попередніх дослідженнях, протягом останніх десятиріч, в гідрохімічному режимі багатьох середніх водотоків дніпровського басейну відбулися характерні і досить відчутні зміни більш деталізований аналіз яких нами наводиться нижче.

Основні результати. Було виконано аналіз багаторічних змін гідрохімічного режиму річок Сула (м. Лубни), Псел (с. Запсілля) та Ворскла (с. Чернетчина) за середніми річними характеристиками мінералізації та

вмісту головних іонів, а також відповідні дослідження по фазам водного режиму (весняне водопілля, літньо-осіння межень, зимова межень).

Річка Сула. Мінімальна середньорічна мінералізація становить 286 мг/дм³ (1947 р.) , а максимальне середньорічне значення – 1125 мг/дм³ (1992 р). Середньорічні показники мають сталу тенденцію до зростання з невеликими циклічними коливаннями в межах 3-6 річних періодів. В цілому, за досліджуваний період мінералізація зросла з 440 мг/дм³ до 832 мг/дм³. Лінійний тренд, нівелюючи існуючі коливання, свідчить про стійке повільне зростання значень середньорічної мінералізації.

Графічне відображення часових змін середньорічної величини мінералізації, осередненої за п'ятирічними періодами за допомогою коефіцієнту галинності K_G , наведено на рис. 1.

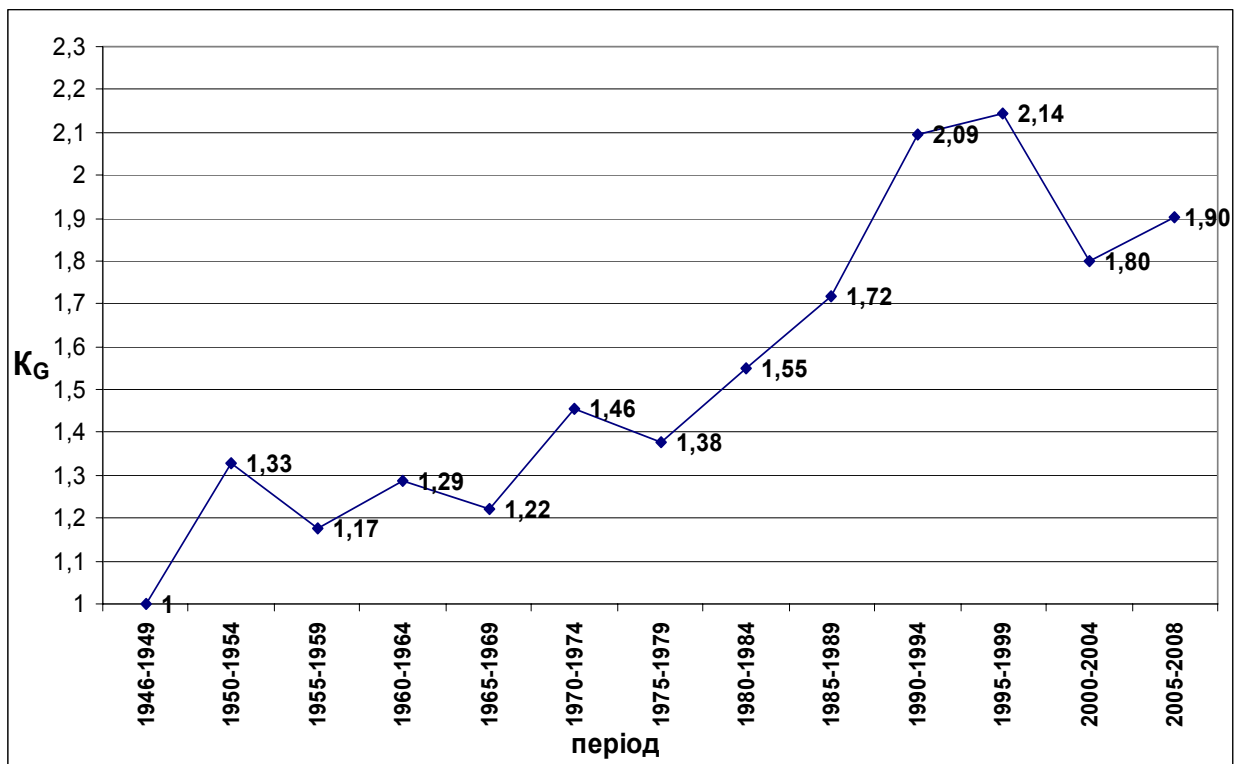


Рис.1. Часовий розподіл середньорічної величини коефіцієнту галинності (K_G) для р. Сула - м. Лубни за період 1946-2008рр.

В цілому, у коливанні середньорічних величин мінералізації можна виділити три характерних періоди. Перший період (1946-1979 рр.) – поступове зростання мінералізації з невеликими циклічними коливаннями. Другий період (1979-1999 рр.) – значне зростання вмісту розчинених мінеральних речовин (на 70%) із максимумом у 1999 р. Третій період (2000-2008 рр.) – незначне зменшення мінералізації води р. Сула. Зазначені зміни мінералізації води відбувалися за рахунок зростання вмісту іонів легкокорозивних солей, зокрема SO_4^{2-} , Cl^- , та катіонної пари (Na+K).

Особливий інтерес становлять багаторічні зміни показника мінералізації у різні фази водного режиму (рис.2). Тут спостерігається доволі неоднорідна ступінь трансформації. Так, найбільш значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняного водопілля. Якщо на початку періоду

спостереження характерні показники величини мінералізації знаходяться у межах 250-400 мг/дм³ (що відповідає величині коефіцієнта галінності $K_G = 1-1,5$), то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1995-2000 рр. з показниками 1000-1100 мг/дм³ ($K_G = 3-3,3$).

Для межених періодів притаманним є дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах 500-750 мг/дм³, що відповідає величині коефіцієнта галінності $K_G = 1-1,4$. Найбільш відчутне збільшення мінералізації у межених періоди зафіксоване у періоди 1985-2004 рр., коли абсолютні величини цього показника сягнули 900-1030 мг/дм³. ($K_G = 1,7-1,9$). Слід зазначити, що характер коливань показника мінералізації майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої, так і зимової межени.

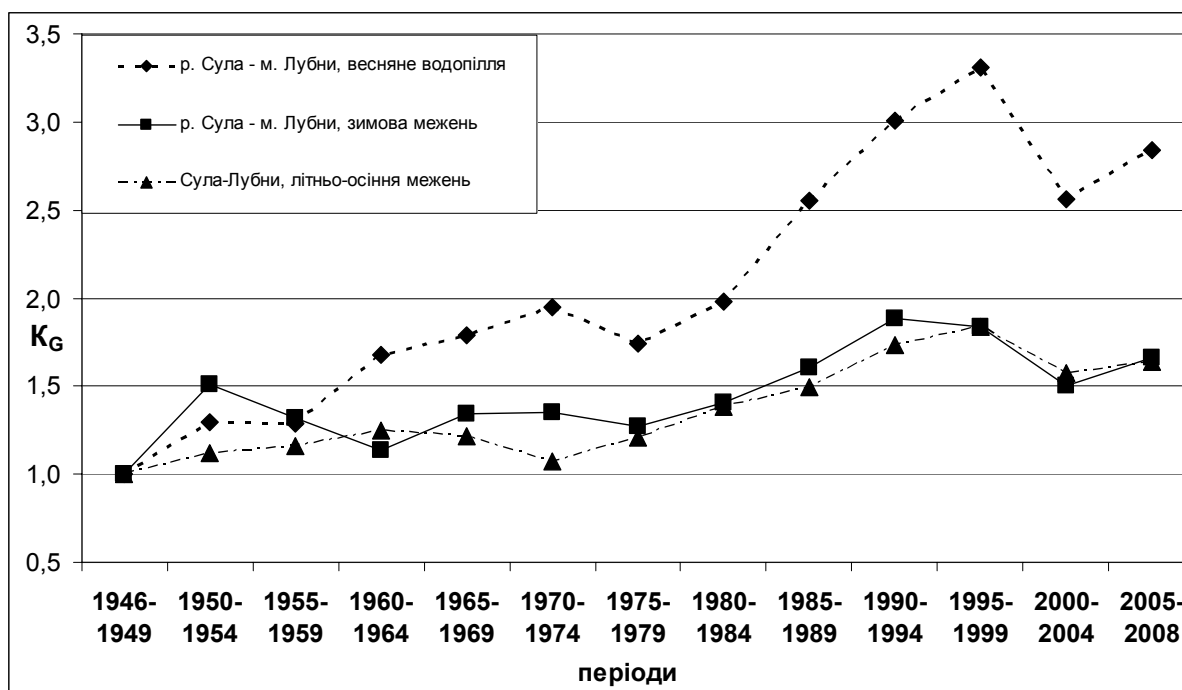


Рис. 2. Часовий розподіл величини коефіцієнту галінності (K_G) для різних фаз водного режиму р. Сула - м. Лубни за період 1946-2008 рр.

Зміни хімічного складу води на якісному і кількісному рівні з використанням зазначених вище методичних підходів відображені у табл. 1.

За даними середньорічних гідрохімічних показників, річкові води характеризувалися чітко вираженою належністю до гідрокарбонатного кальцієвого, гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого або гідрокарбонатно-сульфатного кальцієво-магнієвого типу [3,4].

Таблиця 1. Динаміка коефіцієнту галинності (K_G) та хімічного типу вод за МКА* р. Сула – м. Лубни за період 1946 – 2008 рр.

Фаза водного режиму Період	Середні річні показники		Весняне водопілля		Літньо-осіння межень		Зимова межень	
	K_G	МКА	K_G	МКА	K_G	МКА	K_G	МКА
1946-1949	1	C_{Ia}^{CaMg}	1,0	C_{IIa}^{CaMg}	1,0	C_{Ia}^{CaMg}	1,0	C_{Ia}^{CaMg}
1950-1954	1,33	C_{Ia}^{CaMg}	1,30	C_{Ia}^{CaMg}	1,12	C_{Ia}^{CaMg}	1,51	C_{Ia}^{CaMg}
1955-1959	1,17	C_{Ia}^{CaMg}	1,29	C_{I6}^{CaMg}	1,16	C_{Ia}^{CaMg}	1,32	C_{Ia}^{CaMg}
1960-1964	1,29	C_{Ia}^{CaMg}	1,68	C_{IIa}^{CaMg}	1,25	C_{Ia}^{CaMg}	1,14	C_{Ia}^{CaMg}
1965-1969	1,22	C_{IIa}^{CaMg}	1,79	C_{IIa}^{CaMg}	1,21	C_{Ia}^{CaMg}	1,34	C_{I6}^{CaMg}
1970-1974	1,46	C_{IIa}^{CaMg}	1,95	C_{IIa}^{CaMg}	1,07	C_{Ia}^{CaMg}	1,36	-**
1975-1979	1,38	-	1,74		1,21	-	1,27	-
1980-1984	1,55	C_{Ia}^{CaNaMg}	1,98	C_{Ia}^{MgNa}	1,38	C_{Ia}^{CaMg}	1,41	-
1985-1989	1,72	C_{I6}^{CaNaMg}	2,55	C_{II6}^{CaMg}	1,49	C_{II6}^{CaNa}	1,60	C_{I6}^{CaMg}
1990-1994	2,09	C_{I6}^{NaCa}	3,01	C_{I6}^{NaCa}	1,73	C_{II6}^{NaCa}	1,89	C_{I6}^{NaCa}
1995-1999	2,14	C_{I6}^{NaCa}	3,31	C_{I6}^{NaCa}	1,83	C_{II6}^{Ca}	1,84	C_{I6}^{NaCa}
2000-2004	1,80	C_{I6}^{CaNa}	2,56	C_{II6}^{CaNa}	1,58	C_{II6}^{CaNa}	1,50	C_{II6}^{Ca}
2005-2008	1,90	C_{I6}^{CaNa}	2,84	C_{II6}^{CaNa}	1,64	C_{II6}^{CaNa}	1,66	C_{IIa}^{CaNa}

Примітка. *МКА – модернізована класифікація Алекіна хімічного складу природних вод.

** відсутні відомості про вміст деяких іонів у воді річки.

Однією з причин формування такого складу річкових вод є особливості широко розповсюджених регіональних ґрунтів і порід з характерними солонцюватими включеннями та підвищеним вмістом розчинних солей (сульфатів, хлоридів натрію і калію). Ці ж фактори спричиняють і різку відмінність на якісному рівні у хімічному складі води р. Сула під час різних фаз водного режиму. Так, сульфатний клас води під час весняного водопілля пояснюється активним вимиванням іонів легкорозчинних солей з поверхні водозбору під час формування великих об'ємів поверхневого стоку. А зменшення ролі іонів натрію та їх заміщення іонами кальцію пов'язано зі зменшенням об'ємів весняного водопілля і відповідно частки поверхневого стоку в цій фазі водного режиму.

Річка Псел. Аналізуючи зміни мінералізації і вмісту головних іонів для р. Псел – с. Запсілля можна виявити наступні особливості гідрохімічного режиму. В зміні середньорічних значень мінералізації і концентрацій головних іонів можна виділити 3 характерних періоди.

Перший період (умовний природний фон, 1953-1979 рр.) характеризувався малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води C_{II6}^{Ca} . Значення коефіцієнту галинності коливались біля значень референсного періоду.

Другий період (перехідний, 1980-1984рр.) характеризувався підвищенням мінералізації води і відчутною зміною її хімічного складу на рівні груп і

типів з $C_{\text{Пб}}^{\text{Ca}}$ на $C_{\text{Iб}}^{\text{CaNa}}$. Відбулося зростання показника K_G з значення 0,97 до 1,38, що у сукупності з різким зростанням вмісту іонів SO_4^{2-} , Cl^- може свідчити про зростання впливу антропогенного чинника у формуванні іонного складу (рис. 3).

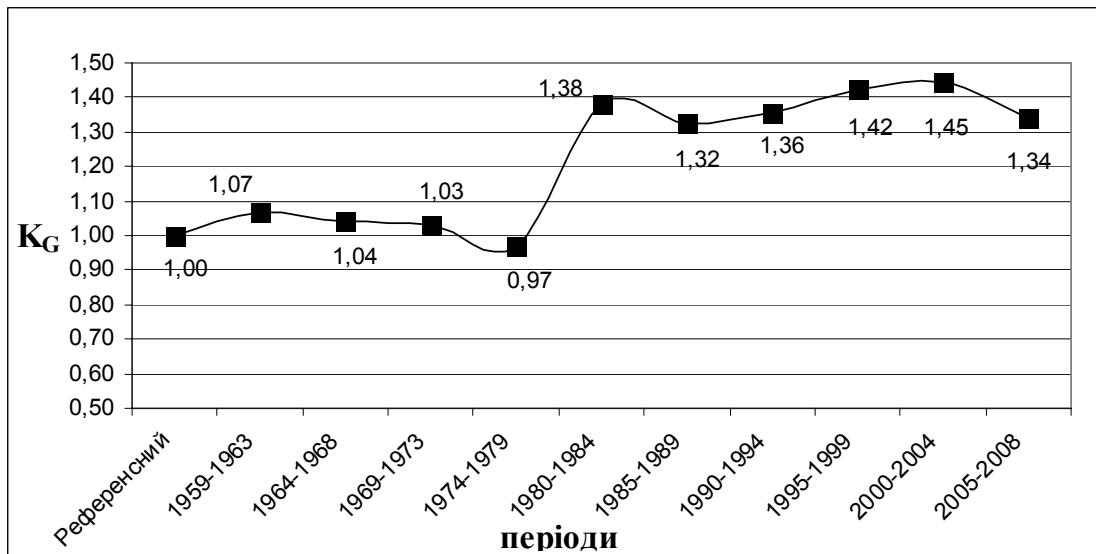


Рис. 3. Часовий розподіл середніх річних величин коефіцієнту галинності (K_G) для р. Псел - с. Запсілля за період 1959-2008 рр.

Третій період (сучасний, 1985-2008 рр.) характеризується стабілізацією змін у гідрохімічному режимі річки як на рівні кількісних характеристик (коефіцієнт галинності дорівнював значенням 1,3–1,4), так і якісних (співвідношення між головними іонами).

Аналіз багаторічних змін показника мінералізації у різні фази водного режиму виявив наступні тенденції. Як і для попереднього об'єкту дослідження, для р. Сула характерним є доволі неоднорідний ступінь зміни гідрохімічного режиму (рис.4). Найбільш значне зростання мінералізації води характерно для періоду весняного водопілля. Якщо на початку періоду спостереження характерними показниками величини мінералізації є значення у межах $342\text{--}370 \text{ мг/дм}^3$ (що відповідає величині коефіцієнта галинності $K_G = 1\text{--}1,1$), то, починаючи з 1970-х років, вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 840 мг/дм^3 ($K_G = 2,1$).

Для межених періодів притаманним є дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах $600\text{--}800 \text{ мг/дм}^3$, що відповідає величині коефіцієнта галинності $K_G = 1\text{--}1,32$. Найбільш відчутне збільшення мінералізації у межених періодах зафіксовано у періоди 1990-2004 рр., коли абсолютні величини цього показника сягнули $760\text{--}880 \text{ мг/дм}^3$ ($K_G = 1,27\text{--}1,31$). Слід зазначити, що мінералізація води у зимову меженю є вищою 880 мг/дм^3 ($K_G = 1,27$), а її зростання інтенсивніше, ніж для літньо-осінньої межени (сума іонів = 760 мг/дм^3 , $K_G = 1,32$). Характер

зміни досліджуваних показників за період 1954-1990 рр. майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої, так і зимової межень.

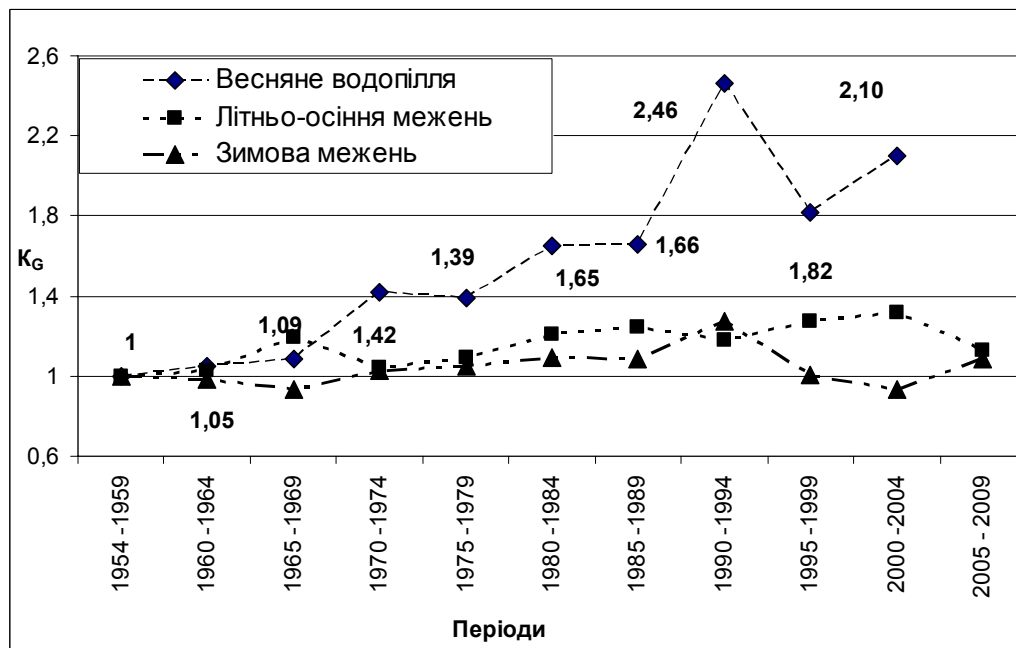


Рис. 4. Часовий розподіл величини коефіцієнту галінності (K_G) для різних фаз водного режиму р. Сула - м. Лубни за період 1954-2008 рр.

Починаючи з 1990-1994 рр., значення мінералізації води для періоду літньо-осінньої межень збільшувався. А для зимової межень ці характеристики навпаки почали зменшуватися.

Зміни хімічного складу води на якісному і кількісному рівні з використанням зазначених вище методичних підходів відображені у табл. 2.

Таблиця 2. Динаміка коефіцієнту галінності (K_G) та хімічного типу вод за МКА* р. Псел – с. Запсілля за період 1955 – 2008 рр.

Фаза водного режиму	Середні річні показники		Весняне водопілля		Літньо-осіння межень		Зимова Межень	
	K _G	МКА	K _G	МКА	K _G	МКА	K _G	МКА
1955-1959	1	C ^{Ca} _{IIб}	1	C ^{Ca} _{IIa}	1,00	C ^{Ca} _{IIб}	1,00	C ^{Ca} _{IIa}
1960-1964	1,07	C ^{Ca} _{IIб}	1,05	C ^{Ca} _{IIб}	1,03	C ^{Ca} _{IIб}	0,98	C ^{CaNa} _{IIб}
1965-1969	1,04	C ^{Ca} _{IIб}	1,09	C ^{Ca} _{IIб}	1,19	C ^{CaNa} _{IIб}	0,93	C ^{CaMg} _{IIa}
1970-1974	1,03	C ^{Ca} _{IIб}	1,42	C ^{Ca} _{IIa}	1,05	C ^{Ca} _{IIб}	1,03	C ^{CaNa} _{IIб}
1975-1979	0,97	C ^{Ca} _{IIб}	1,39	C ^{Ca} _{IIб}	1,09	C ^{CaNa} _{IIб}	1,05	C ^{Ca} _{IIб}
1980-1984	1,38	C ^{CaNa} _{IIб}	1,65	C ^{CaNa} _{IIб}	1,21	C ^{CaNa} _{IIб}	1,09	C ^{CaNa} _{IIб}
1985-1989	1,32	C ^{CaNa} _{IIб}	1,66	C ^{CaNa} _{IIб}	1,24	C ^{CaNa} _{IIб}	1,08	C ^{CaNa} _{IIб}
1990-1994	1,36	C ^{CaNa} _{IIб}	2,46	C ^{NaCa} _{IIб}	1,18	C ^{CaNa} _{IIб}	1,27	C ^{CaNa} _{IIб}
1995-1999	1,42	C ^{CaNa} _{IIб}	1,82	C ^{CaNa} _{IIб}	1,27	C ^{CaNa} _{IIб}	1,01	C ^{CaNa} _{IIб}
2000-2004	1,45	C ^{CaNa} _{IIб}	2,10	C ^{CaNa} _{IIIв}	1,32	C ^{CaNa} _{IIб}	0,93	C ^{CaNa} _{IIб}
2005-2008	1,34	C ^{CaNa} _{IIб}	1	C ^{CaNa} _{IIб}	1,13	C ^{CaNa} _{IIб}	1,08	C ^{CaNa} _{IIб}

Примітка. *МКА – модернізована класифікація Алекіна хімічного складу природних вод.

З табл. 2 видно, що за час досліджень найзначніші якісні зміни хімічного складу води р. Псел, характерні для періоду весняної повені. Для цієї фази водного режиму характерною є неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп – з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів – вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

Основним чинником зміни якісного і кількісного складу річкових вод є різке збільшення вмісту іонів натрію, хлору та сульфатного іону.

Річка Ворскла. У природному хімічному складі вод річки Ворскла переважають гідрокарбонатні іони, а також іони кальцію та натрію. Хімічний тип поверхневих вод класифікується як гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий. Води прісні. Мінімальна річна мінералізація становить 452 мг/дм³ (1957 р.), а максимальне середньорічне значення 915 мг/дм³ (1993 р). В цілому середньорічні показники мають сталу тенденцію до зростання з невеликими циклічними коливаннями в межах 3-6 річних циклів. В цілому, за досліджуваний період, мінералізація зросла з 452 мг/дм³ до 720 мг/дм³. Лінійний тренд, нівелюючи існуючі коливання, свідчить про стійке повільне зростання значень середньорічної мінералізації за період спостережень приблизно у 1,5 рази.

Графічне відображення часових змін величини мінералізації за допомогою коефіцієнта галінності K_G наведено на рис.5.

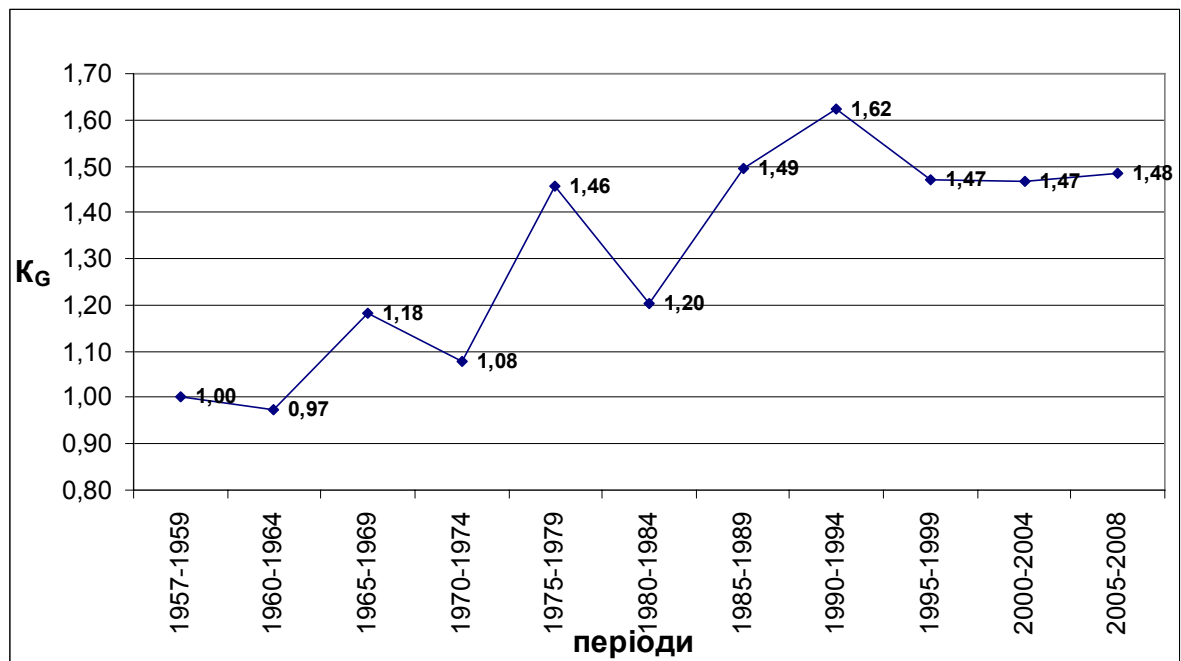


Рис. 5. Часовий розподіл середніх річних величин коефіцієнту галінності (K_G) для р. Ворскла - с. Чернетчина за період 1957-2008 рр.

Для річки Ворскла можна виділити наступні характерні періоди коливання середньорічних величин мінералізації води: 1. перший період (1957-1974 рр.) – поступове зростання мінералізації з невеликими

циклічними коливаннями близькими до значень перших 5-ти років періоду досліджень (референсний період); 2. другий період (1975 – 1994 рр.) – значне стрибко-подібне зростання вмісту розчинених мінеральних речовин (на 60%) із максимумом у період 1990-1994 рр.; 3. третій період (1995-2008 рр.) – незначне зменшення мінералізації води р. Сула. Слід відзначити, що за останні 15 років досліджень значення середньорічної мінералізації залишалися стабільними.

Аналіз багаторічних змін показника мінералізації у різні фази водного режиму, повторив раніше виявлені особливості характерні для лівобережних приток Дніпра лісостепової зони (рис.6). Як і для попередніх об'єктів дослідження характерними є неоднорідні зміни гідрохімічного режиму. Найбільш значне зростання мінералізації води характерно для періоду весняного водопілля. Якщо для початку періоду спостереження, характерними показниками величини мінералізації були величини 280-300 мг/дм³ (коефіцієнт галинності $K_G = 1-1,1$) то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 685 мг/дм³ ($K_G = 2,45$).

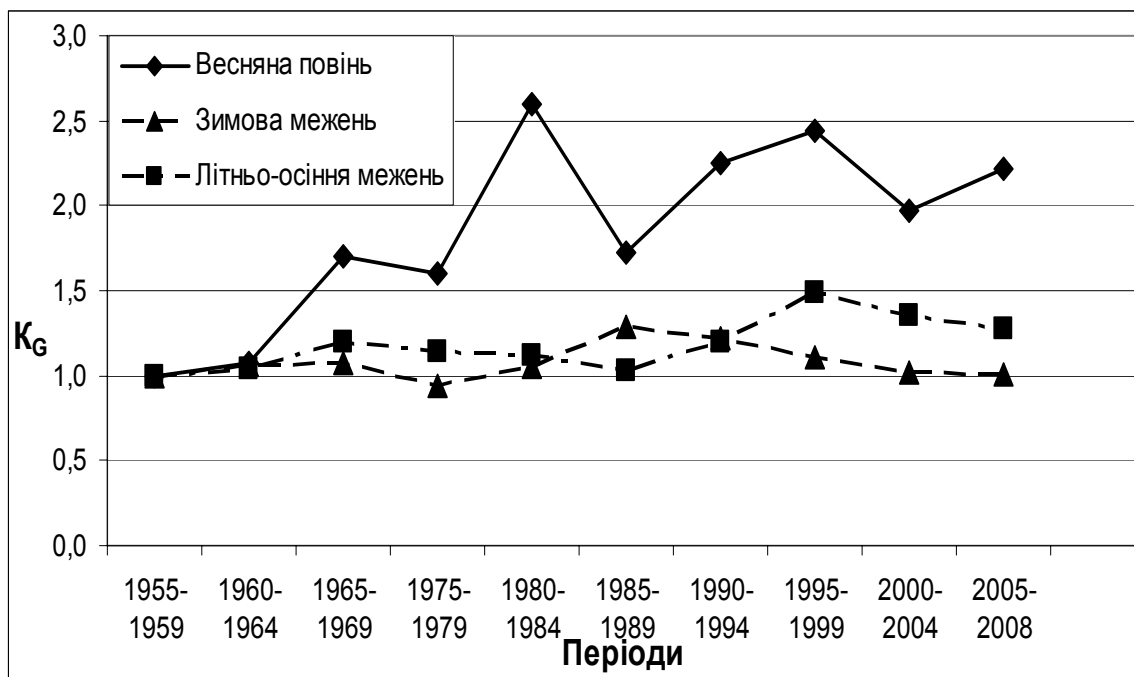


Рис. 6. Часовий розподіл величини коефіцієнту галинності (K_G) для різних фаз водного режиму р. Ворскла - с. Чернетчина за період 1955-2008 рр.

Для межених періодів притаманний дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації. Протягом досліджуваних періодів 1946-1979 рр. коливання вмісту розчинених мінеральних речовин не зазнавали великих змін. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах 690-750 мг/дм³, що відповідає величині коефіцієнта галинності $K_G = 1-1,2$. Найбільш відчутне збільшення мінералізації у межених періоди зафіксовано у середині 1990-х років минулого століття для фази літньо-осінньої межени, коли абсолютні величини показника сягнули 845 мг/дм³ ($K_G = 1,5$). Слід зазначити, що максимальна величина показника мінералізації для зимової

межені становить 899 мг/дм³ ($K_G = 1,29$). Характер зміни досліджуваних показників за період 1954-1990 рр. майже ідентичний як для періоду літньо-осінньої так і зимової межени.

Починаючи з 1990-1994 рр. ступінь мінералізації води для періоду літньо-осінньої межени збільшувалася. А для зимової межени ці характеристики навпаки – почали зменшуватися до значень референсного періоду.

Зміни хімічного складу води на якісному і кількісному рівні відображені у табл. 3.

Таблиця 3. Динаміка якісних і кількісних показників гідрохімічного режиму р. Ворскла – с. Чернетчина за період 1955-2008 рр.

Фаза водного режиму Період	Середні річні показники		Весняне водопілля		Літньо-осіння межень		Зимова Межень	
	K_G	МКА*	K_G	МКА	K_G	МКА	K_G	МКА
1955-1959	1,00	C_{IIa}^{Ca}	1,0	C_{IIa}^{Ca}	1,00	$C_{IIб}^{Ca}$	1,00	C_{IIa}^{Ca}
1960-1964	0,97	$C_{IIб}^{Ca}$	1,07	$C_{IIб}^{Ca}$	1,04	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,06	$C_{IIб}^{Ca}$
1965-1969	1,18	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,70	$C_{IIб}^{Ca}$	1,19	C_{IIa}^{CaNa}	1,07	$C_{Iб}^{CaNa}$
1970-1974	1,08	$C_{IIб}^{Ca}$	1,60	C_{IIa}^{Ca}	1,14	$C_{IIб}^{Ca}$		
1975-1979	1,46	$C_{IIб}^{Ca}$	1,53	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,12	$C_{IIб}^{CaMg}$	0,94	$C_{IIб}^{CaMg}$
1980-1984	1,20	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,73	$C_{Iб}^{CaNa}$	1,03	C_{Ia}^{CaNa}	1,06	C_{IIa}^{CaNa}
1985-1989	1,49	$C_{Iб}^{CaNa}$	2,25	$C_{Iб}^{CaNa}$	1,19	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,28	$C_{Iб}^{CaNa}$
1990-1994	1,62	$C_{Iб}^{NaCa}$	2,44	$C_{Iб}^{NaCa}$	1,49	$C_{Iб}^{NaCa}$	1,22	$C_{Iб}^{NaCa}$
1995-1999	1,47	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,97	$C_{Iв}^{CaNa}$	1,35	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,10	$C_{IIIв}^{Ca}$
2000-2004	1,47	$C_{IIб}^{CaNa}$	2,22	$C_{Iв}^{CaNa}$	1,27	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,01	$C_{IIб}^{CaMg}$
2005-2008	1,48	$C_{IIб}^{CaNa}$			1,28	$C_{IIб}^{CaNa}$	1,00	$C_{IIб}^{CaMg}$

Примітка. *МКА – модернізована класифікація Алекіна хімічного складу природних вод.

З табл. 3 видно, що за час досліджень значні зміни хімічного складу води р. Псел є характерними для всіх фаз водного режиму, особливо для періоду 1985-1994 рр. Для нього притаманна неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп – з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів – вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

Висновки. Узагальнюючи наведені у статті результати дослідження багаторічних змін хімічного складу і мінералізації річкових вод можна зробити висновки про наступне:

1. Протягом всього періоду досліджень (1955-2008 рр.) для лівобережних притоків лісостепової зони р. Дніпро спостерігалось значне зростання мінералізації води.

2. В зміні середньорічних значень мінералізації і концентрацій головних іонів для всіх притоків можна виділити 3 характерних періоди:

- перший період (умовний природний фон, 1955-1979 рр.) характеризувався малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води C_{IIb}^{Ca} . Значення коефіцієнту галинності коливались біля значень референсного періоду (тобто 1);

- другий період (трансформаційний, 1980-1999рр.) характеризувався підвищенням мінералізації води і відчутною зміною її якісного складу на рівні груп і типів з C_{IIb}^{Ca} на C_{Ib}^{CaNa} , для р. Ворскла і р. Сула була зафіксована зміна групо-утворюючого катіона – трансформаційний ланцюг набув вигляду $C_{IIb}^{Ca} \rightarrow C_{Ib}^{CaNa} \rightarrow C_{Ib}^{NaCa}$. Відбулося зростання показника K_G із значення 1 до 2,1;

- третій період (сучасний, 2000-2008 рр.) характеризується стабілізацією змін у гідрохімічному режимі річки як на рівні кількісних характеристик (коефіцієнт галинності дорівнював значенням 1,5-2,0), так і якісних (співвідношення між головними іонами).

Аналіз змін гідрохімічних характеристик для *різних фаз водного режиму* засвідчив, що найзначніші якісні і кількісні зміни характерні для періоду весняного водопілля. Максимальні значення коефіцієнту галинності становлять $K_G = 2,5-3$. Для цієї фази водного режиму характерна неодноразова зміна якісних характеристик води на рівнях груп – з групи кальцію на групу натрію, типів (з I, II типів, які характерні для більшості вод річок території України, до III типу – які є змішаними і метаморфізованими, формуються в результаті катіонного обміну при взаємодії води і ґрунту), підтипів – вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону інколи становить менше 50%.

Основним чинником зміни якісного і кількісного складу річкових вод є різке збільшення вмісту іонів натрію, хлору та сульфатного іону.

Для межених періодів характерним є періодичне незначне збільшення мінералізації води $K_G = 1,2-1,7$. Інколи можливі зміни групо-утворюючих аніонів $C_{Ib}^{CaMg} \rightarrow C_{Ib}^{NaCa} \rightarrow C_{IIb}^{Ca}$.

Основним чинником зміни якісного і кількісного складу річкових вод є різке збільшення вмісту іонів натрію, хлору та сульфатного іону.

Список літератури

1. Хільчевський В.К. Про методичний підхід для дослідження трансформації хімічного складу річкових вод / Хільчевський В. К., Руденко Р. В., Курило С. М. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 9. – С. 9–17.
2. Курило С.М. Багаторічні зміни мінералізації і вмісту головних іонів у воді р. Псел та аналіз їх взаємозв'язку із водністю / С. М. Курило, О. О. Винарчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 25. – С. 9–17.
3. Винарчук О. О. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок лівобережного лісостепу / О.О. Винарчук, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2010. – Т.18. – С. 219–229.
4. Осадчий В. І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. / В. І. Осадчий // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2001. – Т.48. – С. 138-153.

Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді лівобережних приток Дніпра
Курило С.М., Винарчук О.О.

Виконаний аналіз багаторічних змін гідрохімічного режиму річок Сула, Псел, Ворскла. Опробовані методичні підходи з оцінки подібних змін гідрохімічного режиму.

Ключові слова: *гідрохімічний режим; трансформація хімічного складу; мінералізація.*

Анализ многолетних изменений минерализации и содержания главных ионов в воде левобережных притоков Днепра

Курило С.М., Винарчук О.О.

Выполнен анализ многолетних изменений гидрохимического режима левобережных притоков Днепра. Основное внимание уделено исследованию величины минерализации и содержания главных ионов.

Ключовые слова: *гидрохимический режим; трансформация химического состава; минерализация.*

Dynamics of a chemical compound of water left-bank inflows of Dnepr

Kurilo S., Vinarchuk O.

It is investigated dynamics of change of a chemical compound of waters of left-bank inflows of Dnepr in the conditions of considerable development of the anthropogenous loading on the basis of data of hydrochemical supervision.

Keywords: *hydrochemical regime; transformation of chemical composition; mineralization.*

Надійшла до редколегії 10.10.2012

УДК 574.5 (262.54)

Васильковська О.Б.¹, Барщевська Н.М.²

¹*Інститут зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАН України, м. Київ*

²*Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, м. Київ*

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ГІДРОХІМІЧНОГО ТА ГІДРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ Р. ОБІТОЧНОЇ

Ключові слова: гідрохімічний режим; зоопланктон; зообентос; річка Обіточна

Постановка проблеми. Річки Приазов'я, які протікають у степовій зоні України, зазнають потужного антропогенного впливу. Освоєння річок Північного Приазов'я в 1960–80 роках відбувалося в контексті їх комплексного використання для різних потреб народного господарства. Однак антропогенне перетворення басейнів зазначених річок призвело до суттєвих змін їх гідрологічних та гідрохімічних характеристик і, як наслідок, до зміни видового складу гідрофауни.

Дослідження, виконані раніше [1–6], показали, що в умовах інтенсивного використання малих річок та їх водозборів порушується природний гідрохімічний та гідробіологічний режим річки, що пов'язано із зменшенням водності, обмілінням, заростанням, збільшенням евтрофікації та забрудненням річкових вод промисловими й побутовими стічними водами. Процес забруднення води в сучасних умовах зупинити практично неможливо. Для самоочищення води важливо досягти рівноваги між кількістю мінеральних і органічних речовин та окиснювально-аккумулятивними можливостями її біотопів та біоценозів. Гідробіонти виконують функцію мінералізації органічної речовини та акумулюють мінеральні забруднюючі речовини.

Матеріал і методи досліджень. Протягом липня-серпня 2006-2010 років проведено комплексні дослідження гідрохімічного та гідробіологічного стану р. Обіточної, на відрізку від с. Партизани до місця впадіння в Азовське море, а також понизової ділянки лівої притоки р. Кільтичії. Гідрохімічні та гідробіологічні проби відбиралися на 7 пунктах спостережень (рис. 1). Робота виконувалась за загальноприйнятими методиками [7–11]. Усього було відібрано та оброблено 21 гідрохімічну пробу, 21 пробу зоопланктону та 63 проби зообентосу.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)



Рис. 1. Карта-схема району дослідження:
трикутниками показані пункти збору гідробіологічних проб у 2006-2010 рр.; кружечками показані пункти відбору гідрохімічних проб у 2006-2010 рр.

Річка Обіточна бере початок на південному схилі Приазовської височини і впадає в Обіточну затоку Азовського моря. Довжина її 96 км, площа басейну 1430 км², похил складає 1,8 м/км. Приймає низку притоків, серед яких найбільш крупні – Кільтичія (70 км) та Чокрак (21 км). У геоморфологічному відношенні басейн розташований у двох районах: північна частина – на схилах Приазовської височини, південна – на Приазовській низовині.

У межах Приазовської низовини долина р. Обіточної складена засоленими неогеновими та четвертинними відкладами глин та лесу, які насичені переважно сульфатами та хлоридами. Південна частина являє собою лесову знижену рівнину, слабо розчленовану ярами та балками.

З боку моря розташована піщана пересип, через яку річка проривається в Азовське море. Періодичні нагони солоної морської води, з одного боку сильно збіднюють водну рослинність гирлової ділянки річки, а з другого – сприяють існуванню тут солонуватоводних організмів, в першу чергу представників багатой кормової понто-каспійської (лиманної) фауни.

Ще у середині минулого сторіччя М. Ф. Мордухай-Болтовським, І. П. Луб'яновим відмічено [12, 13], що в пониззях понто-азовських річок Приазов'я накопичуються потужні відклади рідкого мулу, які на р. Обіточній досягають 1 м і більше та вкривають дно усіх плесів гирлової ділянки, за винятком ділянки біля пересипу. Внаслідок цього, за даними В.В. Поліщука та інших дослідників [1–6, 14, 15], є досить характерним зниження кількості бентичних форм і груп, через потужну акумуляцію твердого стоку та замулення гирлової ділянки.

Основні результати досліджень. Річка Обіточна, як і більшість степових річок України, живиться у меженні періоди засоленими підземними водами. Мінералізація річкової води набагато перевищує граничну концентрацію для прісних вод та змінюється від 3119 навесні, до 4663 мг/дм³ в зимову межень.

Співвідношення катіонів змінюється протягом року. Взимку переважають іони Mg^{++} (до 320-350 мг/дм³), іони Ca^{++} присутні у кількості 440–460 мг/дм³. Навесні загальна концентрація іонів Ca^{++} зменшується не набагато в той час як концентрація іонів Mg^{++} значно знижується (до 220–240 мг/дм³), внаслідок чого починають переважати іони Ca^{++} . Влітку вміст іонів Ca^{++} знижується до 410-430 мг/дм³, Mg^{++} до 100-120 мг/дм³, тому починають переважати іони $Na^+ + K^+$ (730-750 мг/дм³). Загальна жорсткість води також змінюється в межах від 45,5 (у повінь) до 50 ммоль-екв/дм³ (у межень).

Серед аніонів постійно переважають сульфати, абсолютне значення їх концентрацій коливається від 1450 до 2000 мг/дм³, на другому місці – хлориди (470–710 мг/дм³). Відповідно, річкова вода постійно відноситься до сульфатного класу, а група її змінюється: взимку на магнієву, навесні на кальцієву, та влітку, коли поверхневий стік невеликий – на натрієву.

Вміст органічної речовини у річкових водах нерідко буває підвищеним, що пояснюється потраплянням у річку стоків з ланів та тваринницьких комплексів. Величини біхроматної окиснюваності змінюються від 15 до 30 мг O₂/дм³. Величина БСК₅ сягає 8,3-8,5 мг O₂/дм³, а на чистих ділянках вона зменшується до 2,5 мг O₂/дм³. Кольоровість води є невисокою і складає 10–25°.

Кількість біогенних елементів у більшості випадків помірна. Концентрація амонійного азоту складає зазвичай 0,23–0,74, нітритного – 0,014–0,074, нітратного – 0,12–1,57, мінерального фосфору – 0,014–0,043, загального заліза до 0,17 мг/дм³. Проте, в окремі періоди, коли збільшується поверхневий стік, вміст амонійного азоту зростає до 1,7, нітратного до 7–14 мг/дм³.

Не дивлячись на повільну течію (в нижніх ділянках), газовий режим води р. Обіточної задовільний. Вміст розчиненого кисню складає практично 100% насичення та становить 10–17 мг/дм³. Концентрація розчиненого двоокису вуглецю змінюється від 0 (влітку) до 50 мг/дм³ (взимку). Відповідно, величини рН коливаються від 8,4 до 7,9. У цілому річка за цими показниками помірно забруднена.

Мінералізація води р. Обіточної у середній течії досить значна – 4072 мг/дм³. На відміну від більш західних річок у складі аніонів переважають сульфати, а серед катіонів, у рівних пропорціях – кальцій та магній.

Органічні речовини знайдені у значних кількостях, величина ПО складала 16,8 мг O₂/дм³. Доля біохімічно нестійких речовин була високою і складала 45%, що свідчить про скидання, у цьому районі, стічних вод. Заболочена заплава річки обумовлює підвищену кольоровість річкової води – 35°. Вміст біогенних елементів був помірним: концентрація амонійного азоту складала 0,30 мг/дм³, нітритного – 0,012 мг/дм³ і лише для мінерального фосфору – 0,025 мг/дм³.

Заболочений характер заплави і дренавання кислих болотних вод річкою, обумовило низьку величину рН води – 6,8. Знайдений також вільний двоокис вуглецю (38,6 мг/дм³). Концентрація розчиненого кисню була досить високою і складала 84% насичення.

За більшістю гідрохімічних показників вода р. Обіточної в середній частині відносилась до β - α -мезосапробної зони.

У пониззі, біля смт. Приморськ, р. Обіточна більш менш зберегла свій природний стан, не дивлячись на те, що тут чітко спостерігаються сліди минулої меліоративної діяльності.

Органічні речовини знайдені в помірних кількостях, що особливо стосується біохімічно нестійких сполук, величина БСК₅ складала лише 1,9 мг О₂/дм³. Концентрація нітратного азоту досягла 0,165 мг/дм³, що є, ймовірно, наслідком переробки річкою забруднень, скинутих вище, мінерального фосфору – 0,066 мг/дм³. Тобто відповідні граничні концентрації були перевищені. У воді знайдено достатню кількість розчиненого кисню, що складає 82% насичення. За основними гідрохімічними показниками слід віднести воду р. Обіточної в нижній частині до β - α -мезосапробної зони.

Розвиток зоопланктону у середній течії річки становив 252 940 екз. – 442,52 мг/м³ і відзначався домінуванням копепод 227,58 мг/м³, серед яких зустрінуті *Eucyclops serrulatus*, *Paracyclops sp.*, *Acanthocyclops vernalis*, *A. americanus*, *Onychocamptus mohammed*. Субдомінантне місце займали кладоцери – 111,7 мг/м³, і на третьому місці були коловертки – 23,6 мг/м³. З організмів бентосопланктону також зустрінуті нематоди, олігохети, черепашкові раки та личинки хірономід. Такий склад зоопланктону свідчить про β -мезосапробну зону (табл. 1).

Розвиток зообентосу на станціях відбору проб у середній течії річки теж досить значний. У всіх 9 відібраних пробах отримані неузгоджені дані. По лівому березі, в зоні густих заростей очерету, було 500 екз. – 4,9 г/м², де домінували амфібійні олігохети *Limnodrilus*, по середині, на мулисто-щебеністо-піщаному біотопі, при наявності течії, було 2200 екз. – 7,2 г/м², і в замуленій стоячій затоці правого берега – 43400 – 48, при домінуванні олігохет *Limnodrilus*, *Tubifex*, *Psammoryctes barbatus* та хірономід *Cryptochironomus defectus*, *C. pararostratus*, *C. camptolabis* *Chironomus plumosus*. У прибережній та зарослевій фауні виявлено хірономіди *Cricotopus algarum*, *Eukiefferiella hospital*, молюски, личинки жуків, бабки (табл. 2). Обіточна, на станціях від с.Партизани до с. Банівка, в цілому, відноситься до перехідної зони від β - до α -мезосапробної.

У пониззі річки розвиток зоопланктону досягав 208430 екз. – 817,54 мг/м³. За своїм складом його можна визначити як коловертно-копеподний: коловерток 69460 – 298,07, копепод 50500 – 243,15, на долю кладоцер припало 2790 екз. – 71,8 мг/м³.

Упосередковані величини розвитку зообентосу тут становили 6130 екз. – 21,44 г/м². За чисельністю домінували олігохети (3600 – 4,8), представлені в основному стійкими формами тубіфіцид, за біомасою – молюски (відповідно 75 – 12,7). Субдомінантною групою були хірономіди (2100 – 1,85). З інших груп, зустрінуті личинки одноденок (75 – 0,14), волохокрильців (35 – 0,25), бабок (35 екз. – 0,6 г/м²).

Таблиця 1. Видовий склад зоопланктону р. Обіточної та р. Кільтичії

Види	Середня течія	Нижня течія	Гирло	Кільтичія
Rotatoria				
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)		+		
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896		+		
<i>Asplancha priodonta</i> Gosse, 1850			+	+
<i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854)		+		
<i>Lecane luna</i> O.F.Müller, 1786		+	+	
<i>Lepadella</i> sp.				+
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		+		+
<i>E. oropha</i> Gosse, 1887	+			
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	+		+
<i>B. bennini</i> Leissling, 1924				+
<i>B. urceus</i> (Linnaeus, 1758)		+		
<i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1766			+	+
<i>B. plicatilis</i> O.F.Müller, 1786	+			
<i>B. angularis</i> Gosse, 1851		+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+		
<i>K. quadrata</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851				+
<i>Hexarthra oxyuris</i> (Zernov, 1903)			+	
Nematoda				
<i>Tobrilus gracilis</i> (Bastian, 1865)	+			
Anostraca				
<i>Argulus foliaceus</i> Linnaeus, 1758			+	
Cladocera				
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Müller, 1776)	+			
<i>Moina microphtalma</i> Sars, 1903				+
<i>M. micrura</i> Hellich, 1877		+	+	
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brrady, 1867		+		
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller, 1785)		+		
<i>Rhynchotalona rostrata</i> (Koch, 1841)		+		
<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1900	+	+	+	
<i>C. pulchella</i> Sars, 1862			+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Müller, 1785)	+			
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1837)	+			+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller, 1785)			+	+
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	+			
<i>Alona rectangular</i> Sars, 1862				
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller, 1785)	+	+	+	
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne, 1778)	+			
Copepoda				
<i>Marocuclops albidus</i> (Jurine, 1820)		+		
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	+
<i>Paracyclops</i> sp.	+			
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875				+
<i>C. leuckarti</i> Claus, 1857				+
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+			
<i>A. americanus</i> (Marsh, 1893)		+		
<i>Acanthocyclops</i> sp.	+			
<i>Nitocra spinipes</i> Boeck, 1864			+	
<i>Onychocamptus mohammed</i> Blanchard, 1891	+			

Примітка. Знаком "+" відмічено знайдені види.

Таблиця 2. Видовий склад зообентосу р. Обіточної та р. Кільтичі

Види	Середня течія	Нижня течія	гирло	Кільтичія
Oligocheta				
<i>Dero obtuse</i> Udekem, 1855		+		
<i>Nais communis</i> Piguet, 1906		+		
<i>N. elinguis</i> (Müller, 1773)		+		
<i>Chaetogaster diastrophus</i> (Gruithuisen, 1828)	+			+
<i>Ch. diaphanous</i> (Gruithuisen, 1828)				+
<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899		+		+
<i>Ilyodrilus hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)		+		
<i>Limnodrilus michaelseni</i> Lastočka, 1936	+	+	+	+
<i>L. udekemianus</i> Claparede, 1862	+		+	+
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	+	+	+	+
<i>L. claparedeanus</i> Ratzel, 1868	+			
<i>Psammoryctes barbatus</i> (Grube, 1861)	+	+		
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)	+		+	
<i>T. costatus</i> (Claparede, 1863)	+			
Mollusca				
<i>Limnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		+
<i>L. ovata</i> (Draparnaud, 1805)	+			+
<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)		+	+	
<i>Unio pictorum</i> (Rossmassler, 1844)	+	+		+
<i>Mytilaster lineatus</i> (Linnaeus, 1791)			+	
Mysidacea				
<i>Limnomysis benedeni</i> (Czerniavsky, 1882)			+	
<i>Mesopodopsis slaberi</i> (Beneden, 1861)			+	
<i>Paramysis lacustris</i> (Czerniavsky, 1882)			+	
Isopoda				
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+			+
<i>Idotea baltica basteri</i> Audouin, 1827			+	
Amphypoda				
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)		+	+	
<i>Pontogammarus robustoides</i> Sars, 1894			+	
<i>Corophium curvispinum</i> Sars, 1895			+	
Decapoda				
<i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823)		+		
Odonata				
<i>Platynemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	+	+		+
Ephemeroptera				
<i>Cloeon dipterum</i> Linne, 1761		+		+
Coleoptera				
<i>Cybister lateralimarginalis</i> Degeer, 1774	+			+
Trichoptera				
<i>Hydropsyche ornatula</i> McL, 1878		+		+
Chironomidae				
<i>Cryptochironomus camptolabis</i> (Kieffer, 1913)	+	+		
<i>C. defectus</i> (Kieffer, 1921)	+	+		+
<i>C. pararostratus</i> (Lenz, 1938)	+			
<i>C. viridulus</i> (Fabricius, 1805)		+	+	
<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	+		+	+
<i>Ch. salinaris</i> Kieffer, 1915			+	
<i>Polypedilum convictum</i> (Walker, 1856)		+		+
<i>P. nubeculosum</i> (Meigen, 1818)		+		+
<i>Eukiefferiella hospital</i> Edwards, 1929	+			
<i>Cricotopus silvestris</i> (Fabricius, 1794)			+	+
<i>C. algarum</i> (Kieffer, 1911)	+		+	+

Таким чином, за домінуючою оцінкою різних гідробіологічних параметрів, понизову ділянку річки Обіточної слід віднести до перехідної від β - до α -мезосапробної зони.

Меліоративні і гідротехнічні роботи, виконані раніше, в значній мірі знищили природний стан естуарію річки, який розташований на південний схід від м. Преслав і являє собою залишки старого лиману, занесеного алювіальними відкладами. Основне русло простягається під правим берегом в низині, попід кручами м. Преслав, і виходить до Обіточної затоки. На період досліджень течії в руслі не було, а в понизовій ділянці воно відокремлене від моря баром. Східніше від основного русла, в зоні колишнього лиману, залишилось кілька озер, далі на схід домінують більш ксерофітні умови. З лівого берега, у колишній заплаві, прослідковується низка острівцевих плавнів та заплавної озера, які біля подошви лівої тераси утворюють, так звану, річку Солону, що являє собою відмираюче староріччя р. Обіточної. Тобто, в період природного стану, р. Обіточна впадала в Азовське море кількома рукавами, основні з яких йшли під правим та лівим берегами.

Не дивлячись на відсутність течії, солоність води в гирлі р. Обіточної (основне русло на траверсі с. Преслав) виявилось досить значною – 4,27 г/дм³. За гідрохімічними показниками вода відноситься до перехідної від β - до α -мезосапробної зони.

Таку ж оцінку сапробності дають і зоологічні дані. Розвиток зоопланктону характеризується величинами 513,800 екз. – 1,85 г/м³. На вказаній ділянці були зустрінуті коловертки, копеподи та кладоцери (табл. 1).

Донне тваринне населення – зообентос – помірно розвинений (2850 екз. – 5,5 г/м²). Домінуючими видами виявилися олігохети (*Limnodrilus michaelseni*, *L. udekemianus*, *L. hoffmeisteri*) та личинки хірономід (*Chironomus plumosus*, *Ch. salinaris*, *Cricotopus silvestris*, *C. algarum*) (табл. 2).

Нами досліджувалася також ліва притока р.Обіточної – р. Кільтичія в понизовій частині, нижче с. Дмитрівка. Загальна довжина річки 70 км, площа басейну 554 км², протікає по південних схилах Приазовської височини, має великий ухил до 2,5 м/км. У гирловій частині (за 0,8 км до впадіння) вона має природне, непорушене русло (ширина 5 м, глибина 0,8 – 1,2 м, швидкість течії -10 см/сек.) із натуральною заплавою.

Зазначена притока Обіточної має приблизно однакову з нею мінералізацію - 4210 мг/дм³, але співвідношення головних іонів трохи відрізняється. Серед аніонів домінували сульфати, як і в головній річці, а серед катіонів – кальцій. Це підтверджує метаморфозність складу головних іонів.

У пробах води відібраних в нижній частині річки, де відсутні значні джерела забруднення, органічних речовин у воді знайдено порівняно небагато. Величина ПО складала 12,2 мг О/дм³, БСК₅ – 2,7 мг О₂/дм³. Вміст біогених елементів також був невеликим, за виключенням мінерального фосфору, концентрація якого коливалася в межах 0,046 – 0,170 мг/дм³. Рівень

насичення води киснем був досить високим – складав 110%. Двоокис вуглецю у вільному стані був відсутній.

Розвиток зоопланктону складав 102430 екз. – 1054,2 мг/м³ і за групами поділяється на: копеподи – 23800 екз. – 508,1 мг/м³, коловертки – 68400 екз. – 221,4 мг/м³, кладоцери – 4760 екз. – 136,6 мг/м³ та бентосопланктон – 5470 екз. – 188,1 мг/м³. Середні величини розвитку зообентосу на цьому розрізі становили 3908 екз. – 13,0 г/м³. За біомасою домінували молюски (35 екз. – 6,6 г/м³), за чисельністю личинки хірономід (1800 екз. – 2,1 г/м³) та олігохети (1600 екз. – 2,0 г/м³). З інших груп зустрінуті п'явки (30 екз. – 0,15 г/м³), личинки волохокрильців (70 екз. – 0,8 г/м³) та деякі інші групи, на які припадає 240 екз. – 1,25 г/м³ (табл.2). За оцінками більшості гідробіологічних показників, у цілому, цю ділянку Кільтичії можна віднести до β- мезосапробної зони.

Висновки. Аналіз отриманих даних показав, що характер і особливості р. Обіточної і її вод за дослідженими показниками визначаються її положенням у степовій зоні України та інтенсивністю антропогенної діяльності у цій зоні.

Визначальним фактором порушення видової структури, кількісних показників та розподілу гідробіонтів по течії, як і раніше, є втрата р. Обіточною зв'язку з водними масами Азовського моря, а також гідролого-гідротехнічні перебудови річкової мережі. Внаслідок цього на р. Обіточній уповільнився річковий стік, змінилися гідрологічний і гідрохімічний режими річки, що суттєво вплинуло на якісний та кількісний склад гідрофауни.

Загалом, у середній ділянці р. Обіточної та притоці Кільтичії переважають реофільні види, а в нижній течії – лімнофільні види, що пов'язано з гідрологічними особливостями дослідженого району.

У гирловій ділянці річки, як і в інших приазовських річках, звичайними є евригалінні морські організми, а прісноводна фауна цієї ділянки є збідненою.

За складом гідрофауни, цей регіон характеризується значним розвитком реліктової фауни, яка залишилася тут з періоду солонуватоводної фази існування Понтійського басейну. Група понтичних реліктів та взагалі представники понто-каспійської фауни, проживають у пригирлових ділянках всіх приазовських річок.

Список літератури

1. *Поліщук В. В.* Гідрофауна річок Північного Приазов'я та біогеографічні особливості Приазовської височини / В. В.Поліщук // Малі водойми України та питання їх охорони. – К. : Наук. думка, 1980. – С. 46–82.
2. *Поліщук В. В.* Сучасний стан естуаріїв річок Українського Приазов'я з метою розробки рекомендацій щодо їх покращення / Поліщук В. В., Васильківська О. Б., Гарасевич І. Г. // Звіт з наукової роботи Національного Екоцентру України. – К., 1993. – 86 с.
3. *Дирипаско О. А.* Аналіз состава ихтиофауны малых рек северного Приазовья в связи с геоморфологическими особенностями их бассейнов / О. А. Дирипаско. // Гидробиол. жур-л. – 2002. – Т. 38, №3. – С. 52–59.
4. *Кулик П. Р.* Малі річки Запорізької області і їх проблеми / П. Р.Кулик // Зб. матеріалів міжнарод. конфер. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 29 бер. – 1 кв. 2007 р.). – С. 237–239.
5. *Васильковская О. Б.* Современное состояние и биогеографические особенности гидрофауны низовьев рек Северного Приазовья / О. Б. Васильковская // Рыбне хозяйство. – 2009. – Вып. 66. – С. 224–225.
6. Звіт за темою «Біогеографічні

комплекси та угруповання тварин України і суміжних регіонів (різноманіття, фауногенетичні та філогенетичні аспекти)»; розділ «Біогеографічні комплекси безхребетних гідрофауни Українського Приазов'я та динаміка їхніх змін в умовах антропогенного впливу за останнє сторіччя», ДР 0106U000433 / Л. М. Зуб, О. Б. Васильковська., Н. М. Барщевська; Ін-т зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України. – К., 2006–2010. **7. Жадин В. И.** Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных / В. И. Жадин // Жизнь пресноводных вод СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т.4, ч.1. – С. 279–382. **8. Алмазов А. М.** Гидрохимия устьевых областей рек / А. М. Алмазов. – К. : Изд-во АН УССР, 1962. – 256 с. **9. Алекин О. А.** Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с. **10. Алекин О. А.** Руководство по химическому анализу вод суши / Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – 138 с. **11.** Обобщение перечня предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водорыбохозяйственных водоемов / Минрыбхоз СССР. – М.,1990. **12. Мордухай-Болтовской Ф. Д.** Донная фауна дельт понто-каспийских рек / Ф. Д. Мордухай-Болтовской // Тр. Всесоюзного гидробиол. об-ва. – М., 1961. – Т. XI. – С. 136–149. **13. Лубянов И. П.** Некоторые особенности распространения донной фауны в малых реках северного Приазовья / И. П. Лубянов. // Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. – М.-Л. : изд-во АН СССР. 1961. – С. 354–358. **14. Анистратенко В. В.** Некоторые беспозвоночные макробентоса (Gastropoda, Arthropoda) в лиманах Северного Причерноморья: обзор фауны и эколого-географическая характеристика / Анистратенко В. В., Васильковская О. Б., Барщевская Н. Н. // Вестник зоологи. – 2011. – №5, Т.45. – С. 393–403. **15. Мельников Г. Б.** Гидробиологическая рыбохозяйственная характеристика малых рек Северного Приазовья в связи с современным их состоянием / Г. Б. Мельников, А. М. Чаплина // Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. – М.-Л.: из-во АН СССР, 1961.– С. 336–345.

Деякі особливості сучасного гідрохімічного та гідробіологічного стану р. Обіточної

Васильковська О.Б., Барщевська Н.М.

Досліджено за період 2006-2010 рр. деякі показники гідрохімічного та гідробіологічного стану середньої течії та пониззя р. Обіточної та дана оцінка антропогенного впливу на них.

Ключові слова: гідрохімічний режим; зоопланктон; зообентос; річка Обіточна.

Некоторые особенности современного гидрохимического и гидробиологического состояния р. Обиточной

Васильковская О.Б., Барщевская Н.Н.

Исследованы за период 2006-2010 гг. особенности современного гидрохимического и гидробиологического состояния р. Обиточной и дана оценка антропогенного влияния на них.

Ключевые слова: гидрохимический режим; зоопланктон; зообентос; река Обиточная.

Some peculiarities of modern hydrological, hydrochemical and hydrobiological state of the Obitochna river

Vasilkovskaya O., Barshchevskaya N.

One has conducted a research of the modern hydrochemical, hydrobiological state of the river Obitochnaya for the period from 2006 to 2010. In addition, one has assessed the impact of the anthropogenic factor on the aforesaid processes.

Keywords: hydrochemical conditions; zooplankton; zoobenthos; river Obitochnaya.

Надійшла до редколегії 26.07.2012

УДК 551.58

Балабух В.А.

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт МЧС и НАН Украины, г.Киев

**РЕГИОНАЛЬНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА В БАССЕЙНЕ Р. ДНЕСТР**

Ключевые слова: региональные изменения климата, проекции климата, стихийные явления, экстремальные условия погоды, бассейн реки Днестр

Актуальность. Проблема изменения климата является одной из главных проблем развития мирового сообщества, которая затрагивает не только научные, но и экономические и социальные аспекты его развития. В последние 1,5-2 десятилетия эта проблема стала настолько серьезной, что сказывается уже не только на экономике стран, но и на их социальной и политической жизни. Исследования климатических изменений на глобальном, региональном и национальном уровнях приобретают ключевое значение в обосновании и реализации национальной политики и мер по адаптации к изменениям климата. Важное место при решении этой проблемы занимают исследования изменений региональных климатов, поскольку последствия изменения глобального климата по-разному проявляются в разных регионах. Эти исследования необходимы для оценки уязвимости населения, секторов экономики и экосистем к изменению климата, разработки региональных адаптационных мер, которые позволят предупредить возможный ущерб различным отраслям экономики и населению страны.

Исследованию изменения глобального и регионального климата посвящено много работ во всем мире. Над этой проблемой работают многие научные коллективы. Среди них ключевое место занимает Международная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), созданная Всемирной метеорологической организацией. В оценочных докладах МГЭИК представлена обобщенная информация об изменении климата и их последствиях во всех странах [1]. Во многих странах издаются Национальные доклады по изменению климата, в которых отображаются особенности изменения климата в этом регионе.

В Украине результаты таких исследований представлены в Третьем, четвертом и пятом национальном сообщении Украины по вопросам

изменения климата [2–4]. В этих работах большое внимание уделяется изменению средней годовой и месячной температуры воздуха, суммы осадков, опасных явлений погоды в Украине. При этом региональные изменения этих параметров не описываются, хотя они нередко имеют различные проявления в разных регионах. Отсутствует также информация об изменении атмосферных процессов, а они являются основным климатообразующим фактором.

Исследования изменения климата в бассейне р. Днестр проводились в рамках международного проекта «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменениям климата в бассейне реки Днестр», который внедряется Environment Division UN Economic Commission for Europe (UNECE) в сотрудничестве с ENVSEC, ОБСЕ та UNEP.

Целью этого исследования является описание региональных особенностей климата в бассейне р. Днестр, выявление изменения параметров климатической системы в регионе в период с 1961 по 2010 гг, определение их значимости, региональных особенностей.

Материалы и методы исследований. Исследование климатических условий и их изменения в бассейне р. Днестр проводились по данным сети наблюдений гидрометеорологической службы Украины и Молдовы за период 1961–2010 гг. Статистическая характеристика изменения во времени повторяемости экстремальных погодных условий и интенсивности процессов, которые их обуславливают, осуществлялась с помощью анализа временных рядов. Для обоснования структурных колебаний применялся математический аппарат, представленный автокорреляционным и спектральным анализом [5–7]. Поскольку по данным автокорреляционного и спектрального анализов было установлено, что для рядов годового количества случаев с экстремальными погодными условиями характерно наличие периодичности и тренда, дальнейший анализ их динамики проводили, используя методы сезонной декомпозиции, которые предусматривают корректировку ряда при появлении выбросов, что очень важно при исследовании экстремальных явлений [9]. Небольшая длина изучаемых рядов не позволяет исключить из них отдельно периодическую составляющую и тренд, поэтому в исследуемом ряду определялась тренд-циклическая составляющая, сезонная компонента и случайные колебания. Необходимая форма тренда рассчитывалась для полученного сглаженного ряда и оценивалась с помощью регрессионного анализа. Определялась статистическая значимость трендов с 99%-ным доверительным уровнем ($p \leq 0,01$). Расчеты проводились с помощью пакета STATISTICA [8].

Полученные результаты. Анализ данных метеорологических наблюдений в бассейне р. Днестр позволил выявить характерные черты климата в регионе. Климат в бассейне р. Днестр умеренно-континентальный. Его формируют умеренно-континентальные воздушные массы, которые являются господствующими в Украине и Молдове. Территорией региона они перемещаются преимущественно из северо-запада на юго-восток, а в нижнем течении с севера на юг (рис. 1).

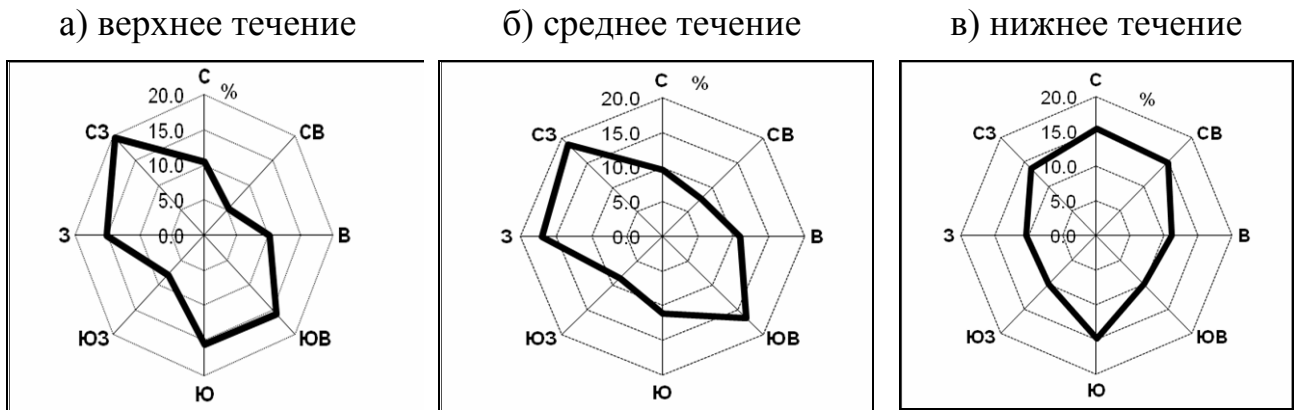


Рис. 1. Повторяемость (%) ветра различных направлений в бассейне Днестра

Средняя годовая температура в бассейне Днестра колеблется от $5,3^{\circ}\text{C}$ в верхнем течении, на северных склонах Украинских Карпат до $9,3^{\circ}\text{C}$ в нижнем течении на Причерноморской низменности (рис.2). Для холодного периода года характерно однородное распределение средней за месяц температуры воздуха с минимумом в январе. Отрицательная температура воздуха наблюдается еще и в марте, преимущественно в верхнем течении, однако с этого месяца начинается ее быстрый рост и в апреле она становится на $10-12^{\circ}\text{C}$ выше, чем в феврале.

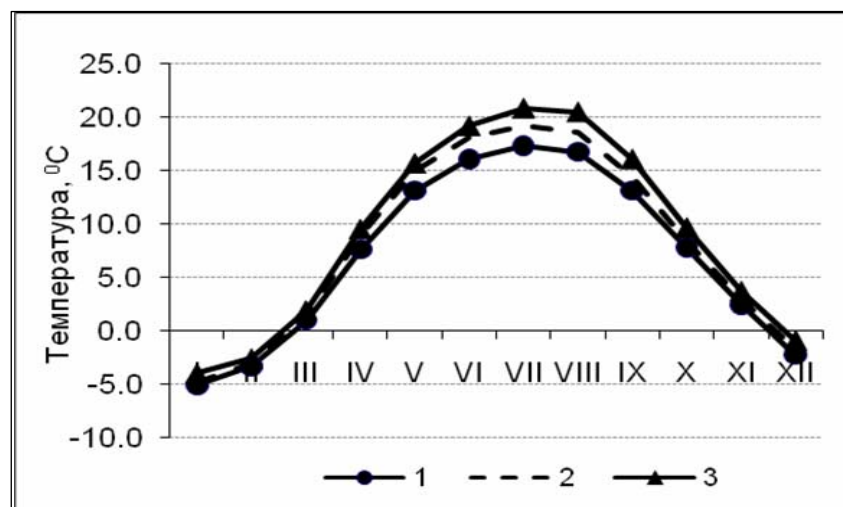


Рис. 2. Годовой ход средней месячной температуры воздуха в бассейне Днестра: 1-верхнее течение, 2- среднее , 3- нижнее

Именно с этого месяца происходит интенсивное нагревание приземного слоя атмосферы на юге региона и становится ощутимой разница температуры воздуха в верхнем и нижнем течении Днестра, которая достигает максимума ($3-4^{\circ}\text{C}$) в летние месяцы и сохраняется до октября. Самым теплым месяцем является июль. Средняя за месяц температура воздуха колеблется от $15-18^{\circ}\text{C}$ в верхнем течении до $20-22^{\circ}\text{C}$ - в нижнем. С августа наблюдается значительное снижение температуры, которое составляет в среднем 5°C за месяц и сохраняется до декабря. В декабре устанавливается зимнее распределение температуры воздуха. Средняя

температура месяца становится отрицательной и колеблется от -1 до -3 °C и ниже.

Годовой ход средней максимальной и минимальной температуры воздуха аналогичен годовому ходу средней температуры: самая низкая температура наблюдается в январе (максимальная от $-0,5$ °C на юге до $-2,6$ °C в Прикарпатье, минимальная от $-6,0$ °C до $-9,0$ °C, соответственно). На протяжении года отрицательная средняя максимальная за месяц температура наблюдается в январе и феврале, а на юге лишь в январе. Отрицательная средняя минимальная температура в бассейне Днестра отмечается с ноября по март, а в нижнем течении – с декабря по март.

На протяжении суток температура воздуха меняется неравномерно. Интенсивное повышение температуры происходит после восхода Солнца и до 12 часов, потом ее рост замедляется и в 14-15 час. достигает максимума. После 15 часов начинается постепенное снижение температуры и перед восходом Солнца отмечается ее минимум. Минимальная суточная амплитуда температуры наблюдается в холодный период.

В теплый период, после устойчивого перехода средней суточной температуры через 20 °C создаются условия для формирования жаркой, знойной погоды. На протяжении года наиболее благоприятные условия для возникновения такого явления отмечаются в нижнем течении Днестра. В этом регионе наблюдается 18-20 дней и более, когда максимальная за сутки температура превышает 30 °C.

Жара бывает преимущественно в июле-августе, но может также отмечаться в мае и сентябре – 1-2 дня. В среднем течении Днестра такое явление наблюдается в три раза реже, а в верхнем отмечается 1-4 дня на год, преимущественно летом. В бассейне Днестра возможно также появление очень жарких дней, когда максимальная температура воздуха может достигать 35 °C и выше. Такие погодные условия являются стихийным метеорологическим явлением в Украине и наблюдаются 2-4 дня за десять лет в нижнем и среднем течении Днестра и один день за десять лет и реже в верхнем течении.

Значительное снижение температуры воздуха в бассейне Днестра может возникать с ноября по март, при этом в январе и феврале его вероятность наибольшая. Обуславливают такие погодные условия холодные арктические воздушные массы, которые распространяются в антициклонах из северо-востока, севера или северо-запада. Устанавливается холодная антициклонная погода, при которой арктический воздух испытывает дополнительное радиационное выхолаживание, которое приводит к значительному снижению температуры.

Чаще всего холодная, морозная погода наблюдается в верхнем течении Днестра, расположенном в Украинских Карпатах. В этом регионе за год температура воздуха ниже -10 °C наблюдается больше месяца, ниже -15 °C – вдвое реже (14-15 дней), а ниже -25 °C бывает в среднем 1-2 дня за год. Очень редко – 6-8 дней за 100 лет возможны морозы ниже -30 и -35 °C. В нижнем

течении Днестра морозы ниже $-10 - -20^{\circ}\text{C}$ бывают в 1,5-3 раза реже, а ниже -30°C бывают крайне редко и с 1961 по 2010 гг. не наблюдались.

Продолжительность безморозного периода колеблется от 130 дней в верховье Днестра до 200 дней и больше в нижнем течении. На юге региона заморозки начинаются во второй декаде октября и могут наблюдаться до конца апреля, на севере – возможны с третьей декады сентября до второй декады мая.

Важной характеристикой климата является режим увлажнения, который можно охарактеризовать с помощью осадков. Основной закономерностью пространственного распределения осадков в Украине является их уменьшение с севера и северо-запада на юг и юго-восток. Бассейн Днестра принадлежит к регионам, в которых осадки распределены очень неравномерно. В верхнем течении Днестра за год выпадает 600-900 мм и более, в среднем, на склонах Волыно-Подольской возвышенности – 550-600 мм и более, а в нижнем течении – 500-450 мм и менее.

Преобладающее количество осадков (около 70%) наблюдается в теплый период (апрель-октябрь) с максимумом (около 30% годового количества) в июне-июле. Они имеют преимущественно ливневый характер. В холодный период на юге региона осадков выпадает на 5-7% больше, чем на севере. На этой территории наиболее засушливым является октябрь и март, а в верхнем течении – январь и февраль. За месяц в этот период выпадает 5-6% от годового количества осадков. Осенью осадков выпадает больше чем весной. В нижнем течении наблюдается увеличение осадков в зимнее время (рис.3).

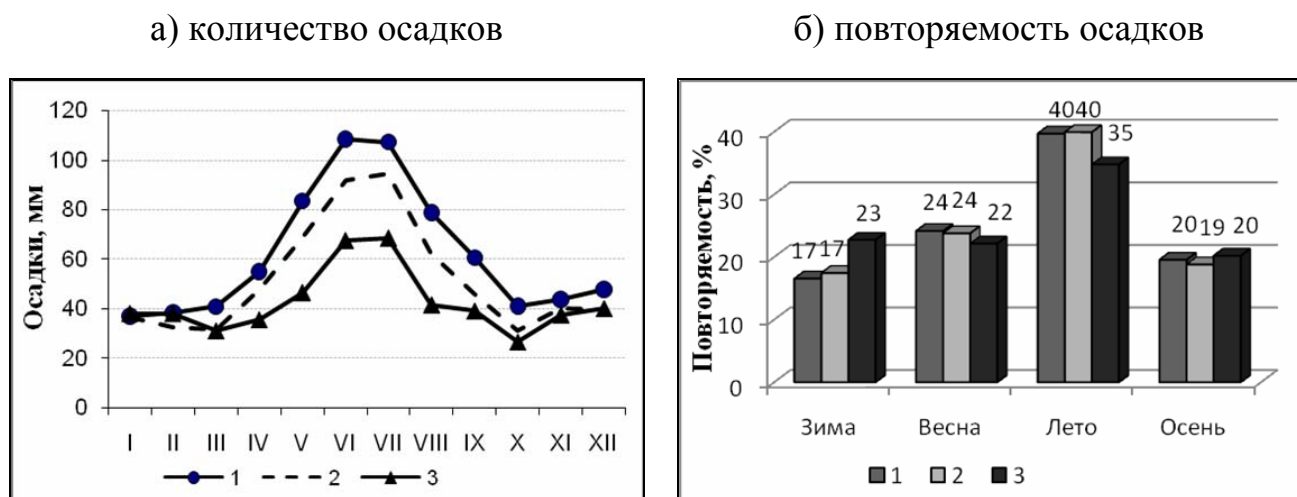


Рис. 3. Годовой ход количества осадков (мм) и их повторяемости (%) по сезонам в бассейне Днестра: 1-верхнее течение, 2- среднее течение, 3-нижнее течение

За сутки в бассейне Днестра выпадает в среднем за год 4-5 мм. Наименьшее среднее суточное количество осадков наблюдается в зимние месяцы (2,5-3,5 мм), летом оно увеличивается в два – три раза и превышает 7 мм в июле. При этом в теплый период года в нижнем течении Днестра осадков за сутки выпадает меньше, чем в среднем и верхнем течении, а в холодный больше. Частота выпадения осадков уменьшается с увеличением

их количества. За год в бассейне Днестра наблюдается более 150 дней с осадками (больше 0,1 мм за сутки). При этом осадки, которые превышают 5 мм за сутки, бывают больше месяца, 10 мм за сутки и больше – две-три недели. Сильные осадки, когда за сутки выпадает более 20 мм, наблюдаются около одной недели в году и один-два дня за год бывают осадки более 30 мм. Годовой ход числа дней с осадками менее 1 мм имеет два годовых максимума: один в декабре, а второй в июне-июле. Осадки более 5, 10 и 20 мм за сутки наблюдаются преимущественно в июне, а больше 30 мм – в июле. В верхнем течении Днестра осадки бывают значительно чаще, чем в нижнем, при этом дней с осадками, которые могут повлиять на речной сток (5 мм и более за сутки) в этом регионе на треть больше.

В Украине дождь, во время которого на селе- и ливнеопасной территории (к которым принадлежит значительная часть бассейна Днестра) выпадает 30 мм и более за 12 часов и менее, считают очень сильным и относят к стихийным явлениям погоды. Дождь, во время которого за 12 часов и менее выпадает 15-29 мм, принадлежит к опасным явлениям погоды.

Наблюдаются очень сильные дожди в бассейне Днестра на протяжении всего года. Такая же повторяемость осадков по месяцам характерна и для верхнего течения Днестра. При этом летом отмечается около 75% всех случаев. Наиболее опасным является июль. Именно в этом месяце бывает треть всех стихийных осадков в этом регионе. В среднем течении Днестра очень сильные дожди отмечаются с апреля по ноябрь с максимумом в июне-июле. В августе и сентябре их бывает меньше, чем в июне и мае. В нижнем течении Днестра очень сильные осадки образуются с апреля по октябрь. Летом бывает почти 65% всех случаев, половина из них в июле. В августе и сентябре их наблюдается значительно больше, чем в июне и мае.

Количество осадков, которые выпадают во время очень сильных дождей в бассейне Днестра, колеблется в пределах 30-60 мм. При этом за 12 часов и менее выпадает в среднем около 40 мм. Осадки больше 100 мм за 12 часов бывают очень редко (2%) и преимущественно в среднем и верхнем течении. В нижнем течении реки дожди имеют большую интенсивность, чем в верхнем, что является следствием развития интенсивной конвекции в этом регионе.

Стихийные осадки в бассейне Днестра наблюдаются каждый год. При этом в пункте наблюдений за 10 лет регистрируется 10-15 случаев дождя такой интенсивности. В верхнем течении реки их бывает почти на 50% больше, чем в нижнем. Начинаются они преимущественно во второй половине дня, в момент максимального развития конвекции, с 12 до 18 часов.

Опасные дожди (15-29 мм/12ч.) в бассейне Днестра наблюдается каждый год, как в теплый, так и холодный период (при положительной температуре воздуха). При этом их отмечается в четыре раза больше, чем стихийных: 4-6 случаев в пункте наблюдений за год. Вероятность образования осадков такой интенсивности на юге бассейна вдвое больше, чем на севере.

Наибольшая повторяемость отмечается летом, с максимумом в июле (20-25%). В нижнем течении Днестра осенью сильных дождей бывает

значительно больше, чем весной. При этом в сентябре наблюдается второй максимум их повторяемости. В верхнем и среднем течении наоборот, осенью интенсивность осадкообразующих процессов уменьшается и сильных дождей бывает меньше, чем весной.

Устойчивый снежный покров в бассейне Днестра наблюдается лишь в верхнем и среднем течении. Снег появляется в начале ноября (верхнее течение), а с конца декабря к первой декаде марта - на протяжении более двух месяцев (в Карпатах – трех месяцев) сохраняется устойчивый снежный покров с максимальными высотами 30-40 см. На юге, в нижнем течении Днестра, снежный покров появляется в начале декабря и исчезает в начале марта. Максимальная высота снежного покрова может достигать 18-20 см, при этом устойчивый снежный покров не образуется.

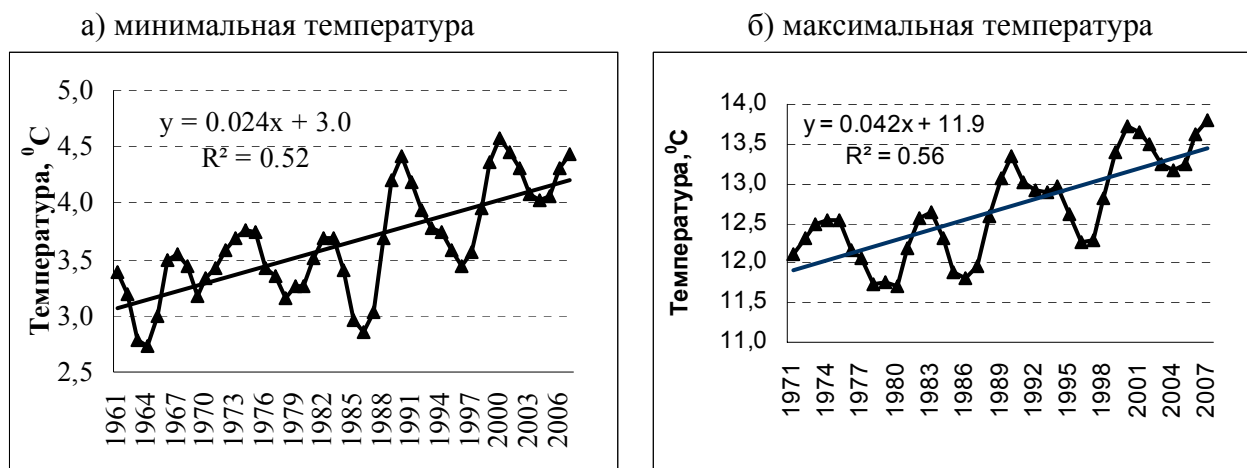
Каждый год в бассейне Днестра наблюдаются сильные снегопады, когда за 12 часов и менее выпадает более 7 мм осадков. Во время таких снегопадов выпадает в среднем 10 мм, хотя иногда их количество может достигать 20 мм и более. Возникают они преимущественно в период с октября по апрель и наибольшую повторяемость (более 75%) имеют в январе-феврале.

Изменение климатических условий в бассейне р. Днестр в конце XX – начале XXI в. Одним из главных проявлений региональных климатических изменений в бассейне Днестра на фоне глобальных процессов потепления является существенное повышение температуры воздуха, изменение структуры атмосферных осадков, увеличение количества стихийных метеорологических явлений и экстремальных погодных условий.

Средняя ежемесячная температура воздуха в регионе за последние два десятилетия существенно изменилась по сравнению с периодом 1961-1990 гг. Температура воздуха стала выше во все сезоны и в целом за год (табл. 1). Средняя годовая температура воздуха за последние двадцать лет (1991-2010 гг.) в бассейне р. Днестр выросла на 0,7 -0,8 °С относительно климатической нормы (1961-1990 гг.). Наибольшие изменения термического режима отмечаются в летний и зимний сезоны. Их средняя температура выросла, соответственно, на 1,1-1,3°С и 0,8-1,1°С. При этом наиболее существенно повысилась температура воздуха в январе, июле и феврале, особенно в среднем течении Днестра. Весной стало теплее на 0,7-0,8 °С. Этот рост обусловлен повышением температуры в марте (0,9-1,4 °С) Температура воздуха осенью изменилась незначительно. Однако в этом сезоне также наблюдается тенденция к ее повышению.

Рост средней годовой и месячной температуры сопровождается увеличением минимальной и, особенно, максимальной температуры воздуха на протяжении всего года (рис.4, табл.1). При этом, в холодный период отмечается существенный рост минимальной температуры, а в теплый – максимальной. За последние двадцать лет средняя за год максимальная температура воздуха в бассейне Днестра выросла на 0,9-1,0°С, а минимальная – на 0,6-0,7°С. Наиболее существенно увеличились экстремальные температуры летом (максимальная на 1,4-1,7 °С, а минимальная на 0,8-1,2°С) и зимой (на 1,1°С, и 0,7- 1,0 °С, соответственно).

При этом минимальная температура воздуха наиболее повысилась в январе, а максимальная – в июле. Весной средняя максимальна температура выросла на 1,0-1,1 °С, а минимальная только на 0,3-0,4 °С. Осенью экстремальные температуры изменились незначительно.



▲ 1, — 2

Рис. 4. Межгодовая изменчивость минимальной и максимальной за год температуры воздуха в бассейне р. Днестр:

1 – тренд-циклическая составляющая, 2 – тренд

Таблица 1. Изменение приземной температуры воздуха в бассейне Днестра в 1991-2010 гг. относительно климатической нормы

Месяц, сезон	Средняя температура			Средняя максимальная температура			Средняя минимальная температура		
	В	С	Н	В	С	Н	В	С	Н
I	1.8	2.0	1.4	1,7	1,7	1,4	2.1	2.3	1.5
II	1.3	1.5	1.4	1,6	1,8	2,1	1.3	1.2	0.8
III	0.9	1.4	1.3	1,2	1,9	2,0	0.7	0.8	0.9
IV	0.6	0.5	0.5	0,9	0,7	0,6	0.2	0.2	0.4
V	0.6	0.3	0.3	1,1	0,7	0,5	0.2	-0.2	0.1
VI	0.8	0.6	0.8	1,3	1,0	0,8	0.5	0.2	0.7
VII	1.6	1.5	1.7	2,0	1,9	1,8	1.2	1.1	1.5
VIII	1.4	1.2	1.5	1,7	1,6	1,6	1.3	1.0	1.4
IX	-0.2	-0.1	-0.2	-0,2	-0,5	-0,5	-0.1	0.2	0.2
X	0.2	0.3	0.4	0,2	0,2	0,3	0.3	0.5	1.0
XI	0.3	0.4	0.3	0,6	0,7	0,4	0.1	0.2	0.6
XII	-0.3	-0.4	-0.4	-0,1	-0,3	-0,3	-0.2	-0.4	-0.3
Зима	1.0	1.1	0.8	1,1	1,1	1,1	1.0	1.0	0.7
Весна	0.7	0.8	0.7	1,1	1,1	1,0	0.4	0.3	0.4
Лето	1.3	1.1	1.3	1,7	1,5	1,4	1.0	0.8	1.2
Осень	0.1	0.2	0.1	0,2	0,1	0,0	0.1	0.3	0.6
ГОД	0.8	0.8	0.7	1,0	0,9	0,9	0.6	0.6	0.7

В – верхнее течение; С – среднее течение, Н – нижнее течение.

Изменение экстремальных температур в регионе привело к уменьшению их годовой амплитуды. При этом в теплый период года месячная амплитуда температуры увеличивается, а в холодный – уменьшается.

Повышение приземной температуры воздуха в бассейне Днестра привело к тому, что в регионе увеличилось число жарких дней (T_{cp} выше 25 и 30°C) и количество тропических ночей ($T_{мин}$ выше 20°C), уменьшилось число дней с морозом (рис. 5).

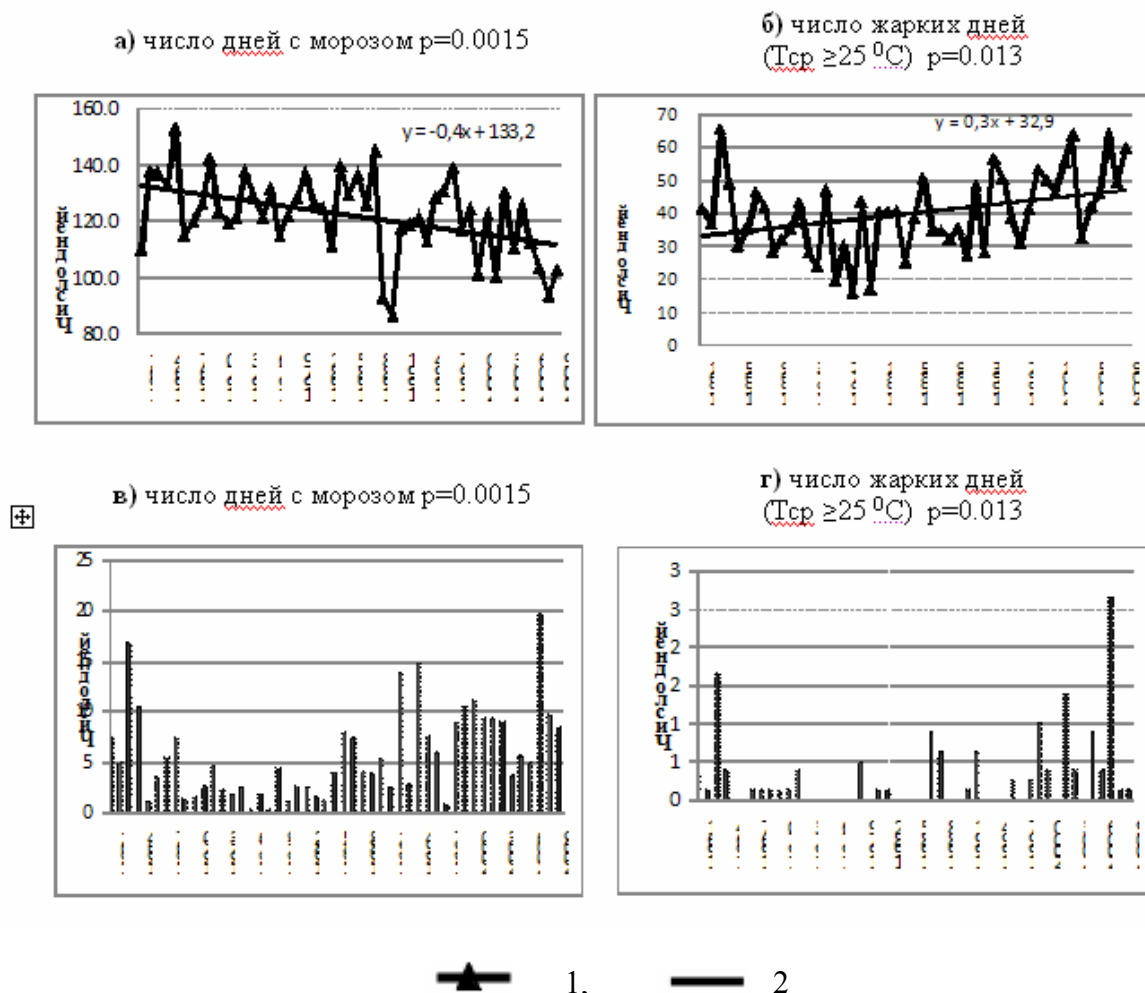
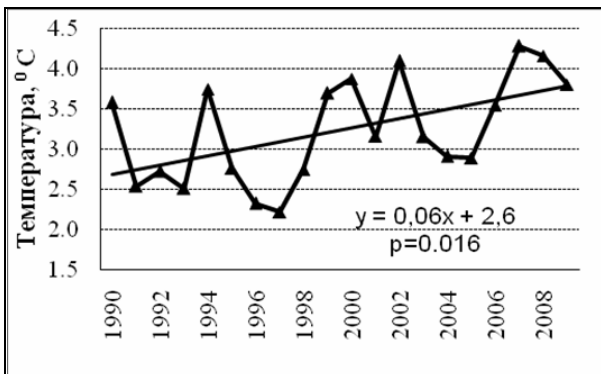


Рис. 5. Изменение числа дней с экстремальными температурами в бассейне Днестра: 1 – тренд-циклическая составляющая, 2 – тренд.

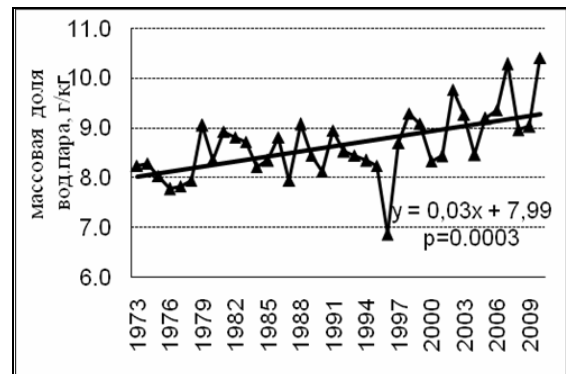
Как отмечалось ранее [9, 10] в Украине наблюдается устойчивая тенденция к увеличению неустойчивости атмосферы. Анализ толщины нижнего 5 км слоя тропосферы за теплый период в бассейне Днестра показал, что в этом регионе с середины 90-х гг. XX столетия также наблюдается интенсивный рост не только приземной температуры, но и средней температуры тропосферы (о чем свидетельствует увеличение толщины слоя 1000-500 гПа). Вместе с ростом влагосодержания атмосферы это привело к повышению уровня конвекции и мощности конвективно-неустойчивого слоя атмосферы почти на 100 гПа, а также существенному увеличению величины конективно-доступной потенциальной энергии и, соответственно, скорости

вертикальных движений. В последние годы эта тенденция значительно усилилась (рис. 6).

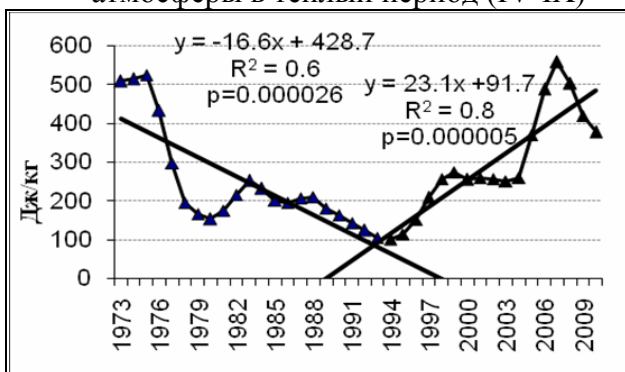
а) среднегодовая температура воздуха на высоте 850гПа



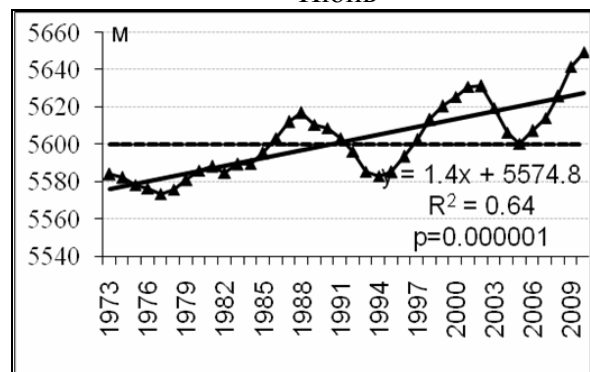
б) среднегодовая величина массовой доли водяного пара на высоте 850гПа



в) средняя величина энергии неустойчивости атмосферы в теплый период (IV-IX)



г) средняя толщина слоя 1000-500гПа. Июнь



▲ 1, — 2 - - - - 3

Рис.6. Изменение состояния нижней тропосферы. Черновцы.

1 – тренд-циклическая составляющая, 2 – тренд., 3 – толщина слоя 1000-500гПа, выше которой возможно образование сильных осадков

Вследствие таких изменений в бассейне Днестра выросло количество атмосферных осадков в теплый период года. Этот рост был обусловлен значительным увеличением количества осадков в августе-октябре, которое местами достигало более 50% и наиболее проявилось в среднем и нижнем течении. При этом в зимние месяцы количество осадков уменьшилось также местами на 20-30%, т.е. в бассейне Днестра выросла годовая амплитуда осадков.

Исключением является правобережье верхнего течения Днестра. В этом регионе увеличение осадков наблюдается на протяжении всего года: годовое количество осадков за последние двадцать лет по сравнению с климатическим периодом увеличилось почти на 10%. Этот рост обусловили осадки холодного периода. В целом, на протяжении последних 30 лет, в бассейне Днестра годовое количества осадков существенно не изменилось (табл. 2).

Таблица 2. Изменение (%) количества осадков за месяц, сезон, год в бассейне Днестра в 1991-2010 гг. относительно климатической нормы

Месяц, сезон	Верхнее течение	Среднее течение	Нижнее течение	Бассейн Днестра
I	-17.3	-22.1	-22.3	-12.9
II	12.8	-11.0	-27.3	-7.4
III	-46.5	9.6	3.8	8.4
IV	-2.2	-0.6	-15.1	-2.8
V	42.3	-7.5	5.7	-0.4
VI	51.6	-19.5	-10.3	-13.6
VII	-29.4	10.7	-8.7	3.6
VIII	2.9	13.1	12.8	4.5
IX	-9.5	47.6	49.3	34.2
X	-1.6	20.3	39.2	30.4
XI	-21.0	-1.6	9.5	1.7
XII	-25.7	-19.5	-17.2	-10.0
Зима	-15.6	-17.8	-22.2	-10.2
Весна	-6.0	-1.6	-1.4	-6.7
Лето	-0.7	0.1	-4.3	-2.6
Осень	-8.7	23.5	32.2	22.9
Год	-6.1	1.0	-0.3	1.9

Анализ структуры осадков в бассейне Днестра показал, что в теплый период года около 30% осадков в этом регионе выпадает в виде сильных и очень сильных дождей. За последние 30 лет вклад опасных и стихийных дождей в общую сумму осадков теплого периода и, соответственно, годовую сумму увеличивается. Этот рост составляет 7% за 10 лет.

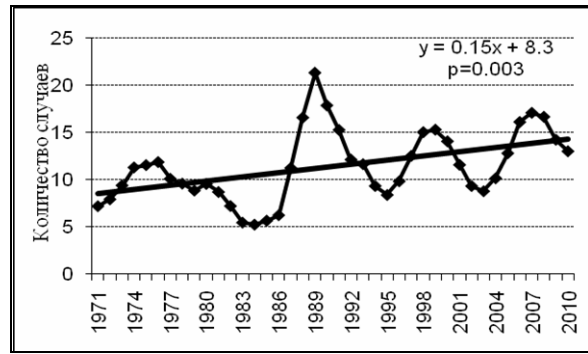
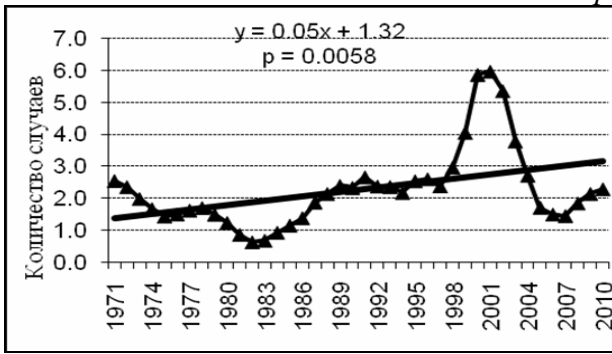
Выросла также интенсивность осадков, увеличилось количество случаев сильных и очень сильных дождей, а также период, на протяжении которого они достигают своего максимума (рис. 7). Это свидетельствует о том, что в регионе увеличивается ливневая составляющая осадков: за один дождь может выпасть месячная и более сумма осадков, при этом продолжительность бездождевого периода увеличилась. Поскольку эти изменения в теплый период наблюдаются на фоне увеличения температуры воздуха, то они привели к росту засушливости в регионе. Наиболее ярко это явление проявилось в среднем и нижнем течении Днестра. В этом регионе сильные и очень сильные осадки стали возникать и достигать своего максимума раньше, чем в предыдущие десятилетия. Большое количество случаев сильных дождей наблюдается уже не только в июле, но и в августе, а также, в отдельные годы, и в сентябре.

В холодный период наблюдается увеличение интенсивности сильных снегопадов и количества случаев с этим явлением, а также сильных дождей.

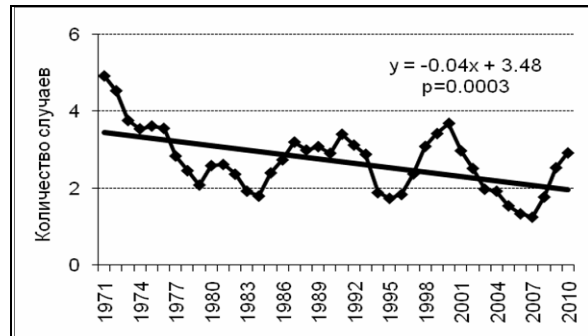
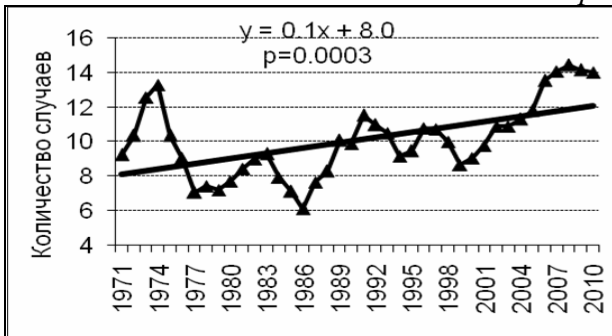
а) сильный дождь
(15-29мм/12год)

б) очень сильный дождь
(более 30мм/12час)

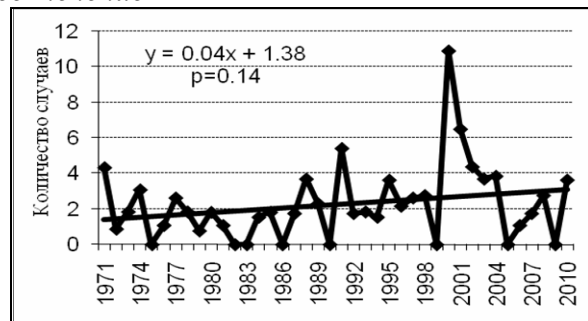
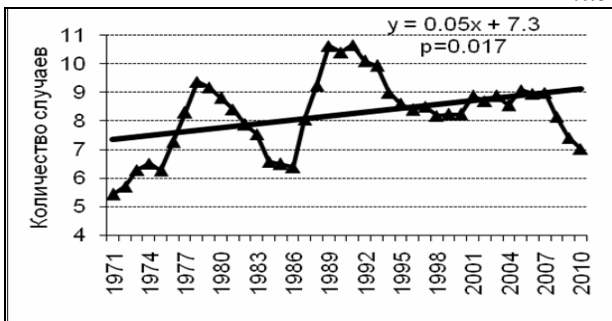
верхнее течение



среднее течение



нижнее течение



▲ 1, ■ 2, — 3

Рис. 7. Изменение годового количества случаев сильных и очень сильных в бассейне Днестра:

1 – тренд циклическая составляющая количества случаев сильных дождей, 2 – тренд циклическая составляющая количества случаев очень сильных дождей, 3 – тренд

Выводы. Таким образом, изменение климата, которое наблюдается на нашей планете, прослеживается и в бассейне Днестра, но имеет свои территориальные особенности. Повышение температуры воздуха отмечается во все сезоны и в целом за год. При этом наибольшие изменения наблюдаются в летний и зимний сезоны. Рост средней годовой и месячной температуры сопровождается увеличением минимальной и, особенно, максимальной температуры воздуха на протяжении всего года, при этом, в холодный период отмечается существенный рост минимальной температуры, а в теплый – максимальной. Рост температуры воздуха обусловил увеличение

продолжительности теплого периода (за счет более раннего начала), вегетативного периода и периода с активной вегетацией, что вместе с существенным ростом минимальной температуры в холодный период, создало более благоприятные условия для выращивания теплолюбивых культур.

Увеличение температуры воздуха наблюдается не только у земной поверхности, но и во всей толще нижней тропосферы, что привело к росту неустойчивости атмосферы, скорости вертикальных движений. Вследствие таких изменений увеличилась максимальная интенсивность осадков, количество сильных и очень сильных дождей и их вклад в сумму осадков теплого периода и соответственно, годовую сумму. Эти факторы свидетельствуют об изменении структуры осадков в регионе – увеличении ливневой составляющей и приводят к увеличению количества и интенсивности паводков в регионе.

Количество осадков за год существенно не изменилось, но произошло их существенное перераспределение по сезонам: уменьшение зимой и увеличение осенью. Эти изменения усиливаются от верхнего к нижнему течению Днестра. Увеличение ливневой составляющей осадков летом, которое наблюдается на фоне увеличения температуры воздуха, привело к росту засушливости в регионе. Наиболее ярко это явление проявилось в среднем и нижнем течении Днестра.

Перспектива дальнейшего исследования в этом направлении состоит в изучении механизмов, которые приводят к выявленным изменениям климата в бассейне Днестра и, прежде всего, в исследовании изменения атмосферных процессов в этом регионе. Очень важным является изучение влияния изменения климатической системы на различные сферы экономики, экосистемы, жизнедеятельность населения в регионе. Необходима также разработка региональных сценариев изменения климатической системы, как на ближайшую, так и на отдаленную (до 2100 г.) перспективу. Результаты этих исследований могут быть использованы при разработке региональных планов по адаптации к изменению климата.

Список литературы

1. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури, Р.К., Райзингер, А., и осн. группа авторов (ред.)]. – МГЭИК, Швейцария, 1– 04 с.
2. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Бедрицкий А.И., Блинов В.Г. и др.]. Т.1. Изменение климата. – М. : Росгидромет, 2008 – 278 с.
3. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Бедрицкий А.И., Блинов В.Г. и др.]. Т.2. Последствия изменение климата. – М. : Росгидромет, 2008 – 291 с.
4. Третье, четвертое и пятое национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. – К., 2009 – 236 с.
5. *Андерсон Т.* Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон. – М. : Мир, 1976. – 757 с.
6. *Кендалл М.* Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М. : Наука, 1976.– 736 с.
7. *Пановский Г. А.* Статистические методы в метеорологии / Г. А. Пановский, Г. В. Брайер. – Л. : Гидрометеиздат, 1967. –

241с. **8.** *Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В. Боровиков. – СПб. : Питер, 2003. – 688 с.* **9.** *Балабух В. А. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине / В. А. Балабух // Глобальные и региональные изменения климата ; [под ред. Осадчего В.И.] – К. : Ника-Центр, 2011. – С. 161–173.* **10.** *Балабух В. О. Мінливість дуже сильних дощів та сильних злив в Україні / В. О. Балабух // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2008. – Вип. 257. – С. 61-72.*

Регіональний прояв глобальної зміни клімату в басейні р. Дністер

Балабух В.О.

У статті приведена кліматична характеристика басейну р. Дністер з деталізацією по регіонах: верхня течія, середня та нижня. Виявлені регіональні особливості зміни термічного режиму, режиму зволоження та екстремальних явищ погоди.

***Ключові слова:** регіональні зміни клімату; проєкції зміни клімату; стихійні явища погоди; екстремальні умови погоди; басейн річки Дністер.*

Региональное проявление глобального изменения климата в бассейне р.Днестр

Балабух В.А.

В статье приведена климатическая характеристика бассейна р.Днестр с детализацией по регионам: верхнее течение, среднее и нижнее. Выявлены региональные особенности изменения термического режима, режима увлажнения и экстремальных явлений.

***Ключевые слова:** региональные изменения климата, проєкции климата, стихийные явления, экстремальные условия погоды, бассейн реки Днестр.*

Regional climate change in the Dniester River Basin

Balabukh V.

The article describes the climatic characteristic of Dniester River Basin with a breakdown by region: upstream, middle and lower. Identify regional peculiarities of change of the thermal regime, the regime of humidity and extreme weather events.

***Keywords:** regional climate changes; projections of climate change; dangerous phenomena of weather; extreme conditions of weather; Dniester River Basin/*

Надійшла до редколегії 05.10.2012

УДК 911.2

Гайдай С.В., Кулініч М.Т., Кулініч А.Т.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

РІВЕНЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ЛІКУВАЛЬНИХ ВОД В УКРАЇНІ

***Ключові слова:** мінеральні води, родовища мінеральних вод, експлуатаційні запаси мінеральних вод, прогностичні ресурси мінеральних вод.*

Постановка проблеми. Використання мінеральних вод для бальнеологічних потреб відоме з давніх часів. Небагато регіонів світу володіють таким розмаїттям мінеральних вод, яке знаходиться на території України. Перспективи ж використання цих ресурсів в майбутньому.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

визначаються дією цілого ряду чинників. На основі мінеральних вод в Україні сформувалася потужна мережа курортів. Але існуючі особливості сучасного використання цього виду природних ресурсів вимагають їхнього подальшого дослідження і, зокрема, вивчення та оцінки запасів та рівня використання для майбутнього планування та розвитку бальнео-рекреаційної індустрії в Україні.

Метою статті є дослідження запасів та рівня використання мінеральних лікувальних вод України.

Виклад основного матеріалу. Дослідженням мінеральних вод в цілому займалися такі дослідники, як Бабинець А.Є., Іванов В.В., Невраєв Г.А., Овчинников А.М., Нацик В., Негода Г., Огняник М., Шестопапов В. та інші. Вони займалися питаннями походження мінеральних вод, формування їхніх властивостей, класифікації, а також поширення мінеральних вод по території України, а ми, в свою чергу, підсумовуємо їхню роботу та аналізуємо рівень використання мінеральних лікувальних вод в Україні.

Перед тим як перейти до розгляду запасів мінеральних вод України в цілому та особливостей їх використання по регіонах, потрібно розібратись із визначенням деяких понять.

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 [4].

Родовище мінеральних вод – це просторово обмежена частина водоносної системи, в межах якої під впливом природних факторів створюються сприятливі, порівняно з сусідніми територіями, умови для відбору мінеральних вод у кількості, достатній для їхнього цільового використання при незмінній якості на весь розрахунковий період експлуатації [1].

Варто також зазначити, що після розвідувальних робіт рівень вивченості ресурсів підвищується і вони переводяться в запаси.

За станом вивченості ресурси мінеральних вод поділяються на:

- експлуатаційні запаси, затверджені ДКЗ України;
- розвідані запаси;
- прогнозні ресурси за результатами регіональних оцінок.

Після прийняття Кодексу України «Про надра» і віднесення мінеральних вод до категорії корисних копалин загальнодержавного значення, ресурси мінеральних вод визнаються вивченими тільки в разі затвердження їх запасів ДКЗ України [1].

Експлуатаційні запаси мінеральних вод – це підрахована за даними геологічного вивчення родовищ (ділянок) кількість мінеральних вод, яка може бути видобута з надр раціональними за техніко-економічними показниками водозаборами в заданому режимі експлуатації за умови відповідності якісних характеристик мінеральних вод вимогам установлених

кондицій та допустимого рівня впливу на довкілля протягом розрахункового терміну водокористування [5].

Власне дані щодо експлуатаційних запасів мінеральних вод в межах адміністративних областей України та дані щодо їх видобутку і використання представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Експлуатаційні запаси та рівень використання мінеральних вод України в межах адміністративних областей, м³/добу [1]

Адміністративні області	Всього	Видобуток	Рівень використання, %
Автономна Республіка Крим	20886,8	1074	5,1
Вінницька	4144	764,2	18,4
Волинська	240	5	2,1
Дніпропетровська	1200,4	30,8	2,6
Донецька	2065,3	64,1	3,1
Житомирська	807	62	7,7
Закарпатська	4368,4	263,4	6,0
Запорізька	5091	261	5,1
Івано-Франківська	-	-	-
Київська	2331,6	н. в.	н. в.
Кіровоградська	433	н. в.	н. в.
Луганська	2425,2	145,2	6,0
Львівська	1284	120,7	9,4
Миколаївська	1430	н. в.	н. в.
Одеська	6571	951	14,5
Полтавська	3844	95	2,5
Рівненська	1479	2	0,1
Сумська	-	-	-
Тернопільська	440	130	29,5
Харківська	1065	754	70,8
Херсонська	388	н. в.	н. в.
Хмельницька	2543	27,9	1,1
Черкаська	875,4	153	17,5
Чернігівська	86	н. в.	н. в.
Чернівецька	240,8	н. в.	н. в.
Всього по Україні	64238,9	4903,3	7,6

Розвідані запаси мінеральних вод посідають особливе місце в ресурсному потенціалі в тому розумінні, що їхнє положення не обумовлене ніякими директивними документами і їхній облік не ведеться. За станом вивченості запаси мінеральних вод знаходяться між експлуатаційними запасами і прогнозними ресурсами. Це запаси, вивчення яких проводиться цілеспрямовано при пошуково-розвідувальних роботах як на нових ділянках, так і в межах загальновідомих родовищ, часом із затвердженими експлуатаційними запасами з метою розширення гідромінеральної бази існуючих курортних закладів та підприємств по розливу. Запаси ці виявляються при короткочасних дослідних роботах, інформація про сольовий склад та вміст специфічних компонентів часто базується на даних одноразового опробування. В більшості випадків розвідані запаси при

постановці більш детальних розвідувальних робіт переводяться в експлуатаційні без суттєвого корегування їх кількості і якості, що обумовлює необхідність введення розвіданих запасів до окремих державних балансів.

Прогнозні ресурси мінеральних вод, порівняно з експлуатаційними і навіть розвіданими запасами, мають нижчий рівень достовірності у зв'язку з тим, що вони не забезпечені спеціальними дослідженнями з обґрунтуванням висновків щодо кількості води та стабільності її бальнеологічних і хімічних властивостей протягом всього періоду експлуатації [1].

За запасами мінеральних лікувальних вод всі області України ми пропонуємо розділити на чотири групи:

- області з високими експлуатаційними запасами (понад 4000 м³/добу): АР Крим (сульфідні води та води без специфічних компонентів та властивостей), Вінницька (радонові води та води без специфічних компонентів та властивостей), Закарпатська (вуглекислі, сульфідні, борні, миш'яковисті), Полтавська та Одеська області (бромні води та води без специфічних компонентів і властивостей);

- області з середніми експлуатаційними запасами (1000-4000 м³/добу): Дніпропетровська, Донецька, Київська, Луганська, Львівська, Миколаївська, Рівненська, Харківська, Хмельницька;

- області з низькими експлуатаційними запасами (до 1000 м³/добу): Волинська, Житомирська (радонові води), Кіровоградська, Тернопільська (сульфідні води та води без специфічних компонентів і властивостей), Херсонська, Черкаська (радонові води та води без специфічних компонентів і властивостей), Чернігівська та Чернівецька області;

- області, які не мають експлуатаційних запасів, затверджених ДКЗ України: Сумська та Івано-Франківська.

Середній показник рівня використання мінеральних лікувальних вод по Україні знаходиться на відмітці 7,6%, що є дуже дивним і негативним, з одного боку, та свідчить про великі перспективні можливості для подальшого розвитку санаторно-курортної справи в Україні, з іншого боку.

В свою чергу, за рівнем використання мінеральних лікувальних вод всі області України ми також поділили на чотири групи:

- області з високим рівнем використання мінеральних лікувальних вод (понад 10%): Вінницька, Одеська, Тернопільська, Харківська та Черкаська області;

- області з середніми рівнем використання мінеральних лікувальних вод (3-10%): Донецька, Житомирська, Закарпатська, Запорізька, Луганська, Львівська області та АР Крим;

- області з низькими рівнем використання мінеральних лікувальних вод (до 3%): Волинська, Дніпропетровська, Полтавська, Рівненська, Хмельницька;

- області, в межах яких експлуатаційні запаси мінеральних лікувальних вод не використовуються (Київська, Кіровоградська, Миколаївська, Херсонська, Чернігівська та Чернівецька області).

Тобто, на основі наведеної вище інформації, ми чітко бачимо, що між запасами мінеральних лікувальних вод та рівнем їх використання не завжди є прямо пропорційна залежність. Так, наприклад, Черкаська і Тернопільська області мають низькі експлуатаційні запаси мінеральних лікувальних вод, але поряд із цим – високий рівень їх використання, в той час, коли Закарпатська і Запорізька області мають високі експлуатаційні запаси мінеральних лікувальних вод, але використовують їх на середньому рівні. Цікавим є те, що в межах Київської області, яка має середні запаси мінеральних лікувальних вод (радонові води), ці води зовсім не видобуваються і не використовуються; здравниці Київської області функціонують на Збручанській воді, що завозиться. Проте в деяких областях спостерігається і прямо пропорційна залежність між запасами вод та рівнем їх використання:

1. Високі запаси та високий рівень використання: Вінницька область – радонові води та води без специфічних компонентів та властивостей; Одеська область – бромні води та води без специфічних компонентів та властивостей.

2. Низькі запаси та низький або зовсім нульовий рівень використання: Волинська область – бромні води; Кіровоградська область – радонові води; Херсонська область – бромні води; Чернівецька – сульфідні води та води без специфічних компонентів та властивостей.

Також нагадаємо, що особливо динамічно сьогодні розвивається промисловий розлив мінеральних вод. Внаслідок видобутку мінеральної води з метою промислового розливу, досить швидко зменшується кількість запасів останньої. Негативним є те, що малі цехи, котрі займаються цим промисловим розливом мінеральних вод, не дають чіткої статистичної звітності по кількості та об'ємах води, яка розливається в пляшки їхнім цехом за добу, а це, в свою чергу, унеможливорює вести чітку статистичну звітність по запасах мінеральних лікувальних вод та їх використанню.

Висновки. Мінеральні лікувальні води – це одне з основних багатств надр України, яке держава повинна оберігати та контролювати рівень та умови їхнього використання. В межах України є величезні запаси мінеральних лікувальних вод різних видів, найбільші серед них – це запаси води без специфічних компонентів та властивостей, а також запаси сульфідних і радонових вод. Але ці всі запаси сьогодні використовуються на досить низькому рівні, якщо брати середні показники по Україні. Така статистика повинна змусити дослідників задуматись, провести подальші дослідження та розібратися в причинах цих обернено-пропорційних закономірностей використання мінеральних лікувальних вод в Україні.

Список літератури

1. Курортні ресурси України / за ред. М. В. Лободи. – К. : Тамед, 1999. – 340 с. 2. Курорты: Энциклопедический словарь / под ред. Е. И. Чазова. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – 592 с. 3. Саприкін Ю. П. Мінеральні води в Україні – корисні копалини і напої / Ю. П. Саприкін // Проблеми мінеральних вод. – К., 2005. – 458 с. 4. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія / Н. В. Фоменко. – К. : Центр навчальної літератури, 2007. – 312 с. 5. zakon.nau.ua – Словник законодавчих термінів.

Рівень використання мінеральних лікувальних вод в Україні

Гайдай С.В., Кулініч М.Т., Кулініч А.Т.

В Наведені дані щодо запасів мінеральних лікувальних вод в Україні, а також, на основі статистичних даних, аналізується рівень використання мінеральних лікувальних вод в різних адміністративних областях та в Україні в цілому.

Ключові слова: мінеральні води, родовища мінеральних вод, експлуатаційні запаси мінеральних вод, прогнозні ресурси мінеральних вод.

Уровень использования минеральных лечебных вод Украины

Гайдай С.В., Кулинич М.Т., Кулинич А.Т.

Приводятся данные по запасам минеральных лечебных вод в Украине, а также, на основе статистических данных, анализируется уровень использования минеральных лечебных вод в разных административных областях и в Украине в целом.

Ключевые слова: минеральные воды, месторождения минеральных вод, эксплуатационные запасы минеральных вод, прогнозные ресурсы минеральных вод.

The level of using mineral waters in Ukraine

Hayday S., Kulinich M., Kulinich A.

The article presents data on reserves of mineral waters in Ukraine. Also in the article on the basis of statistical data, we analyzed the level of use of mineral waters in in different administrative regions and in Ukraine in general.

Keywords: mineral water, deposits of mineral water, reserves of mineral waters, inferred resources of mineral waters.

Надійшла до редколегії 01.10.2012

УДК 556.5

Довганенко Д. А., Довгаль Л. І.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ СХИЛОВОГО СТОКУ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ РІЧКИ САМАРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС GRASS

Ключові слова: поверхневий стік, моделювання, трансформація, ГІС

Постановка проблеми. Басейн річки Самари розташований в межах одного з найбільш промислово та аграрно розвинутого регіону України. Територія басейну розорана на 59%, 7% території зайнято елементами інфраструктури та населеними пунктами різного типу. На території, що залишилась (34%) розташовані елементи гідрографічної мережі, лісові масиви та залишки цілинних ділянок степової рослинності. Стік річки зарегульовано більш ніж 1500 ставками різного призначення. Це сформувало досить негативні умови формування поверхневого стоку. Транспортуюча здатність річок малої та середньої ланок гідрографічної мережі р. Самари значно погіршилась. Наразі виконуються ряд проектів по відновленню русел річок Великої Тернівки, Бик та ін.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

Зарегульованість стоку вважається основним антропогенним чинником, що має істотний вплив на гідрологічний режим р. Самари. Вплив інших факторів антропогенного походження на формування стоку річки залишається без належної уваги та практично не має кількісного виразу. Одним із способів вирішення цієї проблеми є моделювання процесів формування поверхневого стоку. Для виявлення ступеня впливу того чи іншого антропогенного фактору на поверхневий стік пропонується порівнювати отримані результати відносно змодельованих природних умов території, що досліджується.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Здійснювати моделювання гідрологічних процесів та аналізувати отримані вихідні результати можна за допомогою геоінформаційних систем. Такі системи дозволяють суттєво розширити можливості аналізу гідрологічних процесів за просторовою складовою, а також проводити моделювання та аналіз процесів схилового та руслового стокоформування з врахуванням всіх факторів (з різним ступенем деталізації), що присутні на досліджуваній території. Це дає змогу виокремлювати певний фактор або групу факторів, які мають різний ступінь впливу на формування стоку та згодом розробляти і приймати рішення щодо поліпшення водогосподарської ситуації. В якості прикладу можна навести дослідження М. Каннати [4], Х. Мітасової [8], К. Такстон, Геологічної Служби США (USGS) тощо. Алгоритми моделювання та частково аналізу даних були взяті за основу для проведення цього дослідження. Слід зауважити, що дослідження подібного характеру для басейну р. Самари проводились вперше.

Мета дослідження. З огляду на вище зазначене, необхідно було визначити ступінь та зони впливу антропогенних чинників на формування та розподіл схилового стоку в межах басейну р. Самари за допомогою сучасних доступних геоінформаційних систем з відкритим кодом.

Викладення основного матеріалу дослідження. Розрахунки показників схилового стоку (глибини та витрат потоку) виконувались за допомогою модулю *r.sim.water*, що відноситься до геоінформаційної системи GRASS. Модуль *r.sim.water* заснований на двомірному рівнянні Сент-Венана для неглибокого потоку [8]

$$\frac{\partial h(r,t)}{\partial t} = i_e(r,t) - \nabla q(r,t) \quad (1)$$

за умов зберігання імпульсу руху при апроксимації розсіювання хвилі

$$S_f(r,t) = i_e(r,t) - \nabla h(r,t)$$

де $r(x, y)$ – місце положення, м; t – час, с; $h(r,t)$ – глибина потоку, м; $i_e(r,t)$ – інтенсивність формування ефективних опадів, м/с; $q(r,t)$ – потік води через одиницю ширини, м²/с; $s(r) = -\nabla z(r)$ – негативний градієнт збільшення висоти рельєфу; $z(r)$ – висота рельєфу, м; $S_f(r,t)$ – гідравлічний похил.

Чисельне вирішення рівняння (1) засноване на концепції дуалізму між часткою, що представляє змодельовану величину та польовими умовами.

Для досягнення поставленої мети був підготовлений комплект вхідних даних. Цей комплект складається з двох блоків: перший блок описує наявні умови землекористування з помісячною динамікою за теплий період року; другий характеризує змодельовані природні умови в межах цього ж басейну за теплий період року. Кожен з комплектів включає наступні набори карт: цифрову модель рельєфу (ЦМР) місцевості; ефективних опадів (що формуються під час зливових, обложних та змішаних дощів); коефіцієнтів шорсткості різних типів поверхонь; висоти рослинного покриву; середньомісячної швидкості вітру; відносної вологості; сумарної сонячної радіації в МДж/м²*год.

Під час вивчення умов землекористування в межах заданої території були використані серії супутникових знімків радіометра Landsat. Основна колекція знімків Landsat складалася з 28 знімків та характеризує заданий регіон дослідження за період квітень-жовтень 2010 року. Визначення типів землекористування та дослідження динаміки рослинного покриву виконувалось шляхом: визначення спектральних показників типів поверхонь, прямих та опосередкованих ознак об'єктів, розрахунку нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI).

Під час побудови карт землекористування та динаміки рослинного покриву були зроблені деякі допущення. Зокрема будівлі різного призначення та елементи інфраструктури (штучно створені об'єкти) були виділені одним класом – елементи урболандшафту. Це пов'язано з: відсутністю необхідності (у гідрологічному аспекті) детальної класифікації населених пунктів та елементів інфраструктури; водонепроникними властивостями всіх визначених штучно створених об'єктів; порівняно однаковим значенням коефіцієнту шорсткості поверхні вказаних об'єктів (від 0,01 (скло, бетон) до 0,02 (асфальт)). Лісові масиви розділялись на масиви із хвойними та широколистяними породами. Елементи гідрографічної мережі вивчались за допомогою ЦМР, за виключенням штучних водойм. Така позиція обумовлена особливостями моделювання схилового стоку, яке виконується на базі ЦМР. За допомогою індексу NDVI були визначені такі показники трав'янистого покриву, як щільність та висота. Відповідно до показників вегетаційного індексу трав'яниста рослинність була розділена на класи від 10 до 100 (від 0,1 до 1 за NDVI). Таким чином були отримані карти землекористування та динаміки рослинного покриву в межах досліджуваної території за період квітень-жовтень. Приклад однієї з карт наведено на рис. 1.

Моделювання природних умов виконувалось шляхом екстраполяції показників природної степової рослинності з ділянок, на яких не здійснюється господарська діяльність. Допущення, які були зроблені при побудові карт моделей природних умов полягають у наступному: рельєф території залишається без змін; нівелюванню піддаються лише штучно створені форми рельєфу (населені пункти, залізничні та авто дороги, кар'єри та терикони); штучні водойми заміщуються ділянками руслової мережі; всі лісові масиви (за виключенням протиерозійних насаджень) залишаються без

змін; елементи інфраструктури заміщуються природною степовою рослинністю; ґрунтовий покрив території залишається без змін.

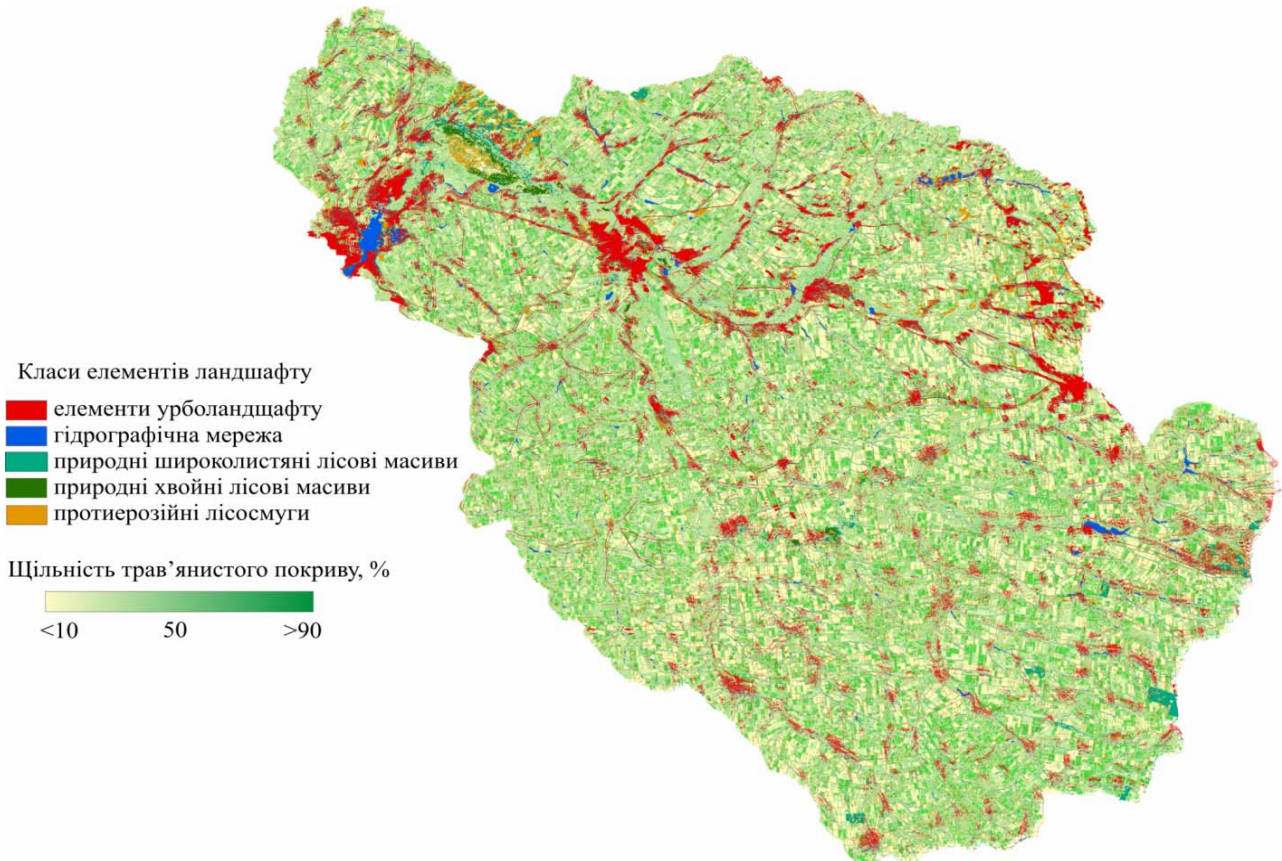


Рис. 1. Карта землекористування та стану рослинного покриву в межах басейну р. Самари за липень 2010 р.

Після побудови карт типів землекористування та змодельованих природних умов відповідно по місяцях розрахункового періоду, були згенеровані карти властивостей отриманих типів поверхонь: шорсткості, висоти та щільності рослинного покриву, інфільтраційних властивостей поверхонь.

Інфільтраційні властивості ґрунтового покриву та їх зміна під дією рослинного покриву, інтенсивності дощу та орографічних умов були встановлені за літературними даними [1-3, 5, 6]. Коефіцієнт Маннінга (коефіцієнт шорсткості) також встановлений за літературними даними та відповідно до визначених умов [7].

Кarti інтенсивності ефективних опадів розраховувались згідно рівняння

$$i_e = R - I - ET \quad (2)$$

де R – інтенсивність опадів, мм/хв.; I – інфільтрація, мм/хв.; ET – евапотранспірація, мм/хв.

Розрахунки евапотранспірації проводились за допомогою інтегрованого в GRASS модулю g.evaroPM (розробник М. Каната, МПІ). Всі показники необхідні для розрахунку значення евапотранспірації задавались згідно посібника М. Канати [4].

За результатами проведених розрахунків було отримано 452 карти, що відображають формування поверхневого стоку в межах басейну р. Самари за теплий період року, починаючи з квітня та закінчуючи жовтнем місяцем. З поміж зазначеної кількості карт 212 відображають формування стоку в «антропогенних умовах», інші 212 карт – в змодельованих природних умовах. Решта, 24 карти відображають процес евапотранспірації в межах заданої території відповідно в умовах антропогенного тиску та змодельованих природних умовах. Карти, що відображають формування поверхневого стоку поділяються на дві категорії: до першої – відносяться карти глибини потоку на схилі та в гідрографічній мережі; до другої – карти витрат води, відповідно, на схилах та в гідрографічній мережі. Розрахунок глибини та витрат потоку на схилах виконувався через певний проміжок часу, а саме через 1 годину для тривалих дощів (до 20 годин) малої інтенсивності (0,001 мм/хв.) та через 20 хвилин для дощів з високою інтенсивністю (до 2 мм/хв.) та незначною тривалістю (до 1 години).

Порівняльний аналіз результатів моделювання схилового стоку проводився за схемою:

1. Визначення витрат потоку на схилі, що формуються в межах окремих типів землекористування (відповідно для змодельованих природних та антропогенних умов);

2. Визначення шару стоку, що не потрапляє до гідрографічної мережі під впливом одного або групи факторів;

3. Визначення різниці між показниками середніх витрат потоку на схилі за змодельованих природних та антропогенних умов;

4. Визначення зон (басейнів різного порядку) в межах басейну р. Самари, де антропогенні чинники спричиняють зміни у формуванні схилового стоку по відношенню до змодельованих природних умов;

5. Складання карт ступеня трансформації схилового стоку в межах басейну р. Самари за період квітень – жовтень;

6. Складання карти, що узагальнює зони впливу антропогенних факторів на формування схилового стоку в межах басейну р. Самари.

Пофакторний аналіз в межах окремих басейнів дозволив виявити, що вплив на формування стоку в значній мірі залежить від стокоформуєчих умов конкретного місяця. Закономірних змін у процесі формування стоку (в порівнянні з природними умовами) від одного сезону до іншого виявлено не було. Були виявлені значні внутрішньо сезонні відмінності у формування стоку.

За змодельованих природних умов має місце часова тенденція у формуванні стоку. Так за весняно-літній період фіксується збільшення часу формування стоку в середньому на 120 с. і навпаки – за період літо-осінь відзначається зменшення часу на 90–100 с. За антропогенних умов тенденція має протилежний характер. За період весна-літо відмічається зменшення часу формування, за період літо-осінь – збільшення на 20–50 секунд. Основним чинником, що впливає на час формування стоку є трав'яна рослинність на сільськогосподарських угіддях.

Елементи урболандшафту та непокриті рослинністю сільськогосподарські угіддя у більшості випадків сприяють збільшенню витрат потоку на схилі. Особливо чітко вплив вказаних факторів прослідковується на схилах з нахилом до 1°. Протиерозійні насадження та природні лісові масиви сприяють накопиченню та затримці стоку на схилі. В різні сезони за рахунок протиерозійних насаджень відмічається накопичення до 90% стоку на водозборі (в залежності від розташування та загального похилу місцевості).

На рис. 2 наведено приклад просторової динаміки потоку на схилі, що формується під впливом рослинності сільськогосподарських угідь. Подібний вплив було виявлено в місцях, де протиерозійні насадження розташовані вздовж схилу.

Різниця між показниками глибини та витратами води на схилі, що сформувались за умов господарського освоєння басейну та змодельованих природних умов у 80% випадків не перевищує 3%. Під впливом окремих факторів (наприклад, за елементами інфраструктури) різниця між показниками коливається від 0,1 до 20%. Максимальне відхилення властиве протиерозійним лісовим насадженням та становити 98%.

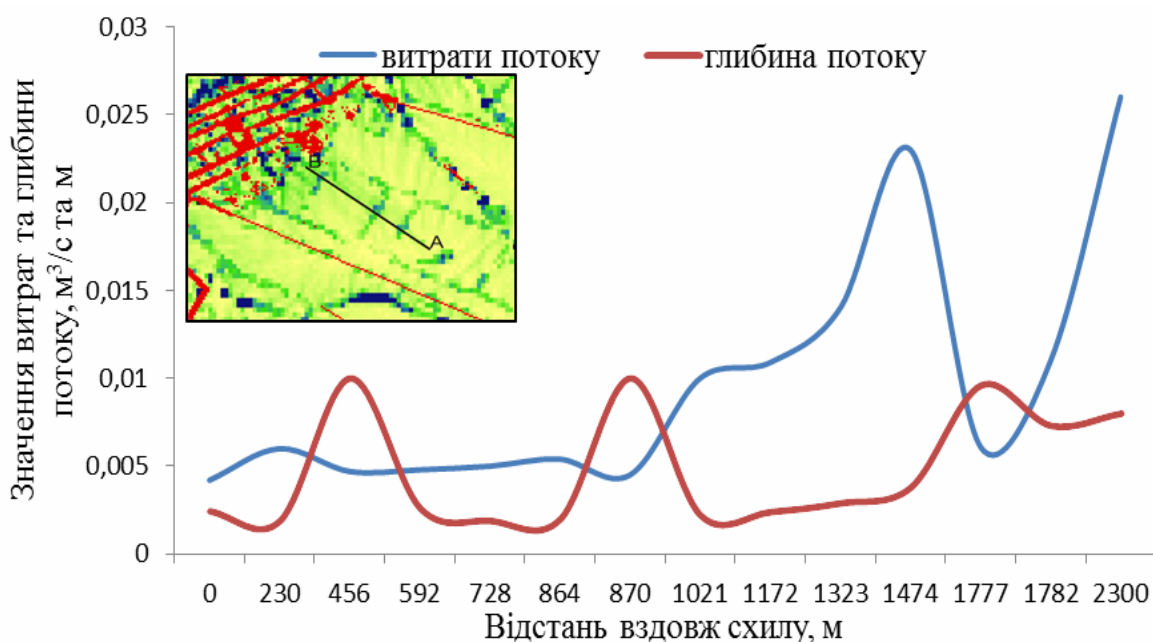


Рис 2. Динаміка характеристик потоку вздовж схилу (лівий берег р. В.Тернівка, 2,5 км на схід від с. Богданівка та с. Тернівка)

За сезонами у формуванні стоку було виявлені наступні особливості:

1. За весняний сезон на 97% території басейну під дією антропогенного навантаження формуються більші показники схилового стоку порівняно зі змодельованими природними умовами. Різниця у показниках витрат води та глибини потоку в більшості випадків не перевищує 5%. Спричинене це нерівномірним розвитком трав'яної рослинності в межах басейну р. Самари. Так, в травні на сільськогосподарських угіддях рослинність розвинута дещо слабше ніж на ділянках з природною рослинністю. Це збільшує приток

схилового стоку до гідрографічної мережі за однаковий розрахунковий період;

2. За умов червня відмічається протилежна ситуація. На більшій частині території стік формується дещо повільніше. Лише на відносно пологих територіях (де присутні міські поселення) показники стоку є більшими від природних аналогів. Такі території становлять 35% від загальної площі басейну. Це спричиняє збільшення схилового стоку по таких пунктах як р. Бик – с. Самарське, гирло р. Самари, р. Солона – с. Новопавлівка. У липні кількість подібних зон збільшується до 45%, що пов'язано зі зменшенням площ орних земель вкритих рослинністю. В серпні кількість територій, де відмічається антропогенно спричинене збільшення показників стоку становить 96%. Це також є прямою дією зменшення площ земель вкритих рослинним покривом;

3. У вересні умови формування схилового стоку мають деяку схожість з травневими та червневими. Зони, де показники стоку збільшуються за рахунок антропогенних факторів становить 31%. Це частково пояснюється повторним заростанням сільськогосподарських угідь, з яких врожай вже був зібраний. В жовтні відсоток таких зон зростає до 69%, що спричинене завершенням врожайної кампанії та підготовкою сільськогосподарських угідь до наступного сезону.

Карта, що узагальнює формування схилового стоку за вегетаційний період наведена на рис. 3.

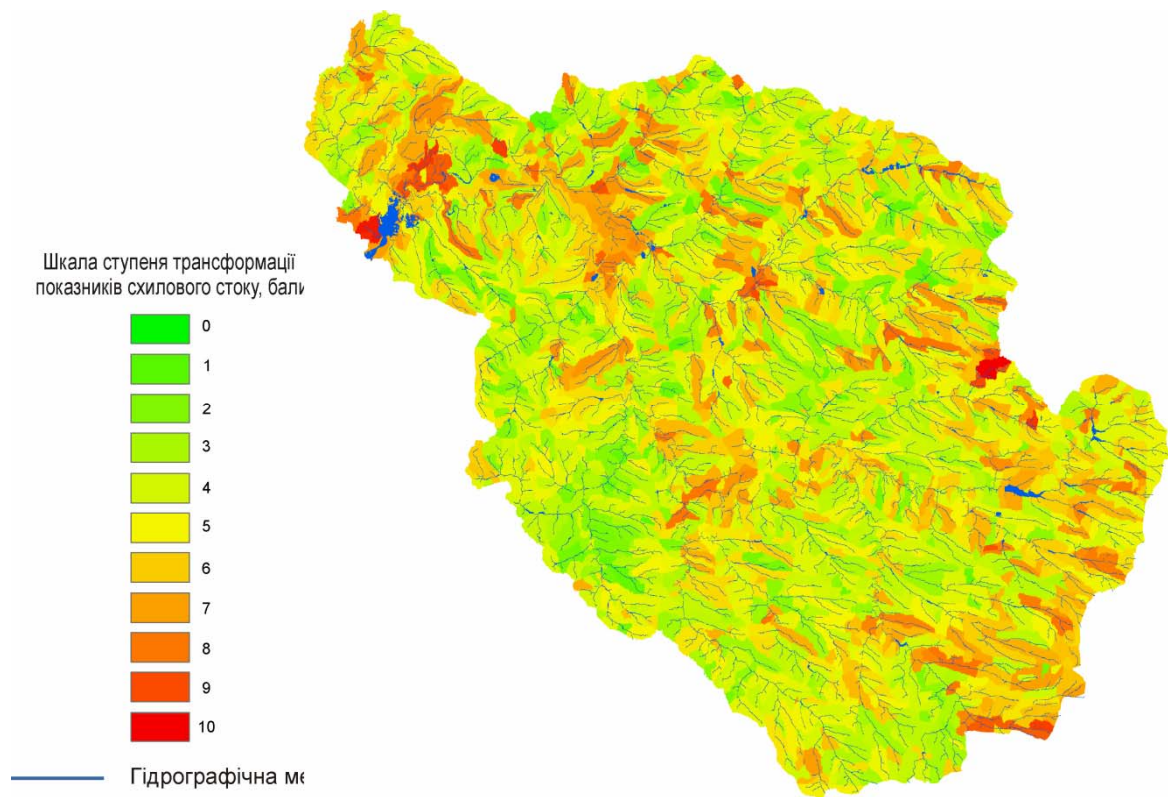


Рис.3 Карта ступеня трансформації схилового стоку за період квітень-жовтень

Згідно отриманої карти найвищий ступінь трансформації схилового стоку відмічається в частинах басейну річки з високим рівнем урбанізації –

Дніпропетровський, Новомосковський, Павлоградський райони Дніпропетровської області та Александровський, Добропільський, Червоноармійський, Великоновоселковський райони Донецької області.

Одержаний картографічний матеріал має значний потенціал для використання в сферах водно господарства, охорони навколишнього середовища, гідрологічних та гідроекологічних досліджень. Також, отримані результати можуть слугувати основою для розробок методологічної та нормативної бази в зазначених сферах господарської та наукової діяльності.

Висновки:

- Використання супутникових даних для проведення гідрологічних розрахунків є можливим з певними обмеженнями. Зокрема під час використання супутникових знімків радіометра Landsat для підготовки вхідних даних було встановлено, що площа території дослідження повинна бути не меншою від 5 км². У випадку, коли досліджувана територія менше зазначеної площі, доцільніше проводити польову ландшафтну зйомку;

- Використання цифрової моделі рельєфу SRTM30 для проведення досліджень подібного спрямування є прийнятним для територій з площею більшою від 100 км². Попередньо перед використанням цифрова модель рельєфу має бути відкорегована згідно вимог виробника та відносно таких елементів ландшафту як лісові масиви. При необхідності необхідно виконувати корегування по елементах інфраструктури (дороги, будівлі тощо);

- Згідно результатів моделювання схилового стоку було з'ясовано, що в межах території басейну р. Самари має місце трансформація стоку різної спрямованості. А саме в межах басейну були виділені зони, де антропогенні чинники спричиняють збільшення та зменшення показників стоку. Збільшення показників схилового стоку у більшості випадків спостерігається в межах пологих ділянок поверхні басейну, на яких розташовані населені пункти. Такі зони відносяться до: гирлової ділянки; середньої та частково верхньої течії р. Самари; східної та південно-східної частини басейну річки;

- Було з'ясовано, що основним чинником, від якого залежить збільшення або зменшення розрахованих показників стоку є рослинний покрив сільськогосподарських угідь. Це пов'язано з його нерівномірною динамікою розвитку впродовж вегетаційного періоду. Так, за умов господарського освоєння на весні до гідрографічної мережі в цілому надходить більше стоку ніж за змодельованих природних умов. На початку літнього сезону ситуація дещо вирівнюється, що пов'язано з пропорційністю розвитку рослинності за існуючих та змодельованих природних умов. Під кінець літнього сезону за умов антропогенного впливу формуються помітно більші показники стоку ніж за змодельованих природних умов. Умови формування стоку за осінній період схожі з умовами перехідного весняно-літнього періоду, що частково пов'язано із вторинним заростанням сільськогосподарських угідь.

Список літератури

1. Клеменс Э. Растения - результативней плуга! К вопросу о биогенной ликвидации уплотнения почв: [Електронний ресурс] / Э. Клеменс. - Режим доступу:

<http://elf8.chat.ru/ekolo.htm>. – Назва з екрану. **2.** Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса / А. А. Молчанов. – М. : изд-во АН СССР, 1960. – 487 с. **3.** Назаров Г. В. Гидрологическая роль почвы / Г. В. Назаров. – Л. : Наука, 1981. – 213 с. **4.** Cannata M. A GIS embedded approach for Free & Open Source Hydrological Modelling: [Електронний ресурс] / M. Cannata. – Milano: PUM, 2003. - 215 p. - Режим доступу: Runoff Features for Interrill Erosion at Different Rainfall Intensities, Slope Lengths, and Gradients in an Agricultural Loessial Hillslope: [Електронний ресурс] / V. A. M. Chaplot, Y. Le Bissonnais // Soil Sci. Soc. Am. J. - 2003. - Vol. 67. **6.** Freeman G. E. Effects of vegetation on hydraulic roughness and sedimentation in wetlands : [Електронний ресурс] / G. E. Freeman, R. Brad // WRP technical note SD-CP-2.2. – 1994. – P.2–10. **7.** Arcemnt G. J. Guide for selecting Manning’s roughness coefficient for natural cannels and flood plains: [Електронний ресурс] / G. J. Arcement, V. R. Schneider // U.S. Geological Survey Water-supply Paper. – Washington D.C., 1989. – 38 p. **8.** Mitasova H. Modeling spatial processes in multiscale framework: exploring duality between particles and fields: [Електронний ресурс] / H. Mitasova, L. Mitas // Plenary talk at GIScience 2000 conference, Savannah, GA. - Режим доступу: <http://skagit.meas.ncsu.edu/~helena/gmslab/gisc00/duality.html>. – Назва з екрану.

Моделювання та аналіз схилового стоку в межах басейну річки Самари з використанням ГІС GRASS

Довганенко Д.О., Довгаль Л.І.

Розглянуто можливість оцінки трансформації схилового стоку р. Самари за допомогою сучасних ГІС технологій та даних дистанційного зондування Землі. Шляхом порівняльного моделювання схилового стоку були визначені зони в межах об’єкту дослідження, де спостерігається зміни показників схилового стоку за рахунок впливу антропогенних чинників.

Ключові слова: *поверхневий стік, моделювання, трансформація, ГІС.*

Моделювання та аналіз склонового стока в пределах бассейна реки Самары с использованием ГИС GRASS

Довганенко Д.А., Довгаль Л.И.

Рассмотрена возможность оценки трансформации склонового стока р. Самары при помощи ГИС технологий и методов дистанционного зондирования Земли. Путем сравнительного моделирования склонового стока были определены зоны в пределах объекта исследования, где наблюдается увеличение и снижение характеристик поверхностного стока под воздействием антропогенных факторов

Ключевые слова: *поверхностный сток, моделирование, трансформация, ГИС.*

Surface runoff transformation within the Samara river watershed

Dovganenko D., Dovgal L.

The possibility of GIS and the satellite data usage to determine the Samara river surface runoff transformation are discussed. Zones of high and low anthropogenic factors effect on the surface runoff are determined using comparing modeling method.

Keywords: *surface runoff, modeling, transformation, GIS.*

Надійшла до редколегії 05.10.2012

Хільчевський В. К., Кравчинський Р. Л., Чунар'ов О. В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 180 с.

В монографії висвітлено результати гідрохімічних досліджень в басейні р. Інгулець, на території якого розташовані найбільші в Україні гірнично-збагачувальні комбінати Кривбасу. Досліджено виконано на основі матеріалів багаторічних спостережень гідрометслужби України (починаючи з 1988 р.), моніторингових даних Інституту Геологічних Наук НАН України із залученням водогосподарської інформації Держводагенства України. Виділено п'ять гідро екологічних районів у басейні Інгульця з різним ступенем антропогенного навантаження на якість поверхневих вод: Верхньоінгулецький, Середньоінгулецький, Нижньоінгулецький, Саксагань-Жовтоводський, Висунь-Боковий.

В роботі надалі розвиваються основи гідрохімії регіональних басейнових систем, які започатковані в монографіях Хільчевського В.К. та його учнів, присвячених басейну Західного Бугу (2006), Дніпра (2007), Південного Бугу (2009), Росі (2009), Горині (2011).

Хільчевський В. К., Савицький В. М., Красова Л. А., Гончар О. М. Польові та лабораторні дослідження хімічного складу води річки Рось : навчальний посібник / за ред. В.К. Хільчевського. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 143 с.

Охарактеризовано загальні умови формування хімічного складу води р.Рось, загальні риси гідрохімічного режиму річки, особливо в районі Богуславського гідролого-гідрохімічного стаціонару Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Викладено основні види польових гідрохімічних робіт на різних водних об'єктах (річкові та підземні води, атмосферні опади). Наведено методику хімічного аналізу природних вод, подано інтерпретацію отриманих даних.

Для студентів географічного факультету.

Шерстюк Н.П., Хільчевський В.К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Крив басу : монографія. – Дніпропетровськ : Акцент ПП, 2012. – 263 с.

Монографія присвячена питанням, пов'язаним з особливостями розвитку гідрохімічних процесів у водних об'єктах в умовах видобутку та збагачення залізної руди (на прикладі Кривбасу). Результати базуються на гідрохімічних спостереженнях у межах локального моніторингу, що проводиться Криворізькою геолого-гідрологічною партією з 1978 р. та дослідженнях,

що виконувалися в науково-дослідному інституті геології Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара з 1997 р. Охарактеризовано особливості хімічного складу води у водоймах хвостосховищ, ставку-накопичувачу шахтних вод, ставках Кривбасу та річках Саксагань та Інгулець. Показано особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах. Складено ймовірнісний прогноз хімічного складу води у річках Саксагань та Інгулець в умовах стаціонарності гідрохімічних процесів. Запропоновано засади формування системи гідрохімічного моніторингу на базі постійно діючої гідрохімічної моделі.

Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії : підручник. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 312 с.

У підручнику викладено теоретичні основи гідрохімії, а також особливості регіональних і прикладних гідрохімічних досліджень з елементами гідро екології. Показано особливості хімічного складу різних типів природних вод, а також висвітлено питання радіоактивності гідросфери. Наведено характеристику методів аналітичних досліджень і узагальнення гідрохімічної інформації, оцінки якості води та заходів щодо охорони водних об'єктів від забруднення.

Для студентів географічних та гідрометеорологічних факультетів університетів, фахівців у галузі використання і охорони водних ресурсів.

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 (рисунок 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/дм^3 (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)
<i>Інститут гідробіології НАН України, м. Київ</i>	<i>(кегель 14, нахилений)</i>
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.

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2012 рік

Том 2 (27)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – **М. Твердохліб, Є. Цвєлих**

Підписано до друку 22.10.2012
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. № 22-012.



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