

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

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

**Періодичний науковий збірник
ТОМ 3 (24)**

Київ
2011

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2011. – Т. 3(24). – 202 с.

HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:

The scientific collection / The editor-in-chief V.K. Khilchevskiy. – 2011. – Vol. 3(24). – 202 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
(7 грудня 2011 р., протокол № 9)*

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 КОЛЕТІЯ:

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 НАН 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

Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Караван Ю.В., Пасічник М.Д., Паланичко О.В. Руслознавчі аспекти сталого розвитку (на прикладах річок Передкарпаття).....	8
Самойленко В.М., Іванок Д.В. Модельна параметризація компонентів параметричної стійкості басейнової геосистеми та її надійності.....	15

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Лобода Н.С., Дорофєєва В.П. Стан водних ресурсів р.Дністер за сценаріями глобального потепління.....	36
Гопцій М.В., Гопченко Е.Д. Методика розрахунку максимального стоку дощових паводків на річках Прикарпаття.....	45
Явкін В.Г., Мельник А.А. Оцінка модулів максимального стоку в басейнах подільських приток Дністра за подовженими рядами спостережень.....	50
Лобода Н.С., Сіренко А.М. Використання методів багатовимірного статистичного аналізу в гідрологічних прогнозах льодових явищ (на прикладі річок Дністер та Тілігул).....	58
Мельник С.В. Расчет стока взвешенных наносов на подольских притоках Днестра.....	65
Дутко В.О., Сосєдко М.М. Із досвіду ідентифікації параметрів математичної моделі дощового стоку в залежності від орографії місцевості.....	73
Порхун Є.І., Сніжко С.І. Динаміка гідрокліматичних показників та прояв катастрофічних паводків на річках басейну Дністра за період 1955-2008 рр.....	80
Москаленко С.О. Оцінювання поверхневого та підповерхневого водоутворення у процесі моделювання дощових паводків на малих річках Правобережжя Прип'яті.....	87
Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В. Дослідження багаторічної динаміки товщини льодового покриву річок басейну Південного Бугу.....	93
Василенко Є.В. Аналіз факторів формування весняного водопілля на річках Правобережжя Прип'яті...	99

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Шумов С.М., Терлик Т.А., Вишар І.С.

Гідрохімічна інформація й стан поверхневих вод..... 106

Хільчевський В.К., Гончар О.М.

Характеристика гідрохімічного режиму річок басейну Дністра..... 126

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Тімченко В.М., Гільман В.Л., Коржов Є.І.

Основні фактори погіршення екологічного стану пониззя Дніпра..... 138

Дараган С. В.

Озеро Синє – еколого-гідрологічні характеристики..... 145

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Яцик А.В., Гончак І.В., Басюк Т.О.

Встановлення екологічних нормативів якості води в країнах ЄС та Україні..... 151

Косяк Д. С.

Еколого-економічна оцінка ефективності заходів щодо упорядкування водоохоронних зон на прикладі річки Лютиця (Українське Полісся)..... 156

Соловей Т.В.

Застосування методів дистанційного зондування для ідентифікації перезволожених територій..... 164

Киналь О.В.

Особливості ходу опадів упродовж теплого періоду в Чернівцях (2000-2010 рр.)..... 172

Пясецька С.І.

Етапи змін величини добового максимуму опадів у місяці холодного періоду року та центральні місяці весняного та осіннього сезонів протягом другої половини ХХ – початку ХХІ століття у західній частині Кримських гір..... 181

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Ющенко Ю.С.

Про роботу п'ятої всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (22-24 вересня 2011р., м. Чернівці)..... 193

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія»..... 200

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

<i>Yu. Yushchenko, A. Kirilyuk, Yu. Caravan, M. Pasichnyk, O. Palanychko</i> Channelologic aspects of sustainable development (for examples of Precarpathian rivers)....	8
<i>Samoylenko V.M., Ivanok D.V.</i> Model parameterization for components of basin geosystem parametric stability and geosystem reliability.....	15

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

<i>Loboda N., Dorofeeva V.</i> Condition of water resources of the river Dniester behind scenarios of global warming.....	36
<i>Goptsiy M., Gopchenko E.</i> Method of calculation of maximal flow of rain floods on the rivers of Prykarpat'ya.....	45
<i>Yavkin V.G., Melnyk A.A.</i> Evaluation modules of maximal flow in the basins of the Dniester tributaries Podolsk for extended series of observations.....	50
<i>Loboda N. S., Sirenko A. N.</i> Use of methods of the multidimensional statistical analysis in hydrological forecasts of the ice phenomena (on an example of the rivers Dnestr and Tiligul).....	58
<i>Melnyk S.V.</i> Calculation of the sediment yields on Podolsk inflows of Dnestr.....	65
<i>Dutko V.O., Sosiedko M.M.</i> Experience of parameters identification of the rainfall runoff mathematical model depending from area's orography.....	73
<i>Porkhun E., Snizhko S.</i> Dynamics of hydroclimatic indicators and flash flood manifestations on Dnister river basin over 1955-2008 period.....	80
<i>Moskalenko S.</i> Estimation superficial and subsuperficial formations of water in the process of modeling of rain floods on the rivers of the Right bank of Pripyat.....	87
<i>Rachmatullina E.R., Grebin' V.V.</i> Researching long-term dynamic of ice cover thickness of the Pivdennyi Bug river basin.....	93
<i>Vasylenko E.V.</i> Analysis of the spring flood forming factors on the rivers of right bank of the Pripyat.....	99

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Shumov S.N., Terlyk T.A., Vishar I.S.

The hydrochemical information and condition of superficial waters..... 106

Khil'chevsky V.K., Gonchar O. N.

Description of the hydrochemical mode of the rivers of pool of Dniestr..... 126

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Timchenko V.M., Hilman V.L., Korzhov E.I.

The main factors of environmental state deterioration of the Lower Dnieper system..... 138

Daragan S.V.

The ecohydrology characteristics of Lake Blue..... 145

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Yatsyk A.V., Gopchak I.V., Basyuk T.O.

Establishment of ecological norms of water quality is in countries of ES and Ukraine..... 151

Kosyak D. S.

Ecology-economic estimation of efficiency of measures in relation to arrangement of bank-protection zones on the example of the river of Lutyca (Ukrainian Polissya)..... 156

Solovey T.V.

Identification of wetlands by using remote sensing method..... 164

Kynal' O.W.

Peculiarities of Precipitation Trend during Warm Season in Chernivtsi City (2000-2010.).... 172

Pyasetskaya S.I.

Stages of change in the value of daily maximum precipitation in the months of cold season and month of spring and autumn seasons during the second half of the XX-early XXI st. century in the western part of the Crimea Mountains..... 181

SCIENTIFIC REPORTS

Khilchevskiy V.K., Grebin'V.V., Yuschenko Yu.S.

About work of V All-Ukrainian scientific conference «Hydrology, hydrochemistry, hydroecology» (Tchernivtsi , 22-24 Septembers, 2011)..... 193

The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology» 200

УДК 556.537+551.435.1

**Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Караван Ю.В., Пасічник М.Д.,
Паланичко О.В.**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**РУСЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
(НА ПРИКЛАДАХ РІЧОК ПЕРЕДКАРПАТТЯ)**

Ключові слова: русло; заплава; сталий розвиток; якість середовища; геосистеми

Актуальність. Річки є важливим індикатором стану взаємодії суспільства та природи. З ними пов'язана актуальна проблема водних ресурсів. За останні роки намітилась чітка тенденція їх сприйняття не просто як певну кількість води чи водний потік, а як складні геосистеми, частини довкілля, географічної оболонки. У зв'язку з цим виникає ціла низка актуальних питань у дослідженнях річок. Це і комплексна оцінка якості, екологічного стану водних об'єктів і саме розуміння їх сутності, територіальної локалізації, системності, ресурсів, корисних функцій. У їх вирішенні важливими є руслознавчі підходи, оскільки саме походження річкових екосистем, ландшафтів, особливості їх функціонування пов'язані з діяльністю системи потік-русло. Такі підходи актуальні також і у прикладному, водогосподарському відношенні, оскільки дозволяють поглибити, модернізувати уяви про гідроекобезпеку, якість і потенціал водних ресурсів, інженерну взаємодію з річками.

Огляд та аналіз існуючих підходів і публікацій. Дослідження проблем регулювання русел розпочалися ще у дев'ятнадцятому столітті. На території Передкарпаття вони були переважно пов'язані із захистом від наводнень, побудовою інженерних споруд. Проблематика екологічного спрямування, гідроекобезпеки, оптимізації регулювання русел та заплав почала привертати до себе увагу, починаючи від 70-80-х років 20 століття [1–4]. У практичному відношенні відомою була заборона діяльності руслових кар'єрів на цих річках наприкінці 80-х років. Водночас нормативні документи та загальні водогосподарські, ресурсні підходи залишалися старими. Проблема відбору руслового алювію постає актуальною й до нині. Їй присвячено багато публікацій.

У 90-х роках формуються руслознавчо-гідроекологічні узагальнені підходи [3–5]. У західних країнах, Європейському Союзі створюються уяви про інтегровану оцінку якості водних об'єктів, що, зокрема, включає гідроморфологічну складову. Це відображено у Водній Рамковій Директиві ЄС [6, 7].

Нарешті, на початку 21-го століття набуває все більшого усвідомлення ідея сприйняття водних об'єктів, річок як невід'ємної складової взаємопов'язаних, цілісних природних та природно-соціальних систем [8-17]. Тому важливо закріпити і розвинути такі підходи.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було розкрити основні проблеми сучасного етапу взаємодії суспільства та річок Передкарпаття з позицій гідроекології та руслознавства.

Завдання:

- систематизувати характерні складові проблеми сучасного використання русел і заплав річок Передкарпаття та виявити сутність протиріч;
- розкрити сучасне розуміння об'єктів управління річками і показати шляхи його удосконалення.

Виклад основного матеріалу. Зміни поглядів на управління річками відбуваються в контексті загального розвитку уявлень про взаємодію суспільства та природи. Перш за все це стосується стратегії сталого розвитку, яка пов'язана з усвідомленням сучасної кризи у розвитку людства та географічної оболонки загалом.

Екологічна криза – це порушення стійкості біосфери, значення деградації природних характеристик навколишнього середовища, пониження її якості. Важливість та можливості руслознавчого підходу до аналізу стану річок пов'язані із гідроморфологічною основою та сутністю молодих річкових ландшафтів, екосистем, геосистем. Можна сформулювати руслознавчі, гідроморфологічні ознаки кризи використання та деградації річок Передкарпаття:

- Зміни морфології русла та заплави через прямі та непрямі впливи.
- Зміна характеру переформувань русел.
- Зміни літогенної основи річкового ландшафту, деградація алювіального середовища та відповідні ланцюги наслідків.
- Зміни гідравлічного режиму потоку, гідрологічного режиму заплави.
- Деградація рослинного покриву та ґрунтів, тваринного світу заплав.
- Постійність механічного впливу на русло, деградація екосистем, неможливість виконання функції екологічних коридорів, надзвичайне скорочення розповсюдження ділянок з малим впливом людини (референційні умови).
- Пониження якості, редукція корисних функцій річкових геосистем, пониження водоресурсного потенціалу.
- Антропогенно зумовлені загрози інженерним і житловим спорудам, гідрологічні ризики, зміни умов затоплень, мала ефективність берегозахисту.

В основі будь-якого планування лежить уява (модель, сценарій, прогноз) майбутнього. Прогнозують зміни та розвиток. Розвиток властивий цілісним об'єктам – системам. Тому у кінцевому порядку необхідно розглядати сталий розвиток певних систем річкового генезису. Водночас, загальноприйнятим, переважаючим є розгляд територіальних об'єктів. Це пов'язано як з особливостями будови географічної оболонки, так і з великим

соціальним змістом (землі, адміністративні одиниці, країни). Для них розглядається планування сталого розвитку.

Подібно до річкових систем можна розглядати системи річкових долин, системи дна річкових долин. Це також територіальні об'єкти. Вони поділяються на певні частини, елементи. Відповідно виникають задачі:

- Виділення таксономічних одиниць (формування таксономічного ряду).
- Визначення територіальних меж.
- Охоплення басейну, річкової системи.

Для вирішення першої задачі ми пропонуємо розглядати: частини річкових долин в межах геоморфологічних країн або областей – ділянки дна річкових долин; однорідні ділянки русла та заплави – нижчі таксономічні одиниці. Слід зауважити, що рівень однорідних ділянок русла та заплави (ОДРЗ) практично відповідає річковим парагенетичним ланкам, що розглядаються у ландшафтознавстві.

У вирішенні другої задачі на кожному ієрархічному рівні використовуються свої ознаки і методики. Важливими є як планові форми, так і характер рельєфу загалом, малюнок гідросітки, виходи корінних порід.

Вирішення третьої задачі пов'язується одночасно із застосуванням методів районування та методів типології, аналогії. Експедиційні дослідження показують, що у Передкарпатті господарською діяльністю охоплено більшість ділянок річок. Гідрологічні, гідроекологічні дослідження у цьому відношенні значно відстають.

Виходячи за межі виключно територіального підходу, можна розглядати задачу опису й прогнозування еволюції та функціонування складних соціоприродних систем на базі річок – річкових геосистем.

Їх територіальне ядро можна представити у вигляді ланцюгів певних елементів вздовж річок. Використовуючи ідею екомережі, їх можна назвати річковими геоекологічними коридорами (РГК). Такі територіальні об'єкти взаємопов'язані з іншими (рис. 1).



Рис. 1. Співвідношення річкових геоекологічних коридорів (РГК) з іншими територіальними об'єктами планування (ПЗФ – природно-заповідний фонд)

У системно-еволюційному відношенні задачі дослідження річкових геосистем можна представити наступним чином (рис. 2):

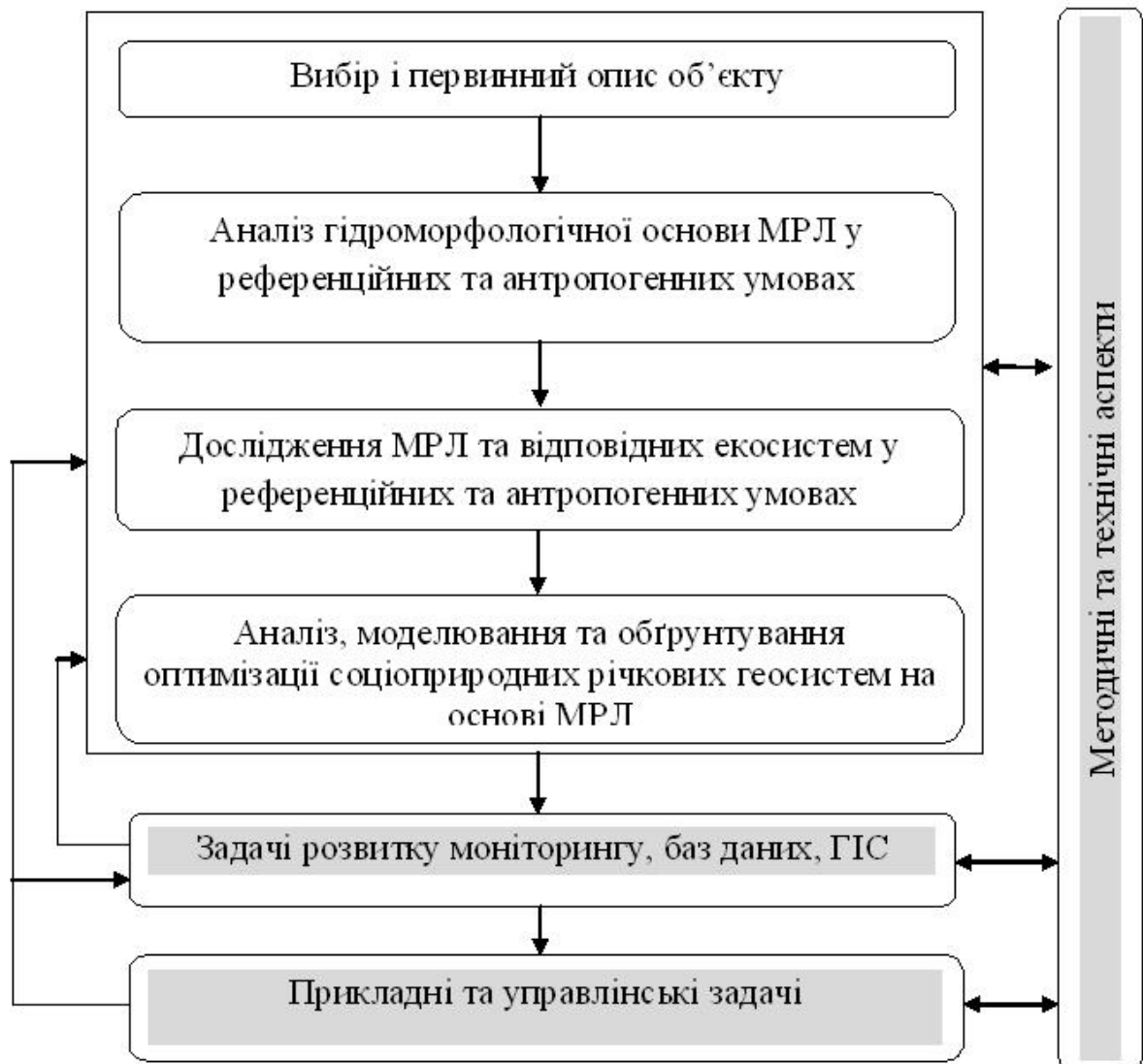


Рис. 2. Структура проблеми (система задач) розвитку річкових геоекологічних коридорів на основі рівня річкових парагенетичних ланок – однорідних ділянок русла та заплави
(МРЛ – молодий річковий ландшафт)

З позиції наведених підходів важливо дати принципову оцінку деяких існуючих визначень, підходів, нормативних вказівок.

Визнання об'єктами управління складних річкових геосистем добре поєднується з принципами інтегрованого управління водними ресурсами. Наприклад, у статті 6 Карпатської конвенції констатується, що це підхід, який ґрунтується на сприйнятті води, як невід'ємної частини екосистеми, природного ресурсу і соціального та економічного блага. Очевидно, що специфіка управління, функцій даних об'єктів може розглядатися як достатня підстава для виділення їх в особливу категорію земель.

Що ж є річковою екосистемою? Це тільки потік води і тільки у меженний період? При такому підході, у деяких випадках, прибережні

захисні смуги навіть не виходять за межі русла. Характер рельєфу заплави, її ґрунти, підземні води, водний режим також лежать в основі відповідних, і досить специфічних, важливих для людини екосистем, ландшафтів. Наприклад, вже у Водній Рамковій Директиві ЄС дається визначення, що прибережна зона – це територія, що прилягає до річкового русла (включаючи корінний берег), яка зазнає безпосереднього впливу умов водної екосистеми. Термінологія і визначення, що наводяться у нормативних документах, повинні враховувати сучасне розуміння об'єктів управління.

Виходячи з систематизованого опису та аналізу проблем, що виникають на сучасному етапі управління річками Передкарпаття, можна сформулювати принципово важливі для вирішення задачі з планування сталого розвитку річкових геосистем:

- Наукове обґрунтування, розвиток інформаційної бази, систем моніторингу.
- Розвиток правової основи сталого використання водних ресурсів.

Для вирішення першої задачі важливо:

- розвивати уявлення про річкові геосистеми, інтегроване управління ними, підвищення їхньої якості, посилення корисних функцій (рис. 3);
- зокрема, впроваджувати концепцію річкових, екологічних, геоекологічних коридорів;
- створювати, вдосконалювати відповідні інформаційні системи.

Для вирішення другої задачі важливо:

- удосконалити систему термінів, визначень, класифікації стандартів;
- посилити позиції гідрологів, гідроекологів у розробці, удосконаленні правової бази користування водними ресурсами і, на основі цього, оптимізації практичної діяльності.



Рис. 3. Узагальнена схема корисних функцій річкових геосистем

Висновки. На нашу думку, сутність основного протиріччя між існуючою практикою управління річками, їх регулюванням та необхідністю введення принципів ВРД ЄС, екомережі тощо полягає у відсутності відповідних змін у законодавстві України, відомчих документах, складності переходу до екологічно спрямованих, толерантних програм з гідроекобезпеки, недостатності фінансування даного роду діяльності та малої ефективності використання коштів.

Важливо також усвідомити, що об'єктами управління, регулювання, екобезпеки є не окремо потік, чи якість води, чи водоохоронна зона, а цілісні природні та природно-соціальні системи: екосистеми, річкові ландшафти, геосистеми. Їхня якість, потенціал, корисні функції є основою сталого розвитку. Можна стверджувати, що це особлива категорія земель. Це відповідає принципу інтегрованого управління водними та земельними ресурсами.

Таким чином удосконалення принципів управління річками, їх басейнами на основі екологічної толерантності, комплексного, системного, інтегрованого підходу є актуальною задачею. Гідроморфологічні дослідження, гідроморфологічний моніторинг, створення відповідних інформаційних систем є важливою її частиною.

Список літератури

1. *Ющенко Ю.С.* Развитие русла р. Прут на участке интенсивного антропогенного воздействия в районе г. Черновцы / Ю.С. Ющенко // Четвёртое коорд. сов. по проблеме „Исследование русловых процессов на реках и в устьях рек и разработка методов их учёта для различных отраслей народного хозяйства” плана НИР научного направления „География” НТС Госкомобраза СССР (Луцк, 27-28 сентября 1989 г.) : Тезисы докл. – Луцк : Изд-во ЛГПИ, 1989. – С. 62.
2. *Кафтан А.Н.* Руководство по рациональному отбору русловых отложений / Кафтан А.Н. и др. – К., 1990. – 143 с.
3. *Беркович К.М.* Экологическое русловедение / [К.М. Беркович, Р.С. Чалов, А.В. Чернов]. – М. : ГЕОС, 2000. – 332 с.
4. *Ободовський О.Г.* Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) / О.Г. Ободовський. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 274 с.
5. *Ющенко Ю.С.* Проблеми використання русел та заплав річок Українських Карпат / Ю.С. Ющенко // Матеріали V конгресу Міжнародної асоціації українців. Соціально-гуманітарні науки. – Чернівці : Рута, 2004. – С. 356–361.
6. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. – К., 2006. – 240 с.
7. *Ободовський О.Г.* Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / О.Г. Ободовський, О.Є. Ярошевич. – К. : Інтертехнодрук, 2006. – 70 с.
8. Закон України «Про екологічну мережу України» від 24 червня 2004 року №1864-IV. Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища. Том 10 (спецвипуск). – Чернівці : Зелена Буковина, 2004. – С. 559–563.
9. Посібник з Карпатської конвенції. Регіональний Екологічний Центр Центральної та Східної Європи. – Угорщина, 2007. – 198 с.
10. *Коржик В.* До питання долинно-річкових коридорів національної екомережі (на прикладі Чернівецької області) / В. Коржик // Річки і долини. Природа – ландшафти – людина : Зб. наук. праць. – Чернівці – Сосновець, 2007. – С. 154–163.
11. *Царик Л.П.* Географічні засади формування і розвитку регіональних природоохоронних систем / Л.П. Царик. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2009. – 320 с.
12. Створення екологічних коридорів в Україні [Посібник щодо законодавства, ландшафтно-екологічного моделювання та менеджменту для поєднання природоохоронних об'єктів на підставі досвіду в Карпатах]. – К., 2010. – 160 с.
13. Карпатський національний природний парк. – Івано-Франківськ : Фоліант, 2009. – 672 с.

14. Ющенко Ю.С. Формирование системы использования русла и поймы на р. Прут / Ю.С. Ющенко // Девятое межвуз. коорд. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Брянск, 28-30 сент. 1994 г.) : Тезисы докл. – Брянск : Изд-во БрГПИ, 1994. – С. 141–143. 15. Ющенко Ю.С. Гідрологічні аспекти функціонування екомережі / Ю.С. Ющенко // Матеріали П'ятої міжнар. наук. конф. „Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки” (Чернівці, 5-6 травня 2006 р.). – Чернівці : Зелена Буковина, 2006. – С. 425–429. 16. Ющенко Ю.С. Екомережа Чернівецької області і гідроморфологічні дослідження річок / Ю.С. Ющенко, Л.В. Горшеніна, А.О. Кирилюк // там же. – С. 422–425. 17. Ющенко Ю.С. Черемоський річковий геоекологічний коридор / Ю.С. Ющенко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Сер. Географія. – 2007. – Вип. 361. – С. 74–81.

Руслознавчі аспекти сталого розвитку (на прикладах річок Передкарпаття)

Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Караван Ю.В., Пасічник М.Д., Паланичко О.В.

Русла та заплави річок – це важливі об'єкти сталого розвитку. Вони мають складну структуру. На їх основі функціонують молоді річкові ландшафти, екосистеми. Важливою є якість елементів середовища. Також важливо оптимізувати відповідні соціоприродні геосистеми. Такого роду дослідження проводяться на кафедрі гідроекології, водопостачання та водовідведення Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Ключові слова: русло; заплава; сталий розвиток; якість середовища; геосистеми.

Русловедческие аспекты устойчивого развития (на примерах рек Предкарпатья)

Ющенко Ю.С., Кирилюк А.А., Караван Ю.В., Пасичник Н.Д., Паланичко О.В.

Русла и поймы рек – это важные объекты устойчивого развития. Они имеют сложную структуру. На их основе функционируют молодые речные ландшафты, экосистемы. Важным является качество элементов среды. Также важно оптимизировать соответствующие соціоприродные геосистемы. Исследования такого рода проводятся на кафедре гидроэкологии, водоснабжения и канализации Черновицкого национального университета имени Юрия Федьковича.

Ключевые слова: русло; пойма; стабильное развитие; качество среды; геосистемы.

Channellogic aspects of sustainable development (for examples of Precarpathian rivers)

Yushchenko Yu., Kirilyuk A., Caravan Yu., Pasichnyk M., Palanychko O.

River channels and floodplain – the important objects of sustainable development. They have a complex structure. On their basis function young river landscapes, ecosystems. The quality of these elements of the environment is important. It is also important to optimize the relevant socionatural geosciences. Such studies are conducted at the Department of hydroecology, water supply and sewerage Chernivtsi National University named after Yuriy Fedkovych.

Keywords: channel; floodplain; sustainable development; quality environment; geosciences.

Надійшла до редколегії 13.11.2011

Самойленко В.М., Іванок Д.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МОДЕЛЬНА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ ПАРАМЕТРИЧНОЇ СТІЙКОСТІ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ ТА ЇЇ НАДІЙНОСТІ

Ключові слова: *басейнова геосистема, моделювання, рівень стану, параметрична стійкість, надійність*

Стан проблеми. Розвиток теоретично-прикладних підвалин модельного відтворення стану елементів басейнкової ландшафтної територіальної структури (ЛТС) для поліпшення їхнього стану за умов інтенсивного природокористування та антропогенного навантаження на них, є наразі актуальною географічною та геоекологічною проблемою. Першому етапу такого розвитку було присвячено нашу публікацію [18], в якій, з урахуванням **існуючих підходів** ([1-17]), і було удосконалено зазначені теоретично-прикладні підвалини. Зокрема, було запропоновано розглядати рівень стану басейнкової геосистеми за ознаками її стійкості та надійності, визначено складники стійкості такої геосистеми та параметризовано моделі її фазово-антропізаційної та фазово-етологічної стійкості. При цьому як **невирішене завдання** було відзначено необхідність модельної параметризації компонентів параметричної стійкості басейнкової геосистеми та її надійності.

З огляду на таке, **основною метою** даної статті, яка є логічним продовженням праці [18], а також наших монографій [2-9], було дослідження можливостей модельної параметризації, по-перше, складників параметричної стійкості **басейнкової геосистеми (БГ)** та, по-друге, її надійності.

Моделювання параметричної стійкості. Згідно із дефініцією та викладеними нами у [8, 18] загальними підходами до параметризації першого підтипу цієї стійкості басейнкової геосистеми – **параметрично-процесної стійкості (ППС(БГ))** – можна визначити можливі способи параметризації видів останньої.

Перший такий вид – **флювіо-ерозійну параметрично-процесну стійкість (ФЕППС(БГ))** – доцільно моделювати стосовно субполів (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем (**БТП** і **БМПП**), причім, по-перше, саме тих частин їхніх субполів, де має сенс оцінка флювіальної ерозії, тобто для просторових субобластей $R_{\Phi E}$, що фіксуються через $\omega_{\Phi E}$. По-друге, останні можна визначати, в залежності, зрозуміло, від робочого мірила моделювання, як ті, що перетнуті

певними функціонально-природокористувальними підсистемами (БФПП) за (14) і табл.1 нашої праці [18], де власне процеси флювіальної ерозії є оцінними. Найчастіше, для доступних і доцільних мірил моделювання БГ рангу цього дослідження (див. нашу монографію [4] та ін.), такими підсистемами є природоохоронна, промислова 1 підтипу, агровиробничі 2-4 підтипу та деякі інші ($R_{БФПП,ІН}$). По-третє, з огляду на способи систематизації вихідної для моделювання тематичної інформації, кількісні параметри флювіо-ерозійних процесів досить часто "регіонально" подаються щодо, в даному випадку, басейнових фізико-географічних підсистем (БФГП), що дозволяє залучати такі дані в межах обраних модельних БТП і БМПП. По-четверте, за всіх умов вихідним параметром є *індекс флювіо-ерозійної параметрично-процесної стійкості* ($I_{ФЕППС,k}$, у %) k -того об'єкта моделювання, а отже, відповідно,

$$\begin{aligned} \{ФЕППС(БГ)\} &\equiv \{ФЕППС(БТП, БМПП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП}, t)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{ФЕ}, R_{ФЕ}, t) \cap БМПП(\omega_{ФЕ}, R_{ФЕ}, t) \cap БФГП(\omega_{БФГП}, R_{БФГП}, t)\}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$R_{ФЕ} \in \{R_{ПОП} \cup R_{ПМП,1} \cup R_{АВП,2-4} \cup R_{БФПП,ІН}\}, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} D \{ФЕППС(БГ)\} &\equiv D \{ФЕППС(БТП, БМПП)\} \equiv D \{БФГП\} = \\ &= \{БФГП(\omega_{ФЕ}, R_{ФЕ}, t)\}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$I_{ФЕППС,k} = 100 - I_{ФЕР,k} = 100 - \sum_{j=1}^{n_{I_{ФЕР,k}}} I_{I_{ФЕР,k,j}} p_{I_{ФЕР,k,j}}, \quad (4)$$

де $I_{ФЕР,k}$ – індекс флювіальної ерозії k -того басейнового об'єкта моделювання (у %), середньовиважений у межах його заданих (і наявних) просторових субобластей $R_{ФЕ}$; $I_{I_{ФЕР,k,j}}$ – значення j -того індексу інтенсивності цієї ерозії (у %), які, за відсутності спеціальних детальних досліджень, можна визначати в інтервальному або усередненому подаванні за розробленою нами у [8] (з урахуванням [13, 17]) спеціальною шкалою відношень у залежності від регіональних значень річного змиву верхнього шару ґрунту (табл.1); $p_{I_{ФЕР,k,j}}$ – загальна частка площі модельних субполів k -того об'єкта з j -тим індексом інтенсивності $I_{I_{ФЕР}}$ (у частках одиниці від загальної площі заданих субобластей $R_{ФЕ}$ без площі водних об'єктів); $n_{I_{ФЕР,k}}$ – кількість розрахункових значень індексу $I_{I_{ФЕР,k,j}}$.

Розроблену для щойно зазначених умов *категорійно-класифікаційну* схему щодо флювіо-ерозійної ППС об'єктів моделювання наведено у табл.2. Ця схема визначає п'ять категорій рівня стану басейнової геосистеми за ознаками такої стійкості (від геосистем з вельми слабкою до геосистем з вельми сильною інтенсивністю флювіальної ерозії) та відповідні цим категоріям п'ять класів рівня стану.

Таблиця 1. Інтервальні та усереднені значення індексу інтенсивності флювіальної ерозії ($I_{ФЕР,kj}$ у (4)) в залежності від регіональних значень річного змиву верхнього шару ґрунту

Річний змив верхнього шару ґрунту, т/га					Інтервальні та усереднені значення $I_{IФЕР.k,j}$, %
зона мішаних лісів ¹⁾	лісостепова зона		степова зона		
	1 ²⁾	2 ³⁾	1 ⁴⁾	2 ⁵⁾	
< 2	< 4	< 2	< 4	< 3	(0-20]; 10
[2-3]	[4-10)	[2-8]	[4-10)	[3-8)	(20-40]; 30
(3-4]	10	(8-9]	10	8	(40-60]; 50
(4-8]	(10-12]	(9-12]	(10-15]	(8-12]	(60-80]; 70
> 8	> 12	> 12	> 15	> 12	(80-100]; 90

¹⁾ Поліський край; ²⁾ Дністровсько-Дніпровський лісостеповий край; ³⁾ Лівобережно-Дніпровський і Середньо-Руський лісостепові краї; ⁴⁾ Дніпровсько-Дністровський північностеповий край; ⁵⁾ Лівобережно-Дніпровсько-Приазовський, Донецький, Задонецько-Донський північностепові, Причорноморський середньостеповий і Кримський сухостеповий (без Присивасько-Кримської низовинної області) краї

Таблиця 2. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану БГ за ознаками її флювіо-ерозійної параметрично-процесної стійкості (інтенсивності флювіальної ерозії)

Значення $I_{ФЕР,к}$ за моделлю (4), %	Інтенсивність флювіальної ерозії (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
(100-80]	вельми слабка (1)	відмінний (I)
(80-60]	слабка (2)	добрий (II)
(60-40]	середня (3)	задовільний (III)
(40-20]	сильна (4)	незадовільний (IV)
< 20	вельми сильна (5)	поганий (V)

Окремою задачею при порівнянні рівня стану певних територіальних чи морфологічно-позиційних підсистем досліджуваної басейнової геосистеми або різних таких геосистем за ознаками флювіо-ерозійної параметрично-процесної стійкості може стати врахування частки просторових субобластей $R_{ФЕ}$ (у т.ч. з певним індексом інтенсивності ерозії $I_{ФЕР}$) у загальній площі модельних об'єктів.

Другий вид параметрично-процесної стійкості – **радіогеоекологічну ППС (РГППС(БГ))** – можна моделювати з розвитком положень наших монографій [4, 8] і праці [15], по-перше, для субполів насамперед (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем винятково в межах частин їхніх просторових субобластей, перетнутих субполями функціонально-природокористувальних підсистем, перелічених з 1 по 7 у табл.1 нашої праці [18], де є слушною радіогеоекологічна оцінка наслідків місцевого ресурсокористування. Такі субобласті можна позначити як R_{PE} з фіксацією їх через $\omega_{ФЕ}$ і, по-друге, оцінювати перетин відповідних модельних субполів з полями індексу рівня радіогеоекологічного стану території в межах модельних об'єктів, тобто з

полями $PPГСТ(\omega_{PPГСТ}, R_{PPГСТ}, t)$ з інтегральним визначенням власне індексу радіогеоєкологічної ППС ($I_{РГППС, k}$, у %) k -того об'єкта моделювання, а отже, згідно з вищевикладеним,

$$\begin{aligned} \{РГППС(БГ)\} &\equiv \{РГППС(БТП, БМПП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП}, t)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{РЕ}, R_{РЕ}, t) \cap БМПП(\omega_{РЕ}, R_{РЕ}, t) \cap PPГСТ(\omega_{PPГСТ}, R_{PPГСТ}, t)\}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$R_{РЕ} \in \{R_{ПОП} \cup R_{ПМП, 1} \cup R_{АВП, 1-4} \cup R_{СЕП, 1}\}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} D \{ФЕППС(БГ)\} &\equiv D \{ФЕППС(БТП, БМПП)\} \equiv D \{PPГСТ\} = \\ &= \{PPГСТ(\omega_{ФЕ}, R_{ФЕ}, t)\}, \end{aligned} \quad (7)$$

$$I_{РГППС, k} = 100 - I_{PPГСТ, k} = 100 - \sum_{j=1}^{n_{PPГСТ, k}} I_{PPГСТ, k, j} P_{PPГСТ, k, j}, \quad (8)$$

де $I_{PPГСТ, k}$ – індекс рівня радіогеоєкологічного стану k -того об'єкта моделювання (у %), середньовиважений у межах його наявних просторових субобластей $R_{РЕ}$; $I_{PPГСТ, k, j}$ – значення j -того поля індексу рівня радіогеоєкологічного стану території в межах модельного об'єкта, які доцільно визначати (у %), зокрема, за результатами її ландшафтно-гідрогеоєкологічного районування на основі цифрової карти полів таких індексів з БД регіональної ГІС радіоактивно забруднених геосистем гідродовкілля (для поля 1 це значення становить 100%, для поля 2 – 90%, для поля 3 – 80% і т.д., завершуючи полем 10 з $I_{PPГСТ, k, j} = 10\%$, див. [4, 5, 8, 15]); $P_{PPГСТ, k, j}$ – загальна частка площі модельних субполів k -того об'єкта з j -тим індексом стану $I_{PPГСТ}$ (у частках одиниці від загальної площі заданих субобластей $R_{РЕ}$ без площі водних об'єктів); $n_{PPГСТ, k}$ – число розрахункових значень індексів $I_{PPГСТ, k, j}$.

Категорійно-класифікаційну схему, застосовну для моделювання радіогеоєкологічної стійкості басейнової геосистеми та її заданих підсистем, наведено в табл. 3. Вона розрізняє 10 категорій рівня радіогеоєкологічного стану $БГ$ (із збереженням їхніх назв за [15] – від вельми задовільного до гранично поганого рівня – але оберненими до полів $I_{PPГСТ, k, j}$ номерами, коли вищезазначене поле 10 відповідає 1 категорії тощо) та з поєднаними зі змістом цих категорій, розкритим у [4, 8, 15], п'ятьма класами такого рівня, сполучними за сутнісними назвами з прийнятими у [18] і в цій праці оцінками класів.

Наступний вид стійкості, а саме **ацидифікаційну параметрично-процесну стійкість** ($АЦППС(БГ)$), доцільно моделювати, знову-таки, передусім для субполів (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем $БГ$ з огляду на характеристики процесів ацидифікації їхніх водозборів (кислотної забруднювальної седиментації з атмосферними опадами), тобто випадіння на ці водозбори опадів з певними допустимими чи небажаними значеннями водневого показника pH . Останнє можна задати відповідними полями $АЦВЗ(\omega_{АЦВЗ}, R_{АЦВЗ}, t)$ для їхнього

оцінювального перетину з субполями модельних об'єктів і розрахунку індексу ацидифікаційної ППС ($I_{АЦППС,k}$, у %) k -того об'єкта моделювання, звідки:

Таблиця 3. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану БГ за ознаками її радіогеоекологічної параметрично-процесної стійкості

Значення $I_{РГППС,k}$ за моделлю (8), %	Рівень радіогеоекологічного стану за категорією ([15]) та її номер	Рівень радіогеоекологічного стану за класом
≥ 85	вельми задовільний (1)	відмінний (I) і добрий (II)
(85-75]	задовільний (2)	задовільний (III)
(75-65]	помірно погіршений (3)	незадовільний (IV)
(65-55]	середньо погіршений (4)	
(55-45]	вельми погіршений (5)	
(45-35]	гранично погіршений (6)	
(35-25]	початково поганий (7)	поганий (V)
(25-15]	середньо поганий (8)	
(15-5]	вельми поганий (9)	
< 5	гранично поганий (10)	

$$\{АЦППС(БГ)\} \equiv \{АЦППС(БТП, БМПП)\} = \\ = \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \{АЦВЗ((\omega_{АЦВЗ}), R_{АЦВЗ}, t)\}, \quad (9)$$

$$I_{АЦППС,k} = 100 - I_{АЦВЗ,k} = 100 - \sum_{j=1}^{n_{КАО,k}} I_{КАО,k,j} p_{КАО,k,j}, \quad (10)$$

де $I_{АЦВЗ,k}$ – середньовиважений (за площами відповідних субполів) індекс ацидифікації водозбору k -того об'єкта моделювання (у %); $I_{КАО,k,j}$ – значення j -того індексу кислотності атмосферних опадів, які можна визначати (в %) в інтервальному або усередненому подаванні за розробленою з урахуванням [8, 17] тощо спеціальною шкалою відношень у залежності від середніх за багатоліття інтервальних величин водневого показника цих опадів (табл.4);

Таблиця 4. Інтервальні та усереднені значення індексу кислотності атмосферних опадів ($I_{КАО,k,j}$ у (10)) в залежності від середніх за багатоліття інтервальних значень водневого показника (pH) цих опадів

Інтервальні значення pH	Інтервальні та усереднені значення $I_{КАО,k,j}$, %
(7,0-6,8]	(0-14]; 7
(6,8-6,6]	(14-28]; 21
(6,6-6,4]	(28-42]; 35
(6,4-6,2]	(42-56]; 49
(6,2-6,0]	(56-70]; 63
(6,0-5,8]	(70-84]; 77
$< 5,8$	(84-100]; 92

$R_{КАО,k,j}$ – загальна частка площі субполів k -того об'єкта з j -тим індексом кислотності $I_{КАО}$ (у частках одиниці); $n_{КАО,k}$ – кількість розрахункових інтервалів індексу $I_{КАО,k,j}$.

Розроблену за такими засновками *категорійно-класифікаційну схему* для оцінювання ацидифікаційної *ППС* об'єктів моделювання в інтервальному подаванні наведено у табл.5. Ця схема визначає сім категорій рівня стану басейнової геосистеми за ознаками цієї стійкості (ступеня ацидифікації водозбору) – від геосистем з незначним до геосистем з вельми високим таким ступенем – та відповідні цим категоріям п'ять класів рівня стану. Удосконалення підходів до моделювання ацидифікаційної *ППС* бачиться, насамперед, шляхом зважання на властивості ґрунтів або інших поверхонь, на які надходять атмосферні опади, та й загалом складу басейнових функціонально-природокористувальних підсистем, що перетинаються полями $АЦВЗ(\omega_{АЦВЗ}, R_{АЦВЗ}, t)$.

Таблиця 5. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану *БГ* за ознаками її ацидифікаційної параметрично-процесної стійкості (ступеня ацидифікації водозбору)

Значення $I_{АЦПКС,k}$ за моделлю (10), %	Ступінь ацидифікації водозбору (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
(100-86]	незначний (1)	відмінний (I)
(86-72]	вельми низький (2)	добрий (II)
(72-58]	низький (3)	
(58-44]	середній (4)	задовільний (III)
(44-30]	підвищений (5)	
(30-16]	високий (6)	незадовільний (IV)
< 16	вельми високий (7)	поганий (V)

Моделювання ще одного виду – *ґрунтово-самоочищувальної ППС (ГСППС(БГ))* – за змістом має оцінювати здатність ґрунтів водозбору басейнової геосистеми до самоочищення, що ідентифікується для цих ґрунтів через співвідношення параметрів процесів випадіння атмосферних опадів, випаровування та флювіо-гідроміграційних процесів, а отже міри проточності чи непроточності ґрунтів. Звідси такий вид стійкості доцільно моделювати, по-перше, для субполів передусім (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем у межах частин їхніх просторових субобластей, які перетнуто субполями функціонально-природокористувальних підсистем з порядковими номерами з 1 по 7 у табл.1 нашої праці [18] і деяких інших підсистем, тобто там, де аналіз ґрунтової самоочищувальної здатності є виправданим за змістом. Зазначені субобласті можна позначити як $R_{ГС}$ за умови фіксації їх через $\omega_{ГС}$ і, по-друге, оцінювати перетин відповідних модельних субполів з полями індексу непроточності ґрунтів водозбору $НПГВЗ(\omega_{НПГВЗ}, R_{НПГВЗ}, t)$ у межах субполів моделювання. По-третє, за основний оцінювальний буде правити власне *індекс ґрунтово-*

самоочищувальної ППС ($I_{ГСПС,k}$, у %) k -того об'єкта моделювання, а отже, згідно з щойно викладеним,

$$\begin{aligned} \{ГСПС(БГ)\} &\equiv \{ГСПС(БТП, БМПП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \{БФПП(\omega_{БФПП}, R_{БФПП}, t)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{ГГ}, R_{ГГ}, t) \cap БМПП(\omega_{ГГ}, R_{ГГ}, t) \cap НПГВЗ(\omega_{НПГВЗ}, R_{НПГВЗ}, t)\}, \end{aligned} \quad (11)$$

$$R_{ГГ} \in \{R_{ПОП} \cup R_{ПМП,1} \cup R_{АВП,1-4} \cup R_{СЕП,1} \cup R_{БФПП,Н}\}, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} D \{ГСПС(БГ)\} &\equiv D \{ГСПС(БТП, БМПП)\} \equiv D \{НПГВЗ\} = \\ &= \{НПГВЗ(\omega_{ГГ}, R_{ГГ}, t)\}, \end{aligned} \quad (13)$$

$$I_{ГСПС,k} = 100 - I_{НПГ,k} = 100 - \sum_{j=1}^{n_{НПГВЗ,k}} I_{НПГВЗ,k,j} p_{НПГВЗ,k,j}, \quad (14)$$

де $I_{НПГ,k}$ – середньовиважений (за площами відповідних субполів) індекс непроточності ґрунтів водозбору k -того об'єкта моделювання (у %); $I_{НПГВЗ,k,j}$ – значення j -того поля індексу непроточності цих ґрунтів, які можна варіантно визначати за створеною на основі карти у [17] шкалою відношень у залежності від вербальних категорійних значень коефіцієнта проточності ґрунтів $K_{ПГ}$ (табл.6); $p_{НПГВЗ,k,j}$ – загальна частка площі субполів k -того об'єкта (без площі водних об'єктів) з j -тим індексом непроточності $I_{НПГВЗ}$ (у частках одиниці); $n_{НПГВЗ,k}$ – кількість розрахункових інтервалів індексу $I_{НПГВЗ,k,j}$.

Таблиця 6. Інтервальні та усереднені значення індексу непроточності ґрунтів водозбору ($I_{НПГВЗ,k,j}$ у (14)) в залежності від вербальних категорійних значень коефіцієнта проточності ґрунтів ($K_{ПГ}$) за [17]

Вербальні значення $K_{ПГ}$ за [17]	Інтервальні та усереднені значення $I_{НПГВЗ,k,j}$, %
дуже високий	(0-14]; 7
високий	(14-42]; 28
середній	(42-56]; 49
нижчий від середнього	(56-67]; 61
низький	(67-78]; 72
дуже низький	(78-89]; 84
надмірно низький	(89-100]; 95

Відповідно розроблену категорійно-класифікаційну схему щодо ґрунтово-самоочищувальної ППС, з її сімома категоріями рівня стану за здатністю ґрунтів водозбору до самоочищення (від вельми високої до надто низької) та п'ятьма класами рівня стану наведено у табл.7.

Таблиця 7. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану БГ за ознаками її ґрунтово-самоочищувальної параметрично-процесної стійкості (здатності ґрунтів до самоочищення)

Значення $I_{СППС,k}$ за моделлю (14), %	Здатність ґрунтів до самоочищення (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
(100-86]	вельми висока (1)	відмінний (I)
(86-58]	висока (2)	добрий (II)
(58-44]	середня (3)	задовільний (III)
(44-33]	знижена (4)	
(33-22]	низька (5)	незадовільний (IV)
(22-11]	вельми низька (6)	
< 11	надто низька (7)	поганий (V)

Серед складників другого підтипу параметричної стійкості, а саме **параметрично-відновлювальної**, під параметризацію "підпадає", насамперед, такий її вид, як **фітогенна параметрично-відновлювальна стійкість (ФГПВС(БГ))**. Згідно з нашими пропозиціями у [8] і вже поданими у [18] визначеннями, цю стійкість слід моделювати, по-перше, стосовно частин субполів (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем, де таке моделювання є доцільним за змістом фітогенної ППС, а отже для просторових субобластей $R_{\Phi Г}$, які фіксуються через $\omega_{\Phi Г}$. По-друге, зважаючи на доступні та доцільні мірила робочі моделювання БГ у цілому (див. попередній текст), субобласті $R_{\Phi Г}$ можна задати як результат перетину вихідних $R_{БТП}$ і $R_{БМПП}$ з субобластями певних функціонально-природокористувальних підсистем за (14) і табл.1 нашої праці [18], передусім природоохоронної, промислової 1 підтипу, агровиробничих 1-3 підтипу та деяких інших "модельно-доцільних" підсистем ($R_{БФПП,н}$). По-третє, схоже до підходів при оцінці флювіо-ерозійної стійкості, нормування фітогенної ППС може критеріально орієнтуватися на відповідні еталонні показники (див. далі) визначених басейнових фізико-географічних підсистем, що призводить до необхідності застосовувати і перетини модельних об'єктів з субполлями цих підсистем. І нарешті, по-четверте, за всіх таких засновків базовим модельним показником є **індекс фітогенної параметрично-відновлювальної стійкості ($I_{\Phi ГПВС,k}$, у %)** k -того об'єкта моделювання, звідки інтегрально можна записати, що

$$\begin{aligned} \{\Phi ГПВС(БГ)\} &\equiv \{\Phi ГПВС(БТП, БМПП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП}, t)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{\Phi Г}, R_{\Phi Г}, t) \cap БМПП(\omega_{\Phi Г}, R_{\Phi Г}, t) \cap БФГП(\omega_{БФГП}, R_{БФГП}, t)\}, \end{aligned} \quad (15)$$

$$R_{\Phi Г} \in \{R_{Поп} \cup R_{ПМП,1} \cup R_{АВП,1-3} \cup R_{БФПП,н}\}, \quad (16)$$

$$D \{\Phi ГПВС(БГ)\} \equiv D \{\Phi ГПВС(БТП, БМПП)\} \equiv D \{БФГП\} = \{БФГП(\omega_{\Phi Г}, R_{\Phi Г}, t)\}, \quad (17)$$

$$I_{\Phi ГПВС,k} = f \{100 (S_{РОС,k} / S_{\Phi Г,k})_j\}, \quad (18)$$

де $S_{ROC,k}$ – сумарна площа субполів k -того об'єкта моделювання з природною та/або (квазі)природною рослинністю: лісами, луками, болотами, лісопарками, лісосмугами, лугопарками, садами тощо; $S_{FG,k}$ – загальна площа цього об'єкта моделювання, тобто його просторових субобластей R_{FG} (без площі власне водних об'єктів – річкових русел, штучних водойм та озер).

Розвиваючи пропозиції нашої монографії [8], *категорійно-класифікаційну схему фітогенної параметрично-процесної стійкості* побудовано таким чином (табл.15). Вона початково орієнтується на j -ті фактичні величини співвідношення ($S_{ROC,k} / S_{FG,k}$), які, для визначення $I_{FGПВС,k}$, зіставляються з їхніми l -тими критеріальними значеннями, отриманими за моделлю

$$\{100 (S_{ROC} / S_{FG})\}_l = \{0,5 (K_{ЛС,l} + K_{СПС,l})\}_l I_{ФАС,В*}, \quad (19)$$

де $K_{ЛС,l}$ і $K_{СПС,l}$ – детерміновані певними басейновими фізико-географічними підсистемами критеріальні значення, відповідно, показників лісистості та ступеня природного стану басейнів річок України за [13] (у %); $I_{ФАС,В*}$ – середнє значення індексу фазово-антропізаційної стійкості моделі (25) у [18] для відмінного за класом цієї стійкості рівня стану $БГ$ (див. табл.2 у [18]), а отже $I_{ФАС,В*} \approx 0,94$.

У схемі за табл. 8 вирізнено 5 категорій рівня стану модельної басейнової геосистеми за ступенем наявності природної та (квазі)природної рослинності як чинника відновлення (від вельми високого до вельми низького такого ступеня) та п'ять відповідних класів рівня стану. Зрозуміло, по-перше, що у випадку, коли субполя модельної геосистеми містять у своїх межах декілька "критеріально-розрахункових" фізико-географічних підсистем, індекс $I_{FGПВС,k}$ треба відповідно визначати як середньовиважений за площами субполів таких підсистем, орієнтуючись при виважуванні площ на усереднені, а при кінцевому оцінюванні – на інтервальні значення цього індексу за табл.8. По-друге, слід зважати на шляхи удосконалення схеми табл. 8, визначені у [8], насамперед на необхідність критеріальної параметризації топологічних характеристик фітогенної стійкості, та поєднання еталонних вимог до ступеня наявності рослинності, додатково враховуючи її генезис і тип, з певним бажаним місцезнаходженням субполів цієї рослинності стосовно обраних складників (квазі)природної підсистеми $БГ$.

Щодо можливості модельної параметризації інших складників параметрично-відновлювальної стійкості басейнової геосистеми слід зазначити таке. Параметризація *заповідно-геореабілітаційної ПВС* є завданням майбутніх досліджень. Вони початково мають базуватися на оцінюванні співвідношень площ субполів з вже реалізованим природоохоронним статусом (природно-заповідного фонду, екомереж різного рангу тощо) з площами таких субполів, оптимальними (доцільними) для певних субструктур (квазі)природної підсистеми $БГ$, у т.ч. із розрахунком адекватного індексу *заповідно-геореабілітаційної ПВС* ($I_{ЗГПВС,k}$, у %).

Таблиця 8. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану *БГ* за ознаками її фітогенної параметрично-відновлювальної стійкості (ступеня наявності природної та (квазі)природної рослинності)

Критеріальні значення ($S_{ROC} / S_{\Phi G}$) _{<i>l</i>} за (19), %						Інтервальні та усереднені значення $I_{\Phi ГПВС, k, y}$ (18), %	Ступінь наявності рослинності (категорія)	Рівень стану за класом
зона мішаних лісів ¹⁾	лісостепова зона		степова зона					
	1 ²⁾	2 ³⁾	1 ⁴⁾	2 ⁵⁾	3 ⁶⁾			
> 57	> 24	> 27	> 23	> 23	> 22	[100-80); 90	вельми високий (1)	відмінний (I)
[57-52)	[24-22)	[27-23)	[23-17)	[23-20)	[22-17)	[80-60); 70	високий (2)	добрий (II)
[52-44)	[22-20)	[23-21)	[17-14)	[20-18)	[17-14)	[60-40); 50	середній (3)	задовільний (III)
[44-35]	[20-18]	[21-18]	[14-12]	[18-15]	[14-12]	[40-20); 30	низький (4)	незадовільний (IV)
< 35	< 18	< 18	< 12	< 15	< 12	[20-0); 10	вельми низький (5)	поганий (V)

¹⁾ Поліський край; ²⁾ Дністровсько-Дніпровський лісостеповий край; ³⁾ Лівобережно-Дніпровський та Середньо-Руський лісостепові краї; ⁴⁾ Дніпровсько-Дністровський північностеповий край; ⁵⁾ Лівобережно-Дніпровсько-Приазовський, Донецький, Задонецько-Донський північностепові краї; ⁶⁾ Причорноморський середньостеповий та Кримський сухостеповий (без Присивасько-Кримської низовинної області) краї

Натомість (квазі)природно-ландшафтну *ПВС (КЛПВС(БГ))* можна у першому наближенні параметризувати вже зараз, критеріально зважаючи на "вагу" питомих площ субполів із відносно слабо зміненими елементами (квазі)природної підсистеми *БГ*, згідно з такими міркуваннями. По-перше, оцінювання зазначеної стійкості є доцільним, передусім, для субполів (квазі)природних басейнових територіальних і морфологічно-позиційних підсистем *БГ*, перетнутих вибірковыми субполями басейнової функціональної структури природокористування (з просторовими субобластями $R_{БФПП, виб}$). По-друге, за вихідний модельний показник може правити індекс (квазі)природно-ландшафтної параметрично-відновлювальної стійкості ($I_{КЛПВС, k}$, у %) *k*-того об'єкта моделювання, звідки, підсумково,

$$\begin{aligned} \{КЛПВС(БГ)\} &\equiv \{КЛПВС(БТП, БМПП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \\ &\quad \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП, виб}, t)\}, \end{aligned} \quad (20)$$

$$R_{БФПП, виб} \in \{R_{ПОП} \cup R_{ПМП, 1} \cup R_{АП, 1-3}\}, \quad (21)$$

$$I_{КЛПВС, k} = f \{100 (S_{БФПП, виб, k} / S_{МО, k})_j\}, \quad (22)$$

де $S_{БФПП, виб, k}$ – сумарна площа субполів *k*-того об'єкта моделювання, перетнутих субполями визначеного набору функціонально-

природокористувальних підсистем за (14) і табл.1 у [18], а саме субполями таких підсистем, як природоохоронна, промислова 1 підтипу та агровиробничі 1-3 підтипу; $S_{мо,k}$ – загальна площа k -того об'єкта моделювання (без площі власне водних об'єктів).

Орієнтуючись на інтервали шкали відношень, використані у [17] щодо оцінювання ступеня стабілізації ландшафтів за рахунок наявності сприятливих для цього угідь, можна запропонувати адекватну нашим побудовам *категорійно-класифікаційну схему* рівня стану $БГ$ за ознаками (квазі)природно-ландшафтної параметрично-відновлювальної стійкості (її ступеня – від вельми високого до вельми низького) з шістьма категоріями та п'ятьма класами рівня стану (табл.9).

Таблиця 9. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану $БГ$ за ознаками її (квазі)природно-ландшафтної параметрично-відновлювальної стійкості (ступеня цієї стійкості)

Значення $I_{КЛПВС,k}$ за моделлю (22), %	Ступінь стійкості (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
> 60	вельми високий (1)	відмінний (I)
[60-40)	високий (2)	добрий (II)
[40-25)	середній (3)	задовільний (III)
[25-15)	знижений (4)	незадовільний (IV)
[15-10)	низький (5)	
≤ 10	вельми низький (6)	поганий (V)

Можливим і вельми корисним може стати і розрахунок *інтегрального індексу параметрично-відновлювальної стійкості* ($I_{СПВС,k}$) k -того об'єкта моделювання за параметрами видів-складників цього підтипу стійкості з урахуванням індексу антропізації $I_{АНТ,k}$ за моделлю (25) у [18], використовуючи загальну модель (з розробкою у майбутньому відповідної їй узгодженої категорійно-класифікаційної схеми)

$$I_{СПВС,k} = f \{ (I_{ФГПВС,k} + I_{ЗГППС,k} + I_{КЛПВС,k} + I_{ІВПВС,k}) / I_{АНТ,k} \}, \quad (23)$$

де, крім уже розглянутих, $I_{ІВПВС,k}$ – індекси інших видів $ПВС$.

Третій складник параметричної стійкості – **параметрично-інтегральна** – модельно параметризується лише для "компактних" басейнових територіальних підсистем (див. пояснення у [18]) і двох її видів з їхніми підвидами та варіантами оцінки.

Перший такий вид – **водно-стокова параметрично-інтегральна стійкість (ВСПІС)** – згідно з [8], по-перше, відображає міру здатності головних водотоків "компактних" підсистем $БГ$ до самоочищення та забезпечення "нормального" плину у цих водотоках таких природних процесів, як водно-стокові, гідрофізикохімічні, гідробіотичні, руслові та ін., і, по-друге, досить складно комплексно параметризується. Саме тому на даному етапі доцільно зупинитися на спрощеному оцінюванні **загально-самоочищувальної водно-стокової параметрично-інтегральної стійкості**

(ЗСВСПІС(БГ)) як підвиду з уточненням за змістом у порівнянні з [8] визначенням її однойменного індексу ($I_{ЗСВСПІС,k}$, у %) для k -того "компактного" об'єкта моделювання (з $R_{КОМП}$) з огляду на записи

$$\{ЗСВСПІС(БГ)\} = \{ЗСВСПІС(БТП)\} = \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t) \cap \{БЛП(\omega_{БЛП}, R_{БЛП}, t) \cap БФГП(\omega_{БФГП}, R_{БФГП}, t)\} = \{БТП(\omega_{КОМП}, R_{КОМП}, t)\}, \quad (24)$$

$$I_{ЗСВСПІС,k} = f \{(W_{РВСМ,k} / W_{ЗАБРΣ,k})\}, \quad (25)$$

де $W_{РВСМ,k}$ – об'єм річного водного стоку головного водотоку k -того "компактного" об'єкта моделювання в маловодний рік; $W_{ЗАБРΣ,k}$ – об'єм річного надходження стічних вод у цей водотік у цілому, зважаючи і на загальний ступінь їхньої забрудненості (очищення) (усі об'єми – у млн. м³).

Практично, для визначення $I_{ЗСВСПІС,k}$, фактичні значення співвідношення $(W_{РВСМ,k} / W_{ЗАБРΣ,k})_j$ порівнюються з їхніми l -тими критеріальними значеннями, що відповідають запису

$$\{(W_{РВСМ,k} / W_{ЗАБРΣ,k})\} = f \{\Delta(I_{АНТ,k})\}, \quad (26)$$

де $\Delta(I_{АНТ,k})$ – інтервали середньовиваженого індексу антропоізації k -того модельного об'єкта за формулою (25) у [18], які згідно з [8] правлять за додаткові (уточнювальні) характеристики ступеня забрудненості вищезазначених стічних вод з $W_{ЗАБРΣ,k}$.

За таких засновків, категорійно-класифікаційна схема щодо загально-самоочищувальної водно-стокової ППС оперує з 6 категоріями рівня стану модельних "компактних" басейнових геосистем за здатністю до самоочищення стічних вод водним стоком власних головних водотоків (від вельми сильної до гранично слабкої) та вже обумовленими за змістом 5 класами рівня стану (табл.10).

Таблиця 10. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану "компактних" басейнових геосистем за ознаками їхньої загально-самоочищувальної водно-стокової параметрично-інтегральної стійкості (здатності до самоочищення стічних вод водним стоком)

Значення $I_{ЗСВСПІС,k}$ моделі (25) для інтервалів $I_{АНТ,k}$ (у %) у [18]:					Здатність до самоочищення (категорія)	Рівень стану за класом
≤ 10	(10-20]	(20-40]	(40-70]	> 70		
≥ 20	≥ 25	≥ 33	≥ 50	≥ 100	вельми сильна (1)	відмінний (I)
(20-10]	(25-13]	(33-17]	(50-25]	(100-50]	сильна (2)	добрий (II)
(10-7]	(13-9]	(17-11]	(25-17]	(50-33]	послаблена (3)	задовільний (III)
(7-2]	(9-3]	(11-4]	(17-5]	(33-10]	слабка (4)	незадовільний (IV)
(2-1]	(3-2]	(4-3]	(5-4]	(10-5]	вельми слабка (5)	
< 1	< 2	< 3	< 4	< 5	гранично слабка (6)	поганий (V)

Другий вид, а саме **водно-якісна параметрично-інтегральна стійкість (ВЯПІС(БГ))**, знову-таки є змістовим для "компактних" басейнових територіальних підсистем, а отже:

$$\begin{aligned} \{ВЯПІС(БГ)\} &= \{ВЯПІС(БТП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap \{БФПП((\omega_{БФПП}), R_{БФПП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t) \cap \\ &\quad \cap БЛП(\omega_{БЛП}, R_{БЛП}, t) \cap БФГП(\omega_{БФГП}, R_{БФГП}, t)\} = \{БТП(\omega_{КОПМ}, R_{КОПМ}, t)\}. \end{aligned} \quad (27)$$

Цю стійкість можна модельно параметризувати на основі розвитку наших підходів, викладених у [8] і додатково протестованих у [1]. А отже, по-перше, при оцінюванні слід застосовувати *категорійно-класифікаційну схему щодо водно-якісної ПІС*, яка оперує з чотирма критеріальними блоками та рівнем стану "компактних" басейнових геосистем за сімома категоріями та чотирма класами. Її у спрощеному, з мінімально-необхідним складом компонентів, варіанті наведено у табл. 11. При цьому розподіл значень модельних індексів між категоріями (див. далі) встановлюється за допомогою набору обмежених інтервалів, а саме для 1-ої категорії – (0-1,50), для 2-ої – [1,50-2,50), для 3-ої – [2,50-3,50) тощо (див. табл. 11).

По-друге, при моделюванні за табл.11 використовується, на основі базової моделі довірчої оцінки (28), *набір індексів рівня стану* басейнових геосистем за ознаками їхньої ВЯПІС (нижніх, відповідних ймовірним найкращим категоріям рівня стану, середніх, відповідних категоріям за вибіркоvim середнім, та верхніх, відповідних ймовірним найгіршим категоріям, див. моделі (29)-(31)) *за 3 варіантами такої оцінки*: а) *компонентної* (для компонентних індексів); б) *блокової* (для індексів, середньовиважених за компонентними, з урахуванням числа вимірів); в) *інтегральної* (для індексів, середньовиважених для блоками, з огляду на число вимірів, кількість розрахункових компонентів і їхню усереднену варіабельність для блоків), тобто

$$x(t)^* (1 + \Phi_{x,95\%} \cdot C_{v,x}^* / n_x^{0,5}) \leq m_x(t) \leq x(t)^* (1 + \Phi_{x,5\%} \cdot C_{v,x}^* / n_x^{0,5}), \quad (28)$$

де $m_x(t)$ – функція дійсного середнього значення компонента якості води; $x(t)^*$ і $C_{v,x}(t)$ – функція його вибіркового середнього значення та середній коефіцієнт варіації; $\Phi_{x,95\%}$ і $\Phi_{x,5\%}$ – квантілі нижньої та верхньої межі довірчої ймовірності перевищення, які задаються за відповідними індивідуальними геостохастичними функціями (див. [2-9]) конкретного компонента; n_x – кількість вимірів компонента.

По-третє, модель *компонентної оцінки рівня стану* басейнових геосистем (за діапазонами компонентного індексу I_x) має вигляд

Таблиця 11. Категорійно-класифікаційна схема для моделювання рівнів стану "компактних" басейнових геосистем за ознаками їхньої водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості (спрощений варіант)

Рівень стану за класом	Відмінний (I)	Добрий (II)		Задовільний (III)		Незадовільний (IV)	Поганий (V)	Параметри геофункцій блоків і компонентів якості води		
		Вельми добрий (2)	Добрий (3)	Задовільний (4)	Посередній (5)			C_{Σ}^*	$\Phi_{\Sigma,98\%}$	$\Phi_{\Sigma,9\%}$
1. Сольово-компонентний блок (СК)										
1.1. Сума іонів, мг/дм ³	(0-1,50) ≤500	[1,50-2,50) (500-750]	[2,50-3,50) (750-1000]	[3,50-4,50) (1000-1250]	[4,50-5,50) (1250-1500]	[5,50-6,50) (1500-2000]	≥6,50 >2000	1,935 0,863	0,290 0,141	— -1,380
1.2. Хлориди, мг/дм ³	≤20	(20-30]	(30-75]	(75-150]	(150-200]	(200-300]	>300	5,992	0,644	-0,680
1.3. Сульфати, мг/дм ³	≤50	(50-75]	(75-100]	(100-150]	(150-200]	(200-300]	>300	2,200	0,323	-1,054
2. Трофо-сапробізаційний блок (ТС)										
2.1. Зависі, мг/дм ³	≤5	(5-10]	(10-20]	(20-30]	(30-50]	(50-100]	>100	5,998	0,644	-0,680
2.2. Прозорість, м	>1,50	[1,50-0,95)	[0,95-0,60]	[0,60-0,45]	[0,45-0,30]	[0,30-0,15]	≤0,15	2,340	0,339	-1,032
2.3.1 pH (1)	[7,0-6,8)	[6,8-6,6)	[6,6-6,4)	[6,4-6,2)	[6,2-6,0]	[6,0-5,8)	≤5,8	0,305	0,051	-1,559
2.3.2 pH (2)	(7,0-7,5]	(7,5-7,9]	(7,9-8,1]	(8,1-8,3]	(8,3-8,5]	(8,5-8,7]	>8,7	0,305	0,051	-1,559
2.4. NH ₄ , мгN /дм ³	≤0,10	(0,10-0,20]	(0,20-0,30]	(0,30-0,50]	(0,50-1,00]	(1,00-1,50]	>1,50	4,384	0,531	-0,789
2.5. NO ₂ , мгN /дм ³	≤0,002	(0,002-0,005]	(0,005-0,010]	(0,010-0,020]	(0,020-0,050]	(0,050-0,070]	>0,070	5,955	0,641	-0,682
2.6. NO ₃ , мгN /дм ³	≤0,20	(0,20-0,30]	(0,30-0,50]	(0,50-0,70]	(0,70-1,00]	(1,00-2,00]	>2,00	5,679	0,624	-0,697
2.7. PO ₄ , мгP /дм ³	≤0,015	(0,015-0,030]	(0,030-0,050]	(0,050-0,100]	(0,100-0,200]	(0,200-0,300]	>0,300	4,959	0,575	-0,742
2.8. БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	≤1,0	(1,0-1,6]	(1,6-2,1]	(2,1-4,0]	(4,0-7,0]	(7,0-11,0]	>11,0	5,540	0,615	-0,705
3. Екотоксифікаційний блок (ЕТ)										
3.1. Нафтопродукти, мкг/дм ³	≤10	(10-25]	(25-50]	(50-100]	(100-200]	(200-300]	>300	4,420	0,534	-0,786
3.2. Феноли леткі, мкг/дм ³	0	(0,1-0,5]	(0,5-1,0]	(1,0-2,0]	(2,0-3,0]	(3,0-5,0]	>5,0	2,700	0,378	-0,970
3.3. СПАР, мкг/дм ³	0	(1-10]	(10-20]	(20-50]	(50-100]	(100-150]	>150	4,267	0,522	-0,797
4. Радіонуклідний блок (РН)										
4.1. ⁹⁰ Sr, Бк/дм ³	≤0,01	(0,01-0,03]	(0,03-0,05]	(0,05-0,50]	(0,50-1,00]	(1,00-1,20]	≥6,50	5,700	0,625	—
4.2. ¹³⁷ Cs, Бк/дм ³	≤0,04	(0,04-0,10]	(0,10-0,15]	(0,15-1,00]	(1,00-2,00]	(2,00-2,50]	>2,50	5,726	0,627	-0,694
Інтегральна оцінка	(0-1,50)	[1,50-2,50)	[2,50-3,50)	[3,50-4,50)	[4,50-5,50)	[5,50-6,50)	≥6,50	—	—	—

$$I_{x,95\%} \{ \{N_{c,x,95\%} \} \} \leq I_x^* \{ \{N_{c,x}^* \} \} \leq I_{x,5\%} \{ \{N_{c,x,5\%} \} \}$$

(29)

$$\text{або } I_x \equiv \{ I_x^* [N_c^*]; I_{x,95\%} - I_{x,5\%} [N_{c,95\%} - N_{c,5\%}] \},$$

де $I_{x,95\%}$, I_x^* та $I_{x,5\%}$ – назви нижнього (ймовірного найкращого, за лівою частиною (28)), середнього (за вибіркоvim середнім) та верхнього (можливого найгіршого за правою частиною (28)) компонентних індексів, адекватні $N_{c,95\%}$, N_c^* і $N_{c,5\%}$ – номерам категорій табл. 11 як середнім значенням цих індексів.

Друга частина (29) є повним "компонентним" визначенням рівня стану, тобто, наприклад, цей рівень певного об'єкта моделювання за компонентом "хлориди" кваліфікуватиметься як $I_{Cl} \equiv \{ \text{задовільний } [4,00]; \text{ задовільний} - \text{ посередній } [4,00-5,00] \}$ тощо.

По-четверте, модель *блокової оцінки рівня стану* басейнових геосистем (за діапазонами блокового індексу $I_{БЛ}$) виглядає як

$$I_{БЛ,95\%}^{**} \{ \{N_{c,БЛ,95\%}^{**} \} \} \leq I_{БЛ}^{**} \{ \{N_{c,БЛ}^{**} \} \} \leq I_{БЛ,5\%}^{**} \{ \{N_{c,БЛ,5\%}^{**} \} \}$$

(30)

$$\text{або } I_{БЛ} \equiv \{ I_{БЛ}^{**} [N_{c,БЛ}^{**}]; I_{БЛ,95\%}^{**} - I_{БЛ,5\%}^{**} [N_{c,БЛ,95\%}^{**} - N_{c,БЛ,5\%}^{**}]; n_{БЛ,нп}/n_{БЛ} \},$$

де $I_{БЛ,95\%}^{**}$, $I_{БЛ}^{**}$ і $I_{БЛ,5\%}^{**}$ – відповідно, назви нижнього, середнього та верхнього блокових індексів, визначені для кожного блоку за його компонентними індексами-складниками вже як середньовиважені за значеннями цих індексів і числом вимірів кожного компонента (n_x), прийнятого при цьому в розрахунок, та адекватні $N_{c,БЛ,95\%}^{**}$, $N_{c,БЛ}^{**}$ і $N_{c,БЛ,5\%}^{**}$ – середньовиваженим щойно зазначеним способом числовим значенням цих індексів; $n_{БЛ,нп}/n_{БЛ}$ – відношення числа найгірших компонентних індексів у блоці, які маркують категорії незадовільного та поганого рівнів стану, до загального числа блокових модельних компонентів.

За таких засновків повне "блокове" визначення рівня стану певного модельного об'єкта може звучати, наприклад, за *екотоксифікаційним блоком* як $I_{ET} \equiv \{ \text{посередній } [4,66]; \text{ задовільний} - \text{ посередній } [4,48-4,93]; 7/12 \}$.

По-п'яте, *інтегральна оцінка рівня стану* "компактних" басейнових геосистем (за діапазонами інтегрального індексу I_{Σ}) використовує модель

$$I_{\Sigma,95\%}^{**} \{ \{N_{c,\Sigma,95\%}^{**} \} \} \leq I_{\Sigma}^{**} \{ \{N_{c,\Sigma}^{**} \} \} \leq I_{\Sigma,5\%}^{**} \{ \{N_{c,\Sigma,5\%}^{**} \} \}$$

(31)

$$\text{або } I_{\Sigma} \equiv \{ I_{\Sigma}^{**} [N_{c,\Sigma}^{**}; N_{c,\Sigma,95\%}^{**} - N_{c,\Sigma,5\%}^{**}]; I_{\Sigma,БЛ,95\%} - I_{\Sigma,БЛ,5\%}; n_{\Sigma,нп}/n_{\Sigma} \},$$

де $I_{\Sigma,95\%}^{**}$, I_{Σ}^{**} і $I_{\Sigma,5\%}^{**}$ – назви нижнього, середнього та верхнього інтегральних індексів, визначені для кожного об'єкта моделювання за його блоковими індексами-складниками як середньовиважені; $N_{c,\Sigma,95\%}^{**}$, $N_{c,\Sigma}^{**}$ і $N_{c,\Sigma,5\%}^{**}$ – власне числові значення індексів $I_{\Sigma,95\%}^{**}$, I_{Σ}^{**} і $I_{\Sigma,5\%}^{**}$, середньовиважені за виразом $n_{x,\Sigma,БЛ} \cdot n_{БЛ} / C_{v,БЛ}^{*2}$, де $n_{x,\Sigma,БЛ}$ – сумарне число вимірів всіх компонентів у блоці, $n_{БЛ}$ – кількість таких компонентів; $C_{v,БЛ}^*$ – середні коефіцієнти варіації усереднених розподілів компонентів кожного блоку ("блокових" геофункцій, [8, 9]), які за табл.11 становлять для першого

блоку 0,290, для другого – 0,325, для третього – 0,555 та для четвертого – 0,625; $I_{\Sigma,БЛ,95\%}$ і $I_{\Sigma,БЛ,5\%}$ – назви найкращого і найгіршого блокового індексу для об'єкта; $n_{\Sigma,нп}/n_{\Sigma}$ – відношення числа всіх найгірших компонентних індексів (6 і 7 категорії за табл.11) до загальної їхньої використаної кількості.

Визначальними при моделюванні водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості є компонентні та блокові оцінки рівня стану саме "компактних" басейнових геосистем, а загалом специфіку застосування та шляхи удосконалення такого моделювання більш детально розглянуто у нашій монографії [8].

Підводячи проміжний підсумок наведеним вище можливим підходам до модельної параметризації оцінки компонентів стійкості басейнової геосистеми та/або певних складників цієї геосистеми, треба зазначити ще таке. По-перше, слід помірковано підходити до такої оцінки при переході від моделювання стійкості окремих обраних підсистем $БГ$ або їхнього набору до моделювання стійкості $БГ$ у цілому, орієнтуючись передусім на сутність і специфіку визначених типів і видів стійкості, у т.ч. з огляду на можливість чи неможливість і зміст розрахунку індексів стійкості, інтегральних для $БГ$ загалом, на основі виваження таких індексів для її підсистем-складників тощо. По-друге, при аналізі результатів моделювання різновидів стійкості певних басейнових підсистем доцільно зважати на метасистемну сполучність таких результатів, коли, наприклад, високу здатність до самоочищення від забрудників цих підсистем, оцінену через їхній відповідно високий індекс водно-стокової параметрично-інтегральної стійкості, може бути зумовлено не стільки параметрами водного стоку та ін. зазначених підсистем, скільки істотною непроточністю ґрунтів їхнього водозбору, а отже низькими значеннями індексу ґрунтово-самоочищувальної параметрично-процесної стійкості.

Моделювання надійності. З огляду на подане в [18] визначення надійності басейнової геосистеми ($H(БГ)$) та зважаючи на складність і специфіку підходів до оцінювання цієї надійності, викладених у [8], візьмемо за основу саме **спрощений спосіб моделювання $H(БГ)$** . При цьому будемо виходити з того, що інтегральна оцінка стійкості басейнового геосистеми за всіма основними підтипами цієї стійкості буде опосередковано відбивати і міру здатності виконувати такою геосистемою та/або її модельними підсистемами (як k -тими об'єктами моделювання) вимогові природно-соціально-економічні функції. За таких умов, зважаючи на [8], можна скористатися **моделлю спрощеної оцінки надійності басейнової геосистеми** у двох її варіантах: повноструктурному та тестовому (індикаторному).

Повноструктурна модель спрощеної оцінки надійності k -того об'єкта моделювання базується на розрахунку *повноструктурного інтегрального умовного індексу надійності* цього об'єкта ($I_{УН,k}$) за загальним записом

$$I_{УН,k} = f \{ I_{УН,ФАС,k}, I_{УН,ФЕС,k}, I_{УН,ППС,k}, I_{УН,ПВС,k}, I_{УН,ПІС,k} \}, \quad (32)$$

де $I_{УН,ФАС,k}$, $I_{УН,ФЕС,k}$, $I_{УН,ППС,k}$, $I_{УН,ПВС,k}$ і $I_{УН,ПІС,k}$ – часткові умовні індекси надійності за, відповідно, фазово-антропізаційною, фазово-етологічною, параметрично-процесною, параметрично-відновлювальною та параметрично-інтегральною стійкістю. Ці індекси визначаються за формулою загального виду

$$I_{УН,X,k} = LS_{УН,X,a,k} / LS_{УН,X,b,k}, \quad \{X\} \in \{ФАС, ФЕС, ППС, ПВС, ПІС\}, \quad (33)$$

де $LS_{УН,X,a,k}$ і $LS_{УН,X,b,k}$ – відповідно, актуальний і бажаний рівень стану k -того модельного об'єкта за ознаками підтипів його стійкості – фазово-антропізаційної, фазово-етологічної, параметрично-процесної, параметрично-відновлювальної, параметрично-інтегральної, (такі рівні визначаються/задаються за моделями адекватних індексів стійкості тощо).

За таких умов виникають також три потрібних для вирішення у майбутньому задачі. Перша з них – це отримання $I_{УН,X,k}$, усереднених, виважених тощо за видами-складниками кожного типу стійкості у моделях (32)-(33), з обґрунтуванням інтегральних для такого типу індексів (для фазово-антропізаційної стійкості це непотрібно, а для параметрично-відновлювальної стійкості можна скористатися вже запропонованою вище моделлю (23)). Другою задачею є розробка низки категорійно-класифікаційних схем (шкал відношень), як для $I_{УН,k}$, так і для $I_{УН,X,k}$. Третьою задачею є, знову-таки, обґрунтування змісту оцінок надійності для басейнової геосистеми у цілому та для її окремих модельних підсистем і/або їхньої сукупності.

З огляду на щойно викладені підходи та проблеми, а також на реальну можливість отримання наразі інформаційного базису, необхідного для тестування рівня стану модельних басейнових геосистем, і бажані значення рівня їхнього стану, зорієнтовані на добрий такий рівень за класом (див. [8, 18] та ін.), **тестову (індикаторну) модель спрощеної оцінки надійності k -того об'єкта моделювання можна побудувати, в першому наближенні, на основі розрахунку усередненого значення тестового інтегрального умовного індексу надійності цього об'єкта ($I_{УН,T,k}^*$) за формулою**

$$\begin{aligned} I_{УН,T,k}^* = & \{ (I_{ФАС,a,k} / I_{ФАС,b,k}) + (I_{ГКПФЕС,a,k} / I_{ГКПФЕС,b,k}) + (I_{ФЕППС,a,k} / I_{ФЕППС,b,k}) + \\ & + (I_{РГППС,a,k} / I_{РГППС,b,k}) + (I_{АЦППС,a,k} / I_{АЦППС,b,k}) + (I_{ІСПС,a,k} / I_{ІСПС,b,k}) + \\ & + ((S_{РОС,k} / S_{ФГ,k})_{a,j} / (S_{РОС,k} / S_{ФГ,k})_{b,l}) + (I_{КЛПВС,a,k} / I_{КЛПВС,b,k}) + \\ & + ((W_{ЗАБРΣ,k} / W_{РВСМ,k})_{a,j} / (W_{ЗАБРΣ,k} / W_{РВСМ,k})_{b,l}) + (N_{c,Σ,b,k}^{**} / N_{c,Σ,a,k}^{**}) \} / n_{С,УН}, \end{aligned} \quad (34)$$

де $I_{ФАС,a,k}$ і $I_{ФАС,b,k}$ – актуальний індекс фазово-антропізаційної стійкості за (25) у [18] і цей же, але бажаний індекс, прийнятий за середнім значенням другої категорії рівня стану за ознаками $ФАС$ (див. табл.2 у [18]), тобто $I_{ФАС,b,k} = 82\%$; $I_{ГКПФЕС,a,k}$ і $I_{ГКПФЕС,b,k}$ – актуальний індекс гідромережної каналізаційно-підпірної фазово-етологічної стійкості за (28) у [18] і бажаний такий індекс, прийнятий за середнім значенням другої категорії рівня стану за ознаками $ГКПФЕС$ (див. табл.4 у [18]), а отже $I_{ГКПФЕС,b,k} = 90\%$; $I_{ФЕППС,a,k}$ і

$I_{\Phi ЕППС, \delta, k}$ – актуальний індекс флювіо-ерозійної параметрично-процесної стійкості за (4) і бажаний цей індекс, визначений за середнім значенням другої категорії рівня стану за ознаками інтенсивності флювіальної ерозії (див. табл.2), тобто $I_{\Phi ЕППС, \delta, k} = 70\%$; $I_{РГППС, a, k}$ і $I_{РГППС, \delta, k}$ – актуальний індекс радіогеоєкологічної параметрично-процесної стійкості за (8) і бажаний такий індекс, отриманий для середнього значення першої категорії за табл.3, тобто $I_{РГППС, \delta, k} \approx 93\%$; $I_{АЦППС, a, k}$ і $I_{АЦППС, \delta, k}$ – актуальний індекс ацидифікаційної параметрично-процесної стійкості за (10) і бажаний цей індекс, отриманий для "середини" другої та третьої категорії доброго рівня стану за ознаками АЦППС (див. табл.5), тобто $I_{АЦППС, \delta, k} = 72\%$; $I_{ГСППС, a, k}$ і $I_{ГСППС, \delta, k}$ – актуальний індекс ґрунтово-самоочищувальної параметрично-процесної стійкості за (14) і бажаний такий індекс, що відповідає середньому значенню другої категорії доброго рівня стану за ознаками ГСППС (див. табл.7), тобто $I_{ГСППС, \delta, k} = 72\%$; $(S_{РОС, k} / S_{\Phi Г, k})_{a, j}$ і $(S_{РОС, k} / S_{\Phi Г, k})_{\delta, l}$ – актуальне та бажане значення аргументу у моделі індексу фітогенної параметрично-відновлювальної стійкості (18) і критеріальній моделі (19), при цьому бажане таке значення приймається за відповідними регіональними верхніми значеннями другої категорії за табл.8; $I_{КЛПВС, a, k}$ і $I_{КЛПВС, \delta, k}$ – актуальний індекс (квазі)природно-ландшафтної параметрично-відновлювальної стійкості за (22) і такий же бажаний індекс, прийнятий за середнім значенням другої категорії рівня стану за ознаками КЛПВС (див. табл.9), звідки $I_{КЛПВС, \delta, k} = 50\%$; $(W_{ЗАБРС, k} / W_{РВСМ, k})_{a, j}$ і $(W_{ЗАБРС, k} / W_{РВСМ, k})_{\delta, l}$ – актуальне та бажане значення аргументу у моделі індексу загально-самоочищувальної водно-стокової параметрично-інтегральної стійкості (25) і критеріальній моделі (26), при цьому бажане таке значення визначається за відповідними середніми значеннями другої категорії за табл.10, тобто $(W_{ЗАБРС, k} / W_{РВСМ, k})_{\delta, l}$ в залежності від інтервалів $I_{АНТ, k}$ може становити, відповідно, 15, 19, 25, 38 і 75; $N_{c, \Sigma, a, k}^{**}$ і $N_{c, \Sigma, \delta, k}^{**}$ – актуальне та бажане числове значення середнього інтегрального індексу водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості за (31), при цьому, по-перше, це бажане значення задається як середнє для доброго рівня стану за ознаками ВЯПІС за табл.11, а тому становить $N_{c, \Sigma, \delta, k}^{**} = 2,50$, а, по-друге, відповідно до змісту табл.11 та моделі індексу надійності (34) у цілому, на відміну від інших складників останньої, розглядається обернене співвідношення $N_{c, \Sigma, \delta, k}^{**} / N_{c, \Sigma, a, k}^{**}$; $n_{c, ун}$ – кількість різновидів стійкості БГ, використаних для спрощеної оцінки її надійності (в даному випадку 10).

На основі моделі тестового інтегрального умовного індексу (34) можна, також у першому наближенні, запропонувати адекватну *категорійно-класифікаційну* схему рівнів стану БГ (k -тих об'єктів моделювання) за ознаками її (їхньої) надійності, яка оперує з п'ятьма категоріями рівня стану – від вельми високої до вельми низької надійності – та наведена в табл.12.

Таблиця 12. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану БГ за ознаками її надійності (тестовим інтегральним умовним індексом надійності $I_{УН,Т,k}^*$ за (34))

Значення $I_{УН,Т,k}^*$ за (34)	Надійність (категорія рівня стану)
$\geq 1,20$	вельми висока (1)
$(1,20-1,00]$	висока (2)
$(1,00-0,80]$	середня (3)
$(0,80-0,60]$	низька (4)
$< 0,60$	вельми низька (5)

Висновки та перспективи досліджень.

1. Запропоновано можливі підходи до параметризації модельних оцінювань обґрунтованих складників параметричної стійкості басейнової геосистеми, які базуються на використанні розрахункових комбінацій варіантних тематичних перетинів субполів модельних об'єктів із змістово визначеними субполями функціональної структури природокористування тощо, а також певних модельних індексів і категорійно-класифікаційних схем, за якими і ідентифікується категорія та клас рівня стану об'єктів моделювання.

2. Наразі параметричне моделювання обґрунтоване щодо флювіо-ерозійної, радіогеоекологічної, ацидифікаційної та ґрунтово-самоочищувальної параметрично-процесної стійкості; фітогенної та (квазі)природно-ландшафтної параметрично-відновлювальної стійкості; загально-самоочищувальної водно-стокової та водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості. Визначено сутнісні підходи до створення у майбутньому моделей інших формалізованих різновидів стійкості басейнової геосистеми, у т.ч. з модифікацією вже запропонованих.

3. На основі тези про те, що, інтегральна оцінка стійкості за всіма основними її підтипами цієї буде опосередковано відбивати і ступінь здатності виконувати геосистемою вимогові природно-соціально-економічні функції, розроблено модель спрощеної оцінки надійності басейнової геосистеми у двох її варіантах: повноструктурному та тестовому (індикаторному). Для останнього запропоновано категорійно-класифікаційну схему рівнів стану геосистеми за ознаками її надійності.

4. Перспективами подальших досліджень є остаточне відпрацювання та тестування обґрунтованих і запропонованих підходів до моделювання стану геосистем басейнової ЛТС на прикладі басейнової геосистеми Десни, першим кроком до чого має стати створення відповідного геоінформаційного базису.

Список літератури

1. Іванок Д.В. Комплексна оцінка якості поверхневих вод басейнової геосистеми Десни за критеріями водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості / Д.В. Іванок, В.М.Самойленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.1(22). – С.96-102. **2.** Самойленко В.М. Кадастр радіоактивного забруднення водних об'єктів України місцевого водокористування. Том 1. Радіогідроекологічний стан і використання водойм та загальнометодологічні проблеми: / В.М.Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 1998. – 192 с. **3.**

Самойленко В.М. Кадастр радіоактивного забруднення водних об'єктів України місцевого водокористування. Т. 2. Стохастично-рейтингові оцінки доз опромінення населення за рахунок місцевого водокористування / В.М.Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 1998. – 160 с. **4.** *Самойленко В.М.* Комплексне районування радіоактивно забруднених територій Полісся і півночі Лісостепу за гідрологічно-ландшафтними умовами та можливими радіоекологічними наслідками місцевого водо- і ресурсокористування: / В.М.Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 1999. – 280 с. **5.** *Самойленко В.М.* Комплексний радіоекологічний моніторинг водойм місцевого водокористування та методологічно-оптимізувальні рішення стохастичної екологічної гідрології / В.М.Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 2000. – 136 с. **6.** *Осадчий В.И.* Информационный менеджмент экологического оздоровления международного бассейна Днепра / В.И. Осадчий, В.Н. Самойленко, Ю.Б. Набиванец. – К. : Ника-Центр, 2004. – 152 с. **7.** *Самойленко В.М.* Гідроінвайронментологія: становлення і перспективи / В.М. Самойленко // Фіз. географія та геоморфологія. – 2005. – № 47. – С.69-78. **8.** *Самойленко В.М.* Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем / В.М. Самойленко, К.О. Верес. Монографія. – К.: Ніка-Центр, 2007. – 296 с. **9.** *Самойленко В.М.* Модельна ідентифікація берегових геосистем / В.М.Самойленко, І.О.Діброва. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 328 с. **10.** *Гродзинський М.Д.* Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М.Д.Гродзинський. – К. : Лікей, 1995. – 233 с. **11.** *Гродзинський М.Д.* Пізнання ландшафту: місце і простір [у 2-х т.] / М.Д.Гродзинський. – К. : Київський університет, 2005. – Т.2. – 503 с. **12.** *Шищенко П.Г.* Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П.Г. Шищенко. – К. : Фитосоцицентр, 1999. – 284 с. **13.** *Яцик А.В.* Водогосподарська екологія : [у 4 т., 7 кн.] / А.В. Яцик– К. : Генеза, 2004. – Т. 3, кн.5. – 496 с. **14.** Водний кодекс України // ВВР України. – 1995. – №24. **15.** *Самойленко В.М.* Математичне моделювання в геоекології. / В.М.Самойленко – К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. – 199 с. **16.** Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с. **17.** Національний атлас України. Електронна версія / ІГ НАНУ, "ІС ГЕО", ДНВП "Картографія", ДСГКК. – К., 2007. **18.** *Самойленко В.М.* Розвиток теоретично-прикладних основ моделювання стану геосистем басейнової ландшафтної територіальної структури: базові підходи та фазова стійкість / В.М.Самойленко, Д.В. Іванок // Фізична географія та геоморфологія. – 2011. – Вип.3(64). – С. 16–30.

Модельна параметризація компонентів параметричної стійкості басейнової геосистеми та її надійності

Самойленко В.М., Іванок Д.В.

Запропоновано способи модельної параметризації компонентів параметричної стійкості басейнової геосистеми та її надійності. Створено моделі та оцінювальні схеми параметрично-процесної, параметрично-відновлювальної та параметрично-інтегральної стійкості. Визначено підхід до спрощеного моделювання надійності геосистеми.

Ключові слова: басейнова геосистема, моделювання, рівень стану, параметрична стійкість, надійність.

Модельная параметризация компонентов параметрической устойчивости бассейновой геосистемы и ее надежности

Самойленко В.Н., Иванок Д.В.

Предложены способы модельной параметризации компонентов параметрической устойчивости бассейновой геосистемы и ее надежности. Созданы модели и оценочные схемы параметрически-процессовой, параметрически-восстановительной и параметрически-интегральной устойчивости. Определен подход к упрощенному моделированию надежности геосистемы.

Ключевые слова: бассейновая геосистема, моделирование, уровень состояния, параметрическая устойчивость, надежность.

Model parameterization for components of basin geosystem parametric stability and geosystem reliability

Samoylenko V.M., Ivanok D.V.

There were proposed modes of model parameterization for components of basin geosystem parametric stability and geosystem reliability. Models and assessment schemes of parametric-processing, parametric-renewal and parametric-integral stability were created. Approach to simplified simulation of geosystem reliability was defined.

Keywords: basin geosystem, modeling, state level, parametric stability, reliability/

Надійшла до редколегії 01.11.2011

УДК 556.16.01 (075)

Лобода Н.С., Дорофєєва В.П.

Одеський державний екологічний університет

СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ р.ДНІСТЕР ЗА СЦЕНАРІЯМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Ключові слова: модель “клімат-стік”; сценарії глобального потепління; водогосподарські перетворення

Постановка завдання. Стан водних ресурсів значних територій характеризується, насамперед, нормою річного стоку та його статистичними параметрами такими як коефіцієнти варіації, асиметрії, автокореляції. Зміна кліматичних умов та водогосподарська діяльність певним чином впливають на стан водних ресурсів. Зокрема, їх зменшення формує проблеми забезпечення водоспоживання води населенням, сільським господарством, промисловістю. Водогосподарські заходи мають бути спрямовані на збереження та раціональне використання водних ресурсів, але екстенсивний розвиток водного господарства у минулому сторіччі негативно вплинув на їх стан. За умов збереження рівня водогосподарських перетворень минулого сторіччя (масштаби та необґрунтоване з точки зору збереження водних ресурсів водогосподарське будівництво, норми водоспоживання) й їх взаємодії з гідрологічними наслідками глобального потепління водні ресурси України можуть бути зруйнованими. Таким чином, проблема передбачення можливого стану водних ресурсів з метою розроблення стратегії розвитку водного господарства є однією з найважливіших у країні. Важливість передбачення стану водних ресурсів України у наступні роки знайшла своє відображення у Постанові Кабінету міністрів України (№ 468 від 10 квітня 2006 р.), де відмічається необхідність проведення заходів щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та забезпечення проведення досліджень, пов'язаних із змінами клімату.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження наслідків змін клімату у зв'язку з станом поверхневих водних ресурсів України проводилися у кінці минулого та початку нового сторіччя рядом українських науковців, серед яких слід відзначити роботи В.І. Вишневського (2003), який установив основні тенденції щодо змін кліматичних характеристик та характеристик стоку на початку ХХІ сторіччя; А.І. Шерешевського та Л.К. Синицької (2000), у роботах яких відмічається зменшення випаровування з водної поверхні, особливо у східних та південних територіях України.

Дослідження сучасних змін максимального стоку річок проводилися В.О. Войцехович та Л.І. Лузан (1999), Є.Д. Гопченком, В.А. Овчарук, Ж.Р. Шакірзановою (2010). Зміни мінімального стоку і гідролого-хімічних характеристик р.Дніпро, що відбувалися на протязі останніх десятиріч, детально проаналізовані у монографії вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка під керівництвом В.К. Хільчевського (2007). Разом із водним режимом у результаті глобального потепління установлені зміни льодового режиму річок (наукові праці В.М.Струтинської та В.В. Гребеня (2010); Н.С.Лободи та А.М. Сіренко (2003): скорочується тривалість стійкого льодового покриву, змінюються на більш пізні строки настання осінніх льодових явищ, а скресання річок відбувається раніше, зростає ймовірність відсутності льодових явищ у зимові місяці.

Просторово-часове узагальнення змін кліматичних характеристик та характеристик клімату й водного режиму річок у межах усієї України та по зонах і ландшафтно-гідрологічних провінціях виконане В.В. Гребенем [1] на основі проведеного ним ландшафтно-гідрологічного районування.

Оскільки наявність змін у водному та льодовому режимі річок при сучасних змінах регіонального клімату є установленною, постає питання про прогнозування стану поверхневих водних ресурсів України на основі кліматичних сценаріїв. Такого роду прогнози можуть бути наданими за допомогою математичних моделей, які ураховують зв'язки між кліматичними чинниками та характеристиками водності річок. В Одеському державному екологічному університеті розроблена модель “клімат-стік” [4], яка базується на рівнянні водно-теплового балансу території й використовує метеорологічні дані, як спостережені, так і наведені в кліматичних сценаріях [3]. Параметри річного стоку, установлені за цією моделлю, використовуються при імітаційному стохастичному моделюванні побутового річного стоку у нових кліматичних умовах при заданих масштабах водогосподарської діяльності [6]. Результатом математичного моделювання є функції антропогенного впливу або “функції відгуку” поверхневих водних ресурсів на водогосподарські перетворення (зрошування, осушування, створення штучних водойм, споживання води населенням). На основі функцій антропогенного впливу визначаються допустимі масштаби водогосподарських перетворень в існуючих або можливих кліматичних умовах [5]. Модель “клімат-стік” була апробована на даних малих, середніх та великих річок [6]. Було установлено, що норма “кліматичного” річного стоку, розрахована за рівнянням водно-теплового балансу, відповідає природному стоку річок із стійким підземним живленням. Перевірка достовірності розрахунків характеристик побутового річного стоку виконувалась шляхом співставлення визначених за моделлю величин із отриманими на основі водогосподарських балансів минулих років.

Метою дослідження є визначення змін водних ресурсів р. Дністер на основі моделі “клімат-стік” з використанням даних сценаріїв глобального потепління. Задача полягає у визначенні природних водних ресурсів р. Дністер у нових кліматичних умовах, передбачуваних сценаріями ВМО, та

урахуванні додаткового впливу головних водогосподарських чинників (зрошення, перекид стоку, створення штучних водойм, забори води на водоспоживання).

Виклад основного матеріалу дослідження. Розрахунки річного стоку виконувалися за сценаріями “раптового” подвоєння концентрації CO_2 в атмосфері: сценарій GISS – модель інституту Годдара з космічних досліджень, у якому чутливість до подвоєння CO_2 становить $4,2^\circ\text{C}$; GFDL – модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США, у якому чутливість до подвоєння CO_2 становить $4,0^\circ\text{C}$; CCCM – модель Канадського кліматичного центру, у якому чутливість до подвоєння CO_2 становить $3,5^\circ\text{C}$; UKMO – модель Метеорологічного бюро Об’єднаного Королівства, у якому чутливість до подвоєння CO_2 становить також $3,5^\circ\text{C}$. Більш реалістичними вважаються сценарії, в яких підвищення концентрації CO_2 розглядається в динаміці. Це дозволяє прослідкувати інерцію кліматичної системи, тобто відставання її реакції на зміни концентрацій парникових газів в атмосфері. До таких сценаріїв відноситься сценарій GFDL, побудований за нестационарною моделлю зростання вуглекислого газу в атмосфері.

Числові експерименти, виконані на основі рівняння водно-теплогового балансу, показали, що зміна норм кліматичного стоку стає значущою, тобто перевищує точність розрахунку даної величини, при зміні річних опадів на $\pm 3,5\%$ або при зміні сум середньомісячних температур повітря за період червень-серпень на $\pm 2,5^\circ\text{C}$ [6]. Передбачувані сценаріями зміни метеорологічних характеристик перевищують зазначені межі й, отже, модель “клімат-стік” може успішно застосовуватись при прогнозуванні стану водних ресурсів України за різними сценаріями змін глобального клімату.

При розрахунках річного стоку та їх характеристик були використані результати адаптації перелічених сценаріїв ВМО до території України [7], наведені по географічних зонах України.

Розрахунки водних ресурсів р. Дністер відбувалися за такою схемою.

1. За обраним сценарієм глобального потепління ВМО, адаптованим до території України, встановлювалися зміни кліматичних факторів.

2. За моделлю “клімат-стік” були розраховані статистичні параметри природного річного стоку для кожної із природних зон, що входять до водозбору річки для кожного сценарію окремо. Отримані характеристики осереднювалися шляхом “зважування” по площі водозбору, тобто ваговий коефіцієнт кожної природної зони встановлювався за відношенням площі природної зони (у межах водозбору р. Дністер) до загальної площі водозбору.

3. На основі даних про масштаби водогосподарського використання та водних ресурсів були обчислені за “функціями відгуку” значення коефіцієнтів антропогенного впливу, у заданих сценарієм кліматичних умовах, для кожного виду водогосподарської діяльності окремо й визначався їх сумарний вплив.

4. За визначеними коефіцієнтами сумарного антропогенного впливу та статистичними параметрами природного кліматичного стоку у нових кліматичних умовах були визначені ймовірнісні характеристики побутового річного стоку.

Ступінь змін водних ресурсів за рекомендаціями ООН, згідно з якими зменшення середньої багаторічної величини річного стоку на 10% пов'язується із наявністю значущих змін водних ресурсів; на 50% - руйнацією водних ресурсів, а на 70% - безповоротною руйнацією.

Норма кліматичного річного стоку у гірській частині басейну змінюється від 313 мм у межах висотної зони 300–600м до 968 мм у межах висотної зони 1000 – 1200м [6]. На рівнинній частині басейну норма кліматичного річного стоку у Західно-Українській провінції лісостепової зони складає 165 мм, Дністровсько-Донецькій провінції лісостепової зони – 49 мм, у степовій зоні – 22 мм. Середня зважена величина норм кліматичного стоку у вихідних умовах, які відповідають кліматичним умовам до 80-х років минулого сторіччя складає 147 мм.

При одночасному подвоєнні концентрації забруднювальних газів у атмосфері очікується зменшення водних ресурсів на 25-26 % за сценаріями CCCM, GISS, UKMO та на 22% за сценарієм GFDL (табл. 1).

Таблиця 1. Зміна водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління

Сценарій	Норма природного річного стоку, мм	Норма природного річного стоку, м ³ /с	Зміна водних ресурсів, %
0 (вихідний стан)	147	336	-
CCCM	108	247	-26,5
GISS	108	247	-26,5
GFDL	115	263	-21,8
UKMO	110	251	-25,2
Нестаціонарна модель GFDL (2000-2010)	148	338	0,68
Нестаціонарна модель GFDL (2030-2040)	98	224	-33,3
Нестаціонарна модель GFDL (2070-2080)	68	155	-53,7

Згідно із результатами, отриманими за нестаціонарною моделлю глобального потепління GFDL, на десятиріччя 2000-2010 змін водних ресурсів р. Дністер не передбачається. Установлено незначне для середнього багаторічного періоду зростання водних ресурсів (+0,68%). Такий висновок підтверджується даними спостережень та просторово-часовими узагальненнями, виконаними В.В. Гребенем [2]. Згідно наведеним ним даним за період 1989-2008 рр. зростання річних витрат стоку відбулося на річках Серет та Смотрич Дністровсько- Дніпровської ЛГП - 8-9%, на річках Прут-Дністровської ЛГП – на 9%. Проте, на річках Дністровсько-Дніпровської ЛГП, до якої належить ліві притоки середньої течії Дністра, та у Нижньобузько-Дніпровській ЛГП установлене середнє зниження на 4%.

На окремих річках Причорноморської низовини (Тілігул, Інгул) зменшення річного стоку може досягати 35-40%.

Подальше зростання температур повітря забезпечить зниження річного стоку: на десятиріччя 2030-2040 зменшення водних ресурсів досягне 33%, а до 2080 року відбудеться руйнівне зменшення водних ресурсів (<50%).

Дослідження впливу антропогенних факторів у різних кліматичних умовах відбувалися за результатами імітаційного стохастичного моделювання, представлених у виді функцій відгуку [6]. За останніми даними (проект ОБСЕ/ЕЭК ООН: “Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном р. Днестр”, 2005) у басейні річки Дністер нараховується 65 водосховищ (площа водної поверхні становить 24,35 тис. га, корисний об’єм 2156 млн.м³) та 3447 ставків (площа водної поверхні становить 20,8 тис. га, корисний об’єм 244,4 млн.м³).

На водозборі знаходяться такі зрошувальні системи: Дунай-Дністровська, розташована у південно-західних районах Одеської області, основним джерелом водопостачання якої є р. Дунай; Нижньо-Дністровська зрошувальна система, яка знаходиться у межах 2-х районів Одеської області. Вона працює з 1964 року і площа зрошування досягла 37 тис. га. Вода з річки Дністер насосною станцією подається у приймальний басейн і звідти розподіляється по каналах загальною довжиною 456 км; Білгород-Дністровська зрошувальна система з площею зрошуваних земель 11,8 тис. га; Троїцько-Граденицька зрошувальна система, розташована у Біляївському районі Одеської області з площею зрошування 3,7 тис. га. Площа зрошуваних за рахунок вод р. Дністер земель у Молдові становить 6686 га. Підсумовування даних про водогосподарське використання р. Дністер дозволило установити, що відносна площа водної поверхні штучних водойм становить 0,77%, а зрошуваних земель – 0,60% від загальної площі водозбору

Розрахунки впливу штучних водойм на водні ресурси басейну р. Дністер на основі моделі “клімат-стік” дозволили установити коефіцієнти антропогенного впливу (табл. 2). Коефіцієнт впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм на норму річного стоку змінюється від 0,96 до 0,94. Тобто, загальні втрати водних ресурсів р. Дністер при відносній площі водної поверхні штучних водойм $f_B=0.77\%$ знаходяться у межах точності розрахунків норми річного стоку ($\pm 10\%$). Найбільший вплив передбачається у 2070-2080 рр., коли норма природного стоку становитиме лише 68 мм. Але наявність штучних водойм посилює ефект зменшення водних ресурсів, який обумовлений змінами клімату. Наприклад, на десятиріччя 2030-2040 зменшення водних ресурсів посилюється і становить 37% у порівнянні із 33%, обумовленими лише змінами клімату.

Обсяги водоспоживання на зрошення у минулому сторіччі зростали, починаючи з його середини. Економічна криза 1990-х рр. зменшила обсяги водокористування, особливо у сільському господарстві. В останні десятиріччя площа зрошуваних земель водами р. Дністер значно зменшилася

Таблиця 2. Зміна водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління при наявності штучних водойм ($f_B=0.77\%$)

Сценарій	Норма природного річного стоку, мм	Коефіцієнт антропогенного впливу	Норма побутового річного стоку, мм	Зміна водних ресурсів за рахунок штучних водойм, %	Сумарна зміна водних ресурсів, %
0 Вихідний стан	147	0,96	140	-4,8	-4,8
CCSM	108	0,95	102	-5,8	-30,6
GISS	108	0,95	102	-5,8	-30,6
GFDL	115	0,95	109	-5,6	-25,8
UKMO	110	0,95	104	-5,7	-29,3
GFDL (2000-2010)	148	0,96	141	-4,7	-4,08
GFDL (2030-2040)	98	0,95	92	-6,1	-37,4
GFDL (2070-2080)	68	0,94	63	-7,2	-57,1

і становить лише 0,6% від загальної площі водозбору. Вплив вилучення води на зрошування сільськогосподарських масивів при відносному оптимальному зволоженні ґрунтів, яке у середньому дорівнює 0.9, та коефіцієнті корисної дії зрошувальних систем, яке прийняте рівним 0.90, досить невеликий: коефіцієнти антропогенного впливу близькі до 1,0.

Близько 300 млн.м³ (10 м³/с) в рік забирається водою "Дністер" з метою водопостачання до міст Одеса, Іллічівськ, Білгород-Дністровський. У межах Молдови побудовані два великих водозабори для забезпечення водою міст Сороки, Бельці та Кишинів. Коефіцієнт антропогенного впливу використання води на водопостачання може бути оцінений величиною 0,96.

Розрахунки стану водних ресурсів р. Дністер з урахуванням забору води на водопостачання, зрошення та додаткове випаровування з поверхні штучних водойм показали, що коефіцієнт сумарного антропогенного впливу змінюється від 0,92 до 0,84 (табл. 3).

Сумісне урахування впливу усіх чинників водогосподарської діяльності та змін клімату показало, що за сценаріями одночасного подвоєння концентрації вуглекислого газу в атмосфері найбільший вплив відбудеться за сценарієм CCSM (зменшення водних ресурсів становитиме 34,6%). У цілому, за сценаріями одночасного подвоєння концентрації вуглекислого газу, зменшення водних ресурсів очікується на 29,3-34,6%. За умовами нестационарного сценарію GFDL, за рахунок зростання водності у десятиріччя 2000-2010 рр., зменшення водних ресурсів буде становити 8%, що нижче точності розрахунків середньої багаторічної величини річного стоку. На десятиріччя 2030-2040 коефіцієнт сумарного антропогенного впливу становитиме 0,89, а сумарне зменшення водних ресурсів у порівнянні з даними до 1980 року досягне 40%. На десятиріччя 2070-2080 рр. зменшення водних ресурсів досягне руйнівної межі (більше 50%).

Вплив змін клімату у поєднанні з водогосподарською діяльністю на водні об'єкти посилюється при переході від зони достатнього зволоження до зони недостатнього. Не дивлячись на те, що сумарні зміни водних ресурсів

Таблиця 3. Зміна водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління при наявності зрошуваних земель ($f_{зр}=0,6\%$), штучних водойм ($f_B=0,77\%$) та водоспоживання $K_{BC}=0,96$

Сценарій	Норма природного річного стоку, мм	Коефіцієнт антропогенного впливу	Норма побутового річного стоку, мм	Зміна водних ресурсів за рахунок антропогенних чинників, %	Сумарна зміна водних ресурсів, %
Вихідний стан 0	147	0,92	135	-8,16	-8,16
CCCM	108	0,89	96,1	-11,02	-34,6
GISS	108	0,89	96,1	-11,02	-34,6
GFDL	115	0,90	104	-9,57	-29,3
UKMO	110	0,88	96,8	-12,0	-34,1
GFDL (2000-10pp.)	148	0,91	135	-8,78	-8,16
GFDL (2030-40pp.)	98	0,89	87,2	-11,02	-40,7
GFDL (2070-80pp.)	68	0,84	57,1	-16,03	-61,2

р.Дністер відбуваються дуже повільно, у її степовій зоні зниження стоку досягло суттєвих значень вже сьогодні (табл. 4). Норма природного річного стоку степової зони Дністра до початку суттєвого впливу змін глобального клімату становила 22 мм, а на 2030-2040 рр. має досягти 13 мм, тобто зменшення становитиме 40%. Вплив додаткового випаровування з поверхні штучних водойм при відносній площі її водної поверхні, яка дорівнює 1%, знижує цю величину на 20%. Таким чином, лише за рахунок впливу штучних водойм водні ресурси степової зони у десятиріччі 2030-2040 досягнуть стану руйнування.

Таблиця 4. Зміни водних ресурсів у зоні степу за сценаріями глобального потепління при наявності на водозборі штучних водойм ($f_B=1,0\%$)

Сценарій	Норма природного річного стоку, мм	Коефіцієнт антропогенного впливу	Норма побутового річного стоку, мм	Зміни водних ресурсів за рахунок втрат на додаткове випаровування, %	Зміни водних ресурсів у порівнянні з вихідним (0) станом, %
Вихідний стан 0	22	0,84	19	-15	-15
CCCM	11	0,79	9	-21	-61
GISS	11	0,79	9	-21	-61
GFDL	17	0,83	14	-17	-36
UKMO	12	0,80	10	-20	-57
GFDL (2000-10)	17	0,83	14	-17	-36
GFDL (2030-40)	13	0,80	10	-20	-52
GFDL (2070-80)	7	0,74	5	-26	-76

Слід зазначити те, що незначне (до 10%) зменшення середньої багаторічної величини річного стоку, може супроводжуватися значущими його змінами у маловодні роки. З погляду на це, найбільшого впливу від поєднання дії кліматичних змін та водогосподарської діяльності зазнають маловодні роки (табл.5), у які стік окремих річок може бути відсутнім.

Таблиця 5. Оцінка зміни водних ресурсів зони степу (р. Дністер) за сценаріями глобального потепління під впливом додаткового випаровування з поверхні штучних водойм у роки різної водності ($f_B=1,5\%$)

Сценарій	Норма природного річного стоку, мм	Коефіцієнт антропогенного впливу	Зміни річного стоку у роки різної забезпеченості				
			$\Delta_{1\%}$	$\Delta_{5\%}$	$\Delta_{25\%}$	$\Delta_{75\%}$	$\Delta_{95\%}$
0	22	0,78	5,51	11,7	24,5	55,1	86,4
CCCM	11	0,70	1,40	16,0	39,8	48,7	76,6
GISS	11	0,70	1,40	16,0	39,8	48,7	76,6
GFDL	17	0,75	2,12	6,20	26,0	77,9	99,7
UKMO	12	0,71	18,5	20,8	40,5	53,3	90,5
GFDL (2000-10 pp.)	17	0,75	2,12	6,20	26,0	77,9	99,7
GFDL (2030-40 pp.)	13	0,72	12,7	19,7	39,1	98,0	99,0
GFDL (2070-80 pp.)	7	0,64	27,2	31,0	40,8	100	100

Висновки. При одночасному подвоєнні концентрації забруднювальних газів у атмосфері очікується зменшення водних ресурсів Дністра на 25-26 % за сценаріями CCCM, GISS, UKMO та на 22% за сценарієм GFDL. Згідно із результатами, отриманими за нестационарною моделлю глобального потепління GFDL, на десятиріччя 2000-2010 значущих змін водних ресурсів не передбачається, що відповідає даним В.В. Гребеня [2]. Подальші зміни клімату забезпечать таке зниження річного стоку: на десятиріччя 2030-2040 – до 33%, а до 2080 року до 50%).

Розрахунки впливу штучних водойм на водні ресурси басейну р. Дністер на основі моделі “клімат-стік” дозволили установити коефіцієнт антропогенного впливу на середню багаторічну величину річного стоку за рахунок додаткового випаровування з поверхні штучних водойм, який змінюється за різними сценаріями від 0,96 до 0,94.

Вплив вилучення води на зрошування сільськогосподарських масивів оцінюється коефіцієнтом антропогенного впливу близьким до 1,0. Розрахунки стану водних ресурсів з урахуванням заборів води на водопостачання, зрошення та додаткове випаровування з поверхні штучних водойм показали, що коефіцієнт сумарного антропогенного впливу змінюється для різних сценаріїв від 0,92 до 0,84.

На десятиріччя 2030–2040 pp. коефіцієнт сумарного антропогенного впливу становитиме 0,89, а сумарне зменшення водних ресурсів у порівнянні з даними до 80-х років минулого сторіччя досягне 40%. На десятиріччя 2070-2080 pp. зменшення водних ресурсів досягне руйнівної межі (більше 50%). Стабільність стоку р. Дністер буде забезпечуватися умовами формування стоку гірської зони, але у степовій та лісостеповій частинах водозбору стадія руйнації водних ресурсів малих та середніх річок відбудеться значно раніше (2030–2040 pp.).

Список літератури

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь. – К.: Ніка-центр, 2010. – 316 с. 2. Гребінь В.В. Регіональний ландшафтно-гідрологічний аналіз сучасного водного режиму річок України : дис. д-ра. геогр.наук :11.00.07 / Гребінь Василь Васильович. – К., 2010.- 440 с. 3. Гопченко Е.Д. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления / Е.Д. Гопченко, Н.С.Лобода // Гидробиологический журнал. – 2000. – Т. 36, №3. – С. 67–78. 4. Лобода Н.С. Нормування характеристик природного річного стоку України / Н.С.Лобода, Е.Д. Гопченко // Наук.праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252. – С. 5-10. 5. Гопченко Е.Д. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) / Е.Д. Гопченко, Н.С.Лобода. – К.: КНТ, 2005. – 188 с. 6. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния / Н.С.Лобода. – Одеса : Экология, 2005. – 208 с. 7. Україна та глобальний парниковий ефект. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату / [за ред. В.В. Васильченка, М.В. Рапцуна, І.В. Трофімової]. – К. . АРБЕЕ, 1998. –Т.2.– 206 с.

Стан водних ресурсів р.Дністер за сценаріями глобального потепління

Лобода Н.С., Дорофєєва В.П.

Встановлено зміни водних ресурсів р. Дністер, які можуть відбутися при розвитку глобального потепління за різними сценаріями ВМО. Розрахунки водних ресурсів виконані за моделлю "клімат-стік". Показано, що в наступні десятиліття водні ресурси р. Дністер будуть зменшуватися. Основним фактором господарської діяльності, що сприяє зменшенню водних ресурсів, є штучні водойми. На сьогодні зміна глобального клімату чинить вплив на водні ресурси степової зони.

Ключові слова: модель "клімат-стік"; сценарії глобального потепління; водогосподарські перетворення.

Состояние водных ресурсов р.Днестр по сценариям глобального потепления

Лобода Н.С., Дорофеева В.П.

Установлены изменения водных ресурсов р. Днестр, которые могут произойти при развитии глобального потепления по различным сценариям ВМО. Расчеты водных ресурсов выполнены на основе модели "климат-сток". Показано, что в последующие десятилетия водные ресурсы р. Днестр будут уменьшаться. Основным фактором хозяйственной деятельности, благоприятствующим уменьшению водных ресурсов, являются искусственные водоемы. В настоящее время изменение глобального климата оказало влияние на водные ресурсы степной зоны.

Ключевые слова: модель "климат-сток"; сценарии глобального потепления; водохозяйственные преобразования.

Condition of water resources of the river Dniester behind scenarios of global warming

Loboda N., Dorofeeva V.

Changes of water resources were established for the river Dniester which can occur at development of global warming on different scenarios of WMO. Calculations of water resources are based on models of "climate-runoff." It is shown that in the coming decade river Dniester water resources will decrease. The main factor of economical activity, favoring the reduction of water resources, is artificial reservoirs. Currently, global climate change had an impact on water resources of the steppe zone.

Keywords: model "climate-runoff"; scenarios of global warming, water management transformation.

Надійшла до редколегії 27.09.2011

Гонцій М.В., Гонченко Є.Д.

Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ ПРИКАРПАТТЯ

Ключові слова: *максимальний стік, дощові паводки, тривалість притоку, фактори постільної поверхні*

Вступ. Загально відомо, що проблема води для людства стоїть на першому місці. Водні проблеми виникають в чотирьох випадках: коли води немає або її недостатньо; коли якість води не відповідає соціальним, екологічним і господарським вимогам; коли режим водних об'єктів не відповідає оптимальному функціонуванню екосистем, а режим її подачі споживачам не відповідає соціальним і економічним вимогам населення і, нарешті, коли від надлишку води обжиті території страждають від повеней [1]. Тому при плануванні і здійсненні протипаводкових заходів на перший план виходять задачі управління, спрямовані на створення комплексного механізму адміністративного і економічного регулювання використання затоплюваних територій. Доцільним є створення нових методів для розрахунків і прогнозів параметрів повеней і управління пов'язаних з ними ризиками, які враховують специфіку екстремальних процесів, їх просторову структуру і комплексний характер дії. Ці моделі повинні бути достатньо простими, але й універсальними, щоб їх можна було застосовувати як дійсно корисний гідрологічний інструментарій в широкій інженерній практиці.

Матеріали і метод дослідження. Для вирішення дуже важливого за значенням питання для населення було здійснено дослідження та аналіз гідрологічного режиму річок Прикарпаття. Основним джерелом води для Прикарпаття є річки басейну Дністра. Відповідно до орографічних і кліматичних особливостей басейн поділяється на три частини: Карпатську, Волино-Подільську і нижню, або південну [2]. Карпатська, гірська частина басейну, є верхньою правобережною складовою водозбору (до впадіння р. Бистриці) з сильно розвинутою гідрографічною мережею) і є головною областю формування стоку р. Дністер. Підвищена зливово діяльність на північно-східних схилах Карпатських гір обумовлює виникнення зливових паводків, які часто повторюються, і складають характерну особливість режиму Дністра, рівно як й інших річок району, що беруть початок в Карпатах. Частіше за все найвищими в році є рівні під час дощових паводків, і лише в роки із значними снігозапасами і в посушливі періоди, коли влітку опадів випадає менше норми, дощові максимуми не перевищують весняних. Для цього регіону характерна наявність дощових паводків в теплий період і змішаного походження - в холодний.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

Для обґрунтування параметрів запропонованої методики використані дані по максимальному стоку по 35 гідрологічних постах з площами водозборів від 35,1 до 24 600 км². Період спостережень - від початку дії гідрологічних постів по 2008 р. включно.

На першому етапі дослідження було здійснено аналіз спостережень визначних паводків рідкісної повторюваності на річках регіону. Представлення щодо повторюваності «історичних» максимумів дощових паводків можна отримати з наведеної на рис. 1 карти-схеми.

Для розробки методики були використані багаторічні дослідження проф. Є.Д. Гопченка і його учнів в області розрахунку максимального стоку річок, у яких доводиться, перш за все, про структурні недоліки, в тому числі й у діючому в Україні нормативному документі СНиП 2.01.14-83 [3, 4]. Цим документом регламентується порядок застосування його для визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок - для дощових паводків окремо при $F < 200$ км² і $F > 200$ км². В основу державних стандартів в галузі максимального стоку покладено напівемпіричну структуру редуційного типу, яка відрізняється серед інших простотою у своїх побудованнях і можливістю визначення розрахункових величин безпосередньо по матеріалах спостережень за гідрологічним режимом річок.

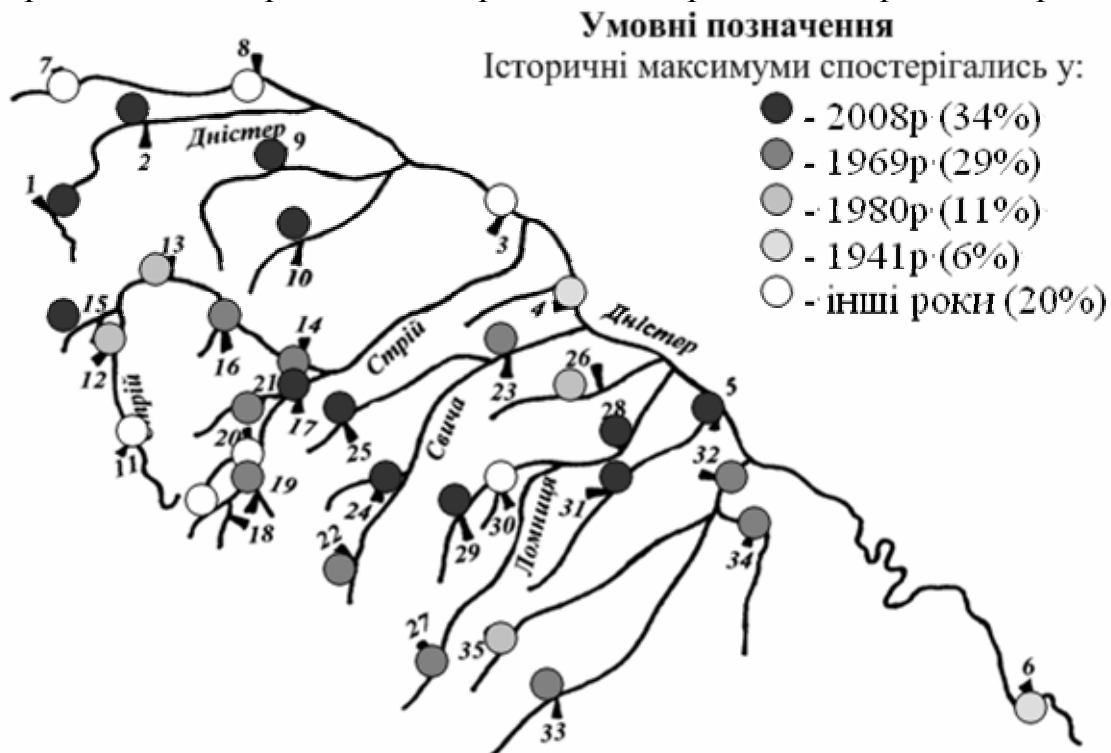


Рис. 1. Карта-схема розподілу спостережених максимумів по роках і ймовірностях (у дужках) на території Прикарпаття.

При узагальненні параметрів пропонується визначати їх, за відсутності часових рядів, використовуючи метод аналогії або відповідні карти та таблиці, що наводяться у додатках [3]. З метою надання розрахунковим формулам більшої універсальності, головним чином, з точки зору розмірів

водозборів, при запровадженні СНиП 2.01.14-83 штучно були зроблені деякі зміни у вихідних рівняннях. Це у свою чергу порушило строгість розрахункових схем і параметрів, що їх описують. Крім того, використання лише одного, а тим більш інтегрального показника редукції (площі водозбору), не дозволяє дослідити вплив різних факторів, що обумовлюють трансформацію паводкових і повеневих хвиль окремо на схилах і в русловій мережі.

Зокрема, це відноситься до всіх формул редукційного і об'ємного типів, а також формул граничної інтенсивності. Тому для розрахунку максимального стоку річок Прикарпаття пропонується застосувати генетичну формулу, засновану на моделі руслових ізохрон. За цією схемою формування максимального стоку розглядається у вигляді двооператорної моделі трансформації опадів у русловий стік. Перший оператор (стік схилів) описується характеристиками підстилаючої поверхні схилів, а другий - трансформацією схилового припливу річковою мережею (через час руслового добігання, русло-заплавне регулювання і під впливом озер, водосховищ і ставків проточного типу).

Базова структура, прийнята за основу при розробці методики розрахунку максимальних витрат води дощових паводків на річках Прикарпаття, ґрунтується на формулі [1]

$$q_{1\%} = q'_{1\%} \psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) \varepsilon_F r, \quad (1)$$

де $q'_{1\%}$ - максимальний модуль схилового припливу, $\text{м}^3/\text{с км}^2$, причому

$$q'_{1\%} = 0.28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}, \quad (2)$$

$\frac{n+1}{n}$ - коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі; T_0 - тривалість схилового припливу (години); $Y_{1\%}$ - максимальний шар стоку дощових паводків (мм); $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ - трансформаційна функція, яка обумовлена часом руслового добігання t_p , динамікою припливу води зі схилів до руслової мережі і формою річкових водозборів:

- при $\frac{t_p}{T_0} < 1.0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0}\right)^n, \quad (3)$$

- при $\frac{t_p}{T_0} \geq 1.0$

$$\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p}\right)^m \right], \quad (4)$$

m - степеневий показник у рівнянні кривих ізохрон; ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання; r - коефіцієнт зарегулювання паводків проточними водоймами.

Реалізація (1) передбачає визначення усіх складових та дослідження впливу місцевих факторів на кожну з розрахункових характеристик.

Результати досліджень та їх аналіз. Перша складова в розрахунковій формулі (1) представлена у вигляді максимального модуля схилового припливу $q'_{1\%}$, який враховує основні характеристики схилового припливу: шар стоку дощових паводків Y_m , коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу $\frac{n+1}{n}$ і тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі T_0 . За нашими дослідженнями, на території Прикарпаття розрахунковий модуль схилового припливу $q'_{1\%}$ змінюється від $3,90 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ (р.Ворона - м.Тисмениця) до $7,96 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ (р.Лімниця - с.Осмолода).

Проаналізувавши залежність коефіцієнтів нерівномірності руслового стоку від площі водозбору, встановлено відповідний коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі $(n+1)/n$, який становить 8,86 (при $n = 0,13$).

Для річок Прикарпаття стосовно розрахунку максимальних шарів стоку дощових паводків обґрунтовано рівняння вигляду:

$$Y_{1\%} = 195 + 0.15(H_{cp} - 800), \quad (5)$$

де H_{cp} - середня висота водозборів, м.

Впливу широтного положення водозборів, ступені їхньої залісеності та заболоченості не виявлено.

Час руслового добігання t_p є однією із тих характеристик, які суттєво впливають на трансформацію хвиль паводків в процесі переміщення їх русловою мережею. В розрахункових формулах максимального стоку він представлений у явному або скритому вигляді (тобто інтегрально враховується через площу водозборів). При оцінці часу руслового добігання практично вирішується задача по визначенню швидкості течії, так як

$$t_p = \frac{L}{V_d} = \frac{L}{c_1 F^{\alpha_1} I_p^{\beta}}, \quad (6)$$

де L - гідрографічна довжина річки; $c_1 F^{\alpha_1} I_p^{\beta} = V_d$ - швидкість руслового добігання; I_p - уклон водотоку; для річок Прикарпаття: $c_1 = 1.44$, $\alpha_1 = 0.16$, $\beta = 0.33$ – коефіцієнти, які залежать від шорсткості русла та які залежать від форми поперечного перерізу русел.

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблено прикладне програмне забезпечення для визначення однієї з найбільш проблемних характеристик схилового припливу – тривалості надходження талих і дощових вод до руслової мережі T_0 . Ґрунтується воно на генетичній моделі, свого часу запропонованій проф. А.М. Бефані. Вирішується задача у декілька етапів з

використанням методу простої однокрокової ітерації. Причому, на одній з ітераційних процедур вдається визначити, крім тривалості схилового припливу T_0 , ще й коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F .

Впливу місцевих факторів на T_0 , як і у попередньому випадку, не виявлено. Це дає змогу для високих паводків осереднити по території тривалість схилового припливу і прийняти $T_0 = 78$ год.

Трансформаційна функція $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$, яка обумовлена часом руслового добігання t_p , визначається відповідно до (3) або (4), в залежності від співвідношення $\frac{t_p}{T_0}$ (при $n = 0.13$ і $m = 1.0$).

Розпластування максимальних модулів при переміщенні паводкових хвиль русловою мережею під впливом часу руслового добігання враховується за допомогою трансформаційної функції $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$. Для оцінки

ефектів русло-заплавного регулювання і водообміну між заплавою і головною річкою вводиться функція ε_F , а для урахування можливого впливу озер, водосховищ і ставків проточного типу пропонується застосувати формулу, що рекомендується нормативним документом СНиП 2.01.14-83 [3].

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F узагальнено по території у вигляді залежності від розміру водозборів:

$$\varepsilon_F = \exp[-0.287 \lg(F + 1)]. \quad (7)$$

Точність запропонованої методики на матеріалах 35 водозборів (з площами від 35,1 до 24 600 км²), за результатами перевіірочних розрахунків, знаходиться на рівні 19.7%, що відповідає точності вихідної інформації по максимальному стоку паводків ($\sigma_{Q_{1\%}} = 17.9\%$).

Висновки. Запропонована методика дозволяє позбутися структурних недоліків, діючого зараз в Україні нормативного документу в галузі розрахунку максимального стоку дощових паводків СНиП 2.01.14-83. Вона враховує найбільш важливі стокоформуєчі чинники максимального стоку. Крім того, вона є універсальною як для дощових паводків, так і для весняного водопілля. Запропоновану авторами методику для річок Прикарпаття можна рекомендувати для практичного застосування без доробок, а вихідну модель, в цілому, покласти в основу при розробці нового нормативного документу для розрахунку максимального стоку на річках України.

Список літератури

1. Гопченко Е.Д. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности / Е.Д. Гопченко, М.Е. Романчук. – К. : КНТ, 2005. – 148 с.
2. Ресурси поверхневих вод СРСР. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – Т. 6, вып. 1. – 884 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических

характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с. 4. *Гопцій М.В.*, Про недоліки структурної бази нормативного документу СНиП 2.01.14-83 / М.В. Гопцій, Є.Д. Гопченко // Вісник ОДЕКУ. – 2009. – Вип. 8. – С. 209-213.

Методика розрахунку максимального стоку дощових паводків на річках Прикарпаття

Гопцій М.В., Гопченко Є.Д.

Запропонована методика для розрахунку максимального стоку дощових паводків на річках Прикарпаття. Вона дозволяє врахувати вплив стокоформуючих факторів, виключити деякі недоліки в діючій в Україні нормативній базі даної галузі.

Ключові слова: *максимальний стік, дощові паводки, тривалість притоку, фактори постільної поверхні.*

Методика расчета максимального стока дождевых паводков на реках Прикарпатья

Гопций М.В., Гопченко Е.Д.

Предложена методика для расчета максимального стока дождевых паводков для рек Прикарпатья. Она позволяет учесть влияние стокоформирующих факторов, исключить некоторые недостатки в действующей в Украине нормативной базе данной отрасли.

Ключевые слова: *максимальный сток, дождевые паводки, продолжительность притока, факторы подстилающей поверхности.*

Method of calculation of maximal flow of rain floods on the rivers of Prikarpat'ya

Goptsiy M., Gopchenko E.

A method is offered for the calculation of maximal flow of rain floods for the rivers of Prikarpat'ya. It allows to take into account influence of forming a flow factors, eliminate some failings in the operating in Ukraine normative base of given grew.

Keywords: *maximal flow, rain floods, duration of influx, factors of laying surface.*

Надійшла до редколегії 17.10.2011

УДК 556.166 + 556.537+911.3:504.4.054

Явкін В.Г., Мельник А.А.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ОЦІНКА МОДУЛІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ В БАСЕЙНАХ ПОДІЛЬСЬКИХ ПРИТОК ДНІСТРА ЗА ПОДОВЖЕНИМИ РЯДАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ключові слова: *максимальний стік, однорідність рядів, закони розподілу*

Вступ. Розрахунку максимальних витрат води на річках, як одному із найбільш важливих питань при проектуванні гідротехнічних споруд, завжди приділяється велика увага.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

При наявності багатолітніх рядів гідрометричних спостережень для виявлення максимальних витрат води різної ймовірності перевищення використовуються методи математичної статистики [6, 9, 10]

Аналіз кривих забезпеченості максимальних витрат на річках України наведено у довідкових виданнях, зокрема «Ресурсах поверхневих вод» 1966-1971 рр. видання. Результатами цих досліджень користуються інженери-гідрологи, проектувальники, науковці та ін. Проте, тривалість рядів спостережень за максимальним стоком води для більшої частини гідрологічних постів збільшилась з часу видання довідників у два і більше разів [3].

Статистичний аналіз в опублікованих дослідженнях ґрунтується на матеріалах спостережень за щорічними максимальними витратами до початку тривалої фази підвищення або пониження водності річок (наприклад [8]), тоді як протягом 1980–2010 рр. відбулося порушення стаціонарності гідрологічних рядів. Аналіз тривалих часових рядів за максимальним стоком річок України та інших країн вказує на те, що з 80-х років минулого століття виникають ознаки тренду різного знаку, тобто спостерігається зростання чи зменшення максимальної витрати води особливо в області малих ймовірностей [1, 3].

Збільшення тривалості рядів спостережень сьогодні потребує перерахунку, узагальнення та експертної оцінки параметрів гідрологічних характеристик.

Аналіз попередніх досліджень. Сучасні напрями в дослідженні максимального дощового стоку як правило спираються на багатолітні спостереження за гідрологічними характеристиками по окремим регіонам і виявлення розрахункових гідрологічних характеристик при наявності чи відсутності даних гідрометричних спостережень в пункті проектування [12, 13]. При відсутності спостережень використовується побудова регресійних регіональних моделей розрахунку максимального модуля стоку з використанням гідрографічних характеристик водозборів. Найбільш перспективними є формула операторного типу [2]. Близькі за побудовою структури формул із відповідними регіональними залежностями є досить ефективними і дозволяють визначати розрахункові характеристики максимального стоку при відсутності спостережень із похибкою 25% проте їх ефективність суттєво підвищиться з побудовою оновлених карт модуля максимального стоку 1% забезпеченості [7]. Останній є опорним предиктором моделі операторного типу [1].

Викладення основного матеріалу. Статистичні параметри багатолітнього режиму річкового стоку в залежності від завдань інженерної гідрології прийнято розглядати за середніми, максимальними чи мінімальними річними витратами. Іноді слушно, особливо в задачах просторової оцінки формування статистичних параметрів стоку використовувати суміжні територіальні ознаки. Тоді, пошуки географічного розподілу статистичних критеріїв зручно порівнювати в кількох видах гідрологічного режиму. Достовірність критеріїв часового розподілу

щорічних максимальних витрат води в басейнах подільських приток Дністра в роботі порівнюють із статистичними характеристиками рядів середньорічного стоку.

Репрезентативність періодів спостереження за максимальним чи середньорічним стоком оцінюється не тільки порівнянням норм з річкою-аналогом але коефіцієнтами варіації і асиметрії. Тобто, в якості репрезентативних приймаються короткі періоди, що мають з річкою-аналогом близькі до багатолітніх параметри стоку. Отже, просторовий розподіл коефіцієнтів варіації та асиметрії підсилює інформаційну базу нормативних розрахунків. Розрахована забезпеченість є репрезентативною, якщо статистичні параметри кривої розподілу заданого створу близькі до ймовірних характеристик створу з повноцінним рядом.

При використанні відомих математичних моделей (методи моментів, найбільшої правдоподібності і графоаналітичного) наприклад програми (StokStat 1.2) [6], найкраще співпадіння обох кривих досягається при використанні графоаналітичного способу Г.О. Алексєєва за допомогою трьох опорних ординат – $X_{5\%}$, $X_{50\%}$, $X_{95\%}$, що зняті з емпіричної кривої [15]. Проте, в останньому випадку при деяких співвідношеннях C_s до C_v апроксимація попадає в область від'ємних значень, що протирічить природі процесу. За виключенням специфіки статистичних розподілів багатолітніх рядів спостережень за дощовими максимумами в гірських басейнах доцільно використовувати метод Крицького-Менкеля, що виводить функцію розподілу Пірсона III типу в область виключно додатніх значень [11, 13].

Використання програм вимагає суттєвих практичних навичок в апроксимації, гармонізації додатніх та від'ємних відхилень в області максимальних витрат рідкої повторюваності, що дозволяє зменшити небезпеку суб'єктивізму в процесі екстраполяції емпіричної кривої максимальної витрати в області рідкої повторюваності (0,5-1-2%, тощо) [15].

Надійність та економічна доцільність гідротехнічних споруд, для побудови яких розраховуються ймовірність виникнення максимальної витрати, не залежить від генезису самого паводку, тобто для території, де прояви щорічної максимальної витрати можуть бути снігового чи дощового походження, коректним, на наш погляд, є використання всієї загальної сукупності максимальних витрат багатолітнього ряду спостережень. Тоді виникає очікуване зростання ймовірної щорічної витрати.

Подовжені ряди спостережень суттєво підвищують модулі максимальних витрат розрахункових забезпеченостей в регіоні. Суттєва деталізація в порівнянні з попередніми публікаціями, занадто генералізованих даних помітно диференціює розподіл максимального стоку південного схилу Поділля. Виникають специфічні ареали підвищення максимального модуля над умовно середнім за площею в верхів'ях Коропця та, особливо потужний, у верхів'ях Ушиці та Калюса. Дещо нижчими, чим відомі з попередніх публікацій, стали модулі максимуму в басейнах Серету, Нічлави, Збруча.

Статистичні ознаки існування чи відсутності часового тренду у водному режимі річок регіону доцільно виявити у двох характеристиках водного

режиму: середньої та максимальної річної витрати. Мінімальна, за попередніми оцінками зберігає ознаки стаціонарного процесу. Тому ймовірний прояв тренду часового статистичного розподілу розглянуто для середньорічного та максимального стоку.

Під час досліджень розраховано кореляційні зв'язки, міжрядну та внутрішньорядну однорідність гідрологічних рядів, що свідчить про змінність чи незмінність умов формування гідрологічних характеристик. Порушення таких умов призводить до порушення однорідності рядів [4, 10].

При аналізі використано параметричні та непараметричні критерії оцінки однорідності, а зокрема критерій Фішера, Ст'юдента та Вілкоксона.

В аналізі даних спостережень за максимальним паводковим стоком використанні щорічні значення по 25 гідрометричним створам на річках подільських приток Дністра. Період, за який здійснювались дослідження для більшості водозборів, охоплює 1950-2000 рр., для деяких гідростворів час спостереження становить 1940-2000 рр.

Розрахунками емпіричних та аналітичних кривих розподілу максимальних витрат води визначено просторові особливості коефіцієнтів варіації C_v та асиметрії C_s окремими водозборами регіону (рис. 1). Коефіцієнти варіації збільшуються до центральної частини території (1,0 – 1,2) та на північний захід території (1,2–1,4). Найвище значення $C_v = 2,35$ для р. Коропець – м. Підгайці, що відповідає просторовим особливостям розподілу інтенсивності та суми опадів в інтервалі малих ймовірностей перевищення.

Значення коефіцієнтів асиметрії найбільші в центральній частині (1,4 – 2,0) і на північному заході території (2,4 – 4,0). Найвище значення $C_s = 6,54$ для р. Коропець - м. Підгайці.

За характеристику максимального стоку прийнято модулі максимальних витрат 1% ймовірності перевищення, що приведені до площі 200 км². Це зроблено з метою мати можливість оцінювати максимальний стік у просторовому поданні, оскільки максимальні витрати води зазнають редукції по площі. Розрахунки зроблені за відомою формулою [10]:

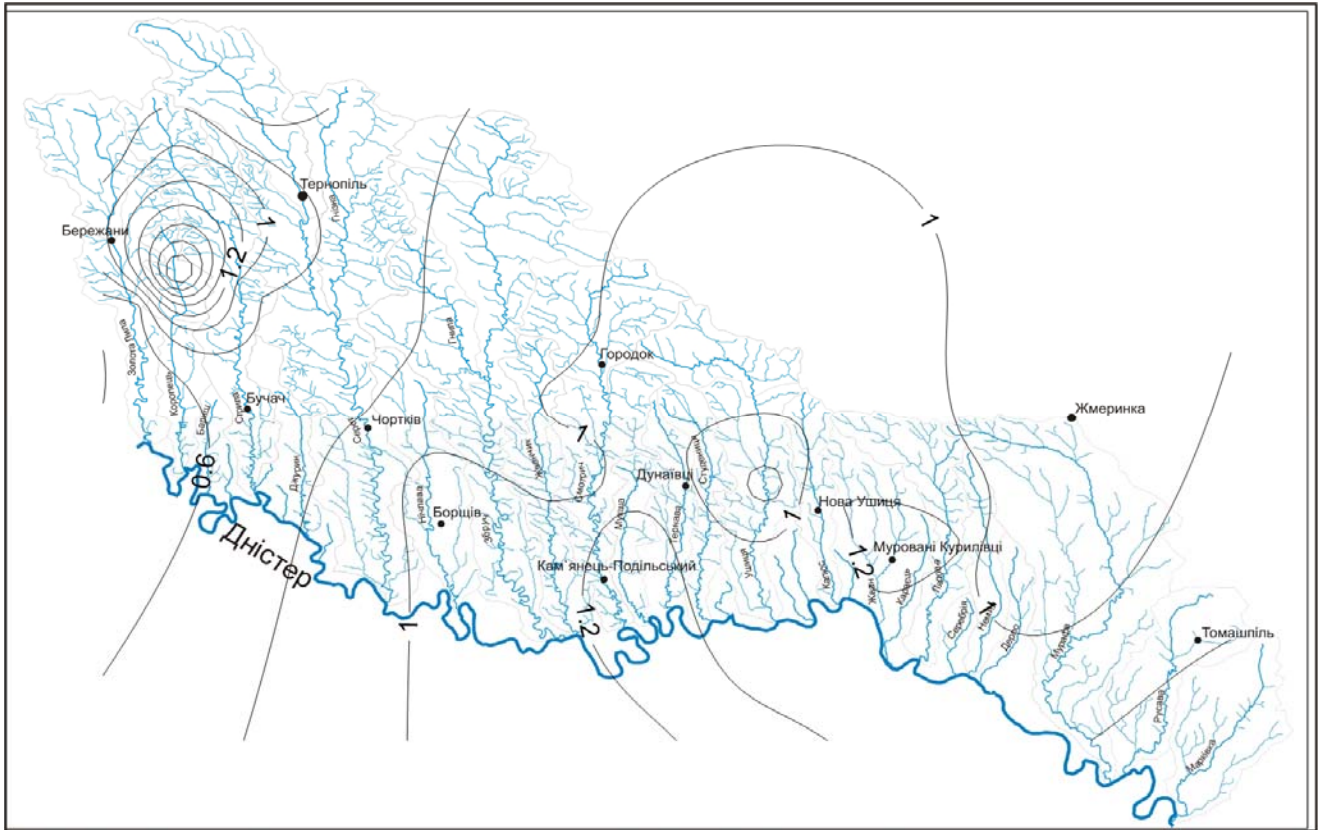
$$M_{200} = M / (200 / F)^n, \quad (1)$$

де M - модуль максимальної витрати ймовірності перевищення p ; M_{200} - модуль ймовірності перевищення p , приведений до площі 200 км²; F - площа водозбору, км²; n - показник редукції.

Для виявлення ступеня редукції модуля максимальної витрати води n побудовано графік зв'язку між середніми модулями максимальних витрат води і площею водозбору. Показник ступеня редукції по території змінюється в межах 0,39 – 0,4.

За даними модулів максимальних витрат 1% ймовірності перевищення, приведених до площі 200 км² побудовано карту ізоліній (рис.2).

А.



Б.

Б.

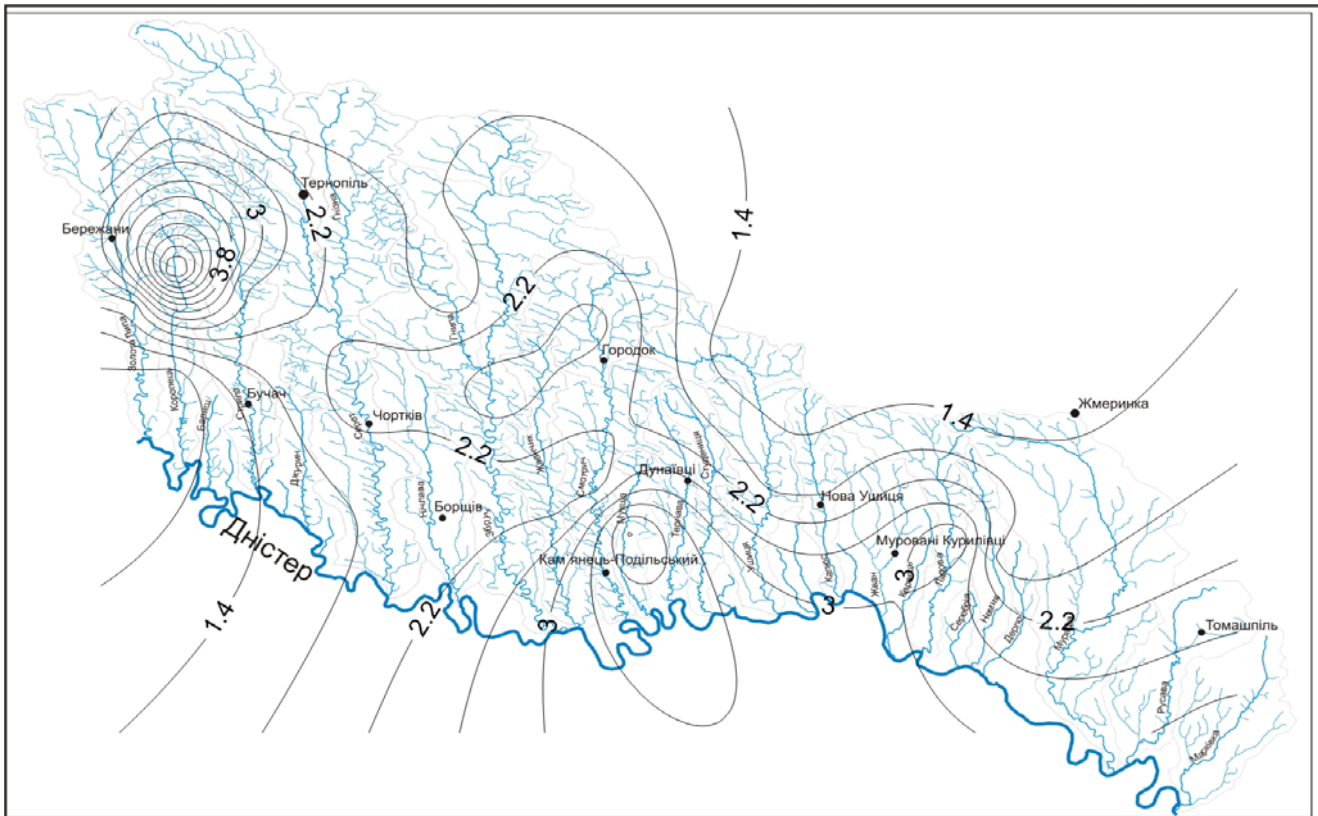


Рис.1. Розподіл коефіцієнтів варіації C_v (А) та асиметрії C_s (Б) в басейнах лівобережних приток Дністра на Поділлі

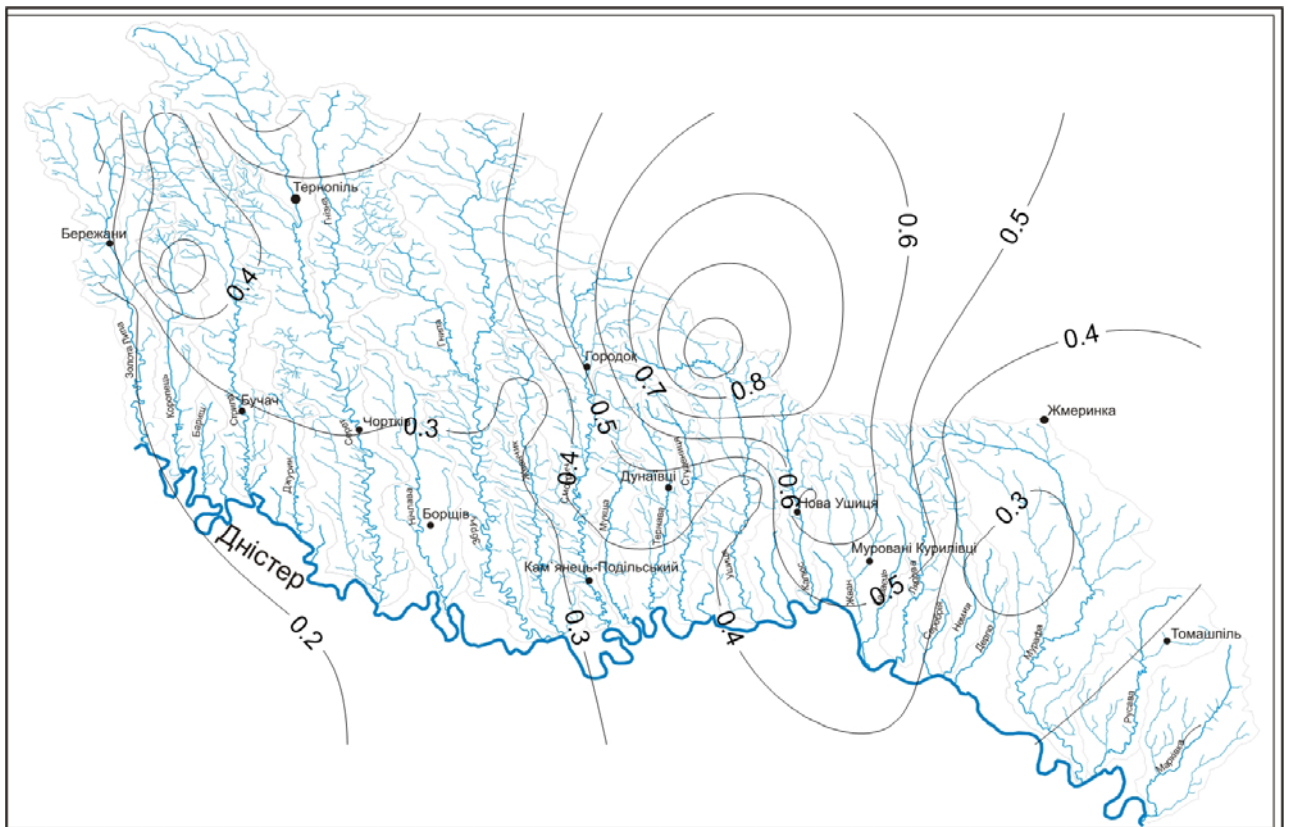


Рис.2. Модулі максимальних витрат води ($\text{м}^3/\text{с км}^2$) в басейнах лівобережних приток Дністра на Поділлі за ймовірності перевищення 1%, приведені до площі 200 км^2

Модулі максимального стоку річок 1% ймовірності перевищення коливаються в широких межах. Найбільші значення характерні для центральної частини досліджуваної території, зокрема для р. Ушиця–с. Зіньків $M_{200} 1\%$ складає 0,99 та р. Калюс–сmt. Нова Ушиця $M_{200} 1\%$ – 0,72. На захід та схід території модулі максимальних витрат знижуються, причому найнижчі показники на заході території 0,13 – 0,16.

Значення кореляції середньорічного модуля стоку сусідніх басейнів зменшується з 0,8 – 0,9 на північному заході до 0,5 – 0,6 на південному сході, середнє значення по досліджуваній території становить 0,8. Перевірка на однорідність сусідніх басейнів виявила, що в 4-х випадках з 24 ряди даних не є однорідними, причому 1 випадок, де спостереження аналізувались за гідростворами в межах одного басейну (р. Ушиця–с. Зіньків, р. Ушиця–с.Тимків – $R(\text{кореляція})=0,390$, критерій Фішера $F_{10}=5,027$ при $F_a=3,017$; критерій Стюдента $t_{10}=3,219$ при $t_a=2,61$; критерій Вількоксона $U_{10}=797$ при $U_1=367,224$, $U_2=788,776$). Найкраща однорідність рядів проявляється за критерієм Фішера (18 гідрологічних рядів з 24) менша по Стюденту (6 з 24) та Вількоксону (4 з 24).

Аналіз максимальних модулів стоку виявляє дещо інші особливості. Показники парної кореляції в порівнянні зі зв'язками середньорічного стоку загалом є меншими та знижуються з центральної частини регіону (0,7–0,8) на північний захід та південний схід (0,4–0,5). Середнє значення $R=0,6$, більші кореляційні зв'язки характерні для гідропостів, що знаходяться в межах одного басейну. Розрахунок критерія Фішера показав однорідність

гідрологічних рядів у 9 випадках з 23, по критерію Стюдента в 11 з 23, по критерію Вількоксона в 14 з 23. У 9 випадках спостерігається повна неоднорідність по всім критеріям.

Природно, що модуль середньорічного стоку задає зручну вибірку в басейнах подільських приток Дністра. Критерії Фішера, Стюдента, Вількоксона знаходяться в межах критичних значень практично за всіма водозборами-сусідами чи тими, що вміщують верхів'я водозбору окремими басейнами.

В співвідношеннях середньорічних модулів стоку редукція за площею найбільш інтенсивно проявляється в центральній частині Поділля в басейнах річок Калюса та Ушиці.

Менш помітна однорідність у формуванні максимальних витрат (особливо 1% забезпеченості) спричинює ефект мозаїчності злив.

Зміни значень коефіцієнтів кореляції з північного заходу на південний схід обумовлені розподілом зволоження –в західній частині південного макросхилу Поділля дощів більше, та поступовим зменшенням проявів карсту з північного заходу на південний схід.

Ознаки критеріїв та парна кореляція дозволяють визначити попередні топологічні ознаки умов формування максимальної витрати. Відмінності між районами, крім природних ознак, дозволяють ввести в критерії районування величини антропогенного навантаження на басейни.

Попередньо розглянуто детерміновані ознаки деформації складової гідрографа антропогенного навантаження в басейні [17].

Зроблена спроба оцінити статистичну внутрішньорядну однорідність гідрологічних рядів, тобто виявити чи суттєво відмічаються антропогенні зміни, що відбувалися в басейнах рік в період так званого зламу інтегральної кривої модуля стоку. В результаті отримано наступні результати: за критерієм Фішера в 44% випадків виявлено неоднорідність рядів, по критерію Стюдента в 80%, за критерієм Вількоксона в 87%, у 24% випадків спостерігається абсолютна неоднорідність гідрологічних рядів спостережень, причому на постах, що знаходяться у верхів'ях басейнів (р. Золота Липа–м. Бережани, р. Іванчик–с. Кугаївці, р. Смотрич–с. Купин, р. Ушиця–с. Зіньків). Таким чином, можна говорити про те, що існування антропогенного навантаження в даному випадку суттєво впливає на статистичну однорідність гідрологічних рядів даних.

Висновки. В роботі розглянуто особливості формування максимального стоку лівобережних подільських приток Дністра. В пунктах спостережень здійснено розрахунки 1% забезпеченості модулів максимального стоку, включаючи оцінку внутрішньорядної та міжрядної однорідності рядів спостережень.

Порівняльний аналіз, виявляє особливості використання основних законів розподілу ймовірностей максимальної витрати. Оцінено просторові особливості характеристик максимуму цієї території. Наявність коефіцієнтів варіації та асиметрії дозволяє визначати 1% забезпеченість максимальної витрати води при відсутності спостережень.

Матеріали підготовлено для пропозицій до проекту нових нормативних документів з розрахунку максимального стоку.

Список літератури:

1. *Гопченко Є.Д.* Нормирование характеристик максимального стоку в бассейні Дніпра / Є.Д.Гопченко, В.А.Овчарук // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Мат. 5-ої Всеукр.наук.конф. (Чернівці, 22-24 вересня 2011р.). – Чернівці : Вид-во Чернівецького нац. ун-т, 2011. – С. 34-37.
2. *Гопченко Є.Д.* Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности / Є.Д. Гопченко. –К. : КНТ, 2005. – 188 с.
3. *Горбачова Л.О.* Сучасні параметри кривих забезпеченостей максимальних витрат води весняної повені рівнинних річок України/ Л.О.Горбачова // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Мат. 5-ої Всеукр.наук.конф. (Чернівці, 22-24 вересня 2011р.). – Чернівці : Вид-во Чернівецького нац. ун-ту, 2011. – С. 49-52.
4. *Гребінь В.В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
5. *Иманов Фарда Али* Многолетние колебания максимального стока горных рек / Иманов Фарда Али, Гасанова Наиля Имран // Ученые записки Рос. гос. гидрометео. Ун-та. – 2009. – №9. – С. 40–45.
6. *Левыкин Ю.* Программа для расчета статистических характеристик, используемых в гидрологии / Ю.Левыкин. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.geodigital.ru/soft_hydr/StokStat1.2
7. *Лобанов В.А.* Региональные модели определения характеристик максимального стока в зависимости от гидрографических факторов / В.А.Лобанов, В.Н.Никитин // Метеорология и гидрология. – 2006. – №11. – С. 60–69.
8. *Люттик П.М.* Условия формирования и расчеты паводочного стока рек горной системы Карпат / П.М.Люттик // Труды УкрНИГМИ. – 1983. – Вып. 194. – С. 3–18.
9. *Мельник А.А.* Дослідження антропогенізації басейнів статистичними параметрами / А.А.Мельник, В.Г.Явкін // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія : Мат. 5-ої Всеукр.наук.конф. (Чернівці, 22-24 вересня 2011р.). – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С.162-164.
10. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.* – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
11. *Рождественский А.В.* Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественский, А.И.Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
12. *Рождественский А.В.* Новая система гидрологических расчетов для обеспечения строительства и других отраслей экономики России / А.В. Рождественский, И.А. Шикломанов // Метеорология и гидрология. – 2006. – №11. – С. 50-59.
13. *Свод правил по проектированию и строительству.* СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М. : Госстрой России, 2003. – 73 с.
14. *Строительные нормы и правила.* СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
15. *Цепенда М.В.* Проблеми та перспективи розвитку обчислювальної (інженерної) гідрології в Україні / М.В.Цепенда // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Мат. 5-ої Всеукр.наук.конф. (Чернівці, 22-24 вересня 2011р.). – Чернівці : Вид-во Чернівецького нац. ун-ту, 2011. – С. 271-274.
16. *Шикломанов И.А.* Антропогенные изменения водности рек / И.А.Шикломанов. - Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 302 с.
17. *Явкін В.Г.* Вплив антропогенної перетвореності басейнів подільських приток Дністра на криву спаду паводку / В.Г. Явкін, А.А. Мельник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. - Т.2(19). –С. 65-73.
18. *Kundzewicz, Z.W., Robson, A.* (2000) Detecting trend and other changes in hydrological data. World Meteorological Organization Report WMO/TD-No 1013, Geneva, May, 2000.

Оцінка модулів максимального стоку в басейнах подільських приток Дністра за подовженими рядами спостережень

Явкін В.Г., Мельник А.А.

В роботі розглянуто особливості формування максимального стоку подільських приток Дністра. В пунктах спостережень розраховано 1% ймовірності перевищення

модулів максимального стоку, а також оцінку внутрішньорядної і міжрядної однорідності рядів спостережень. Проведено порівняльний аналіз можливості використання основних законів розподілу ймовірностей максимальної витрати. Оцінено просторові особливості характеристик максимуму цієї території.

Ключові слова: максимальний стік, однорідність рядів, закони розподілу.

Оценка модулей максимального стока в бассейнах подольских притоков Днестра за удлиненными рядами наблюдений

Явкин В.Г., Мельник А.А.

В работе рассмотрены особенности формирования максимального стока подольских притоков Днестра. В пунктах наблюдений осуществлены расчеты 1% обеспеченности модулей максимального стока, включая оценку внутрирядной и междурядной однородности рядов наблюдений. Проведен сравнительный анализ возможности использования основных законов распределения вероятностей максимального расхода. Оценено пространственные особенности характеристик максимума этой территории.

Ключевые слова: максимальный сток, однородность рядов, законы распределения.

Evaluation modules of maximal flow in the basins of the Dniester tributaries Podolsk for extended series of observations

Yavkin V.G., Melnyk A.A.

In this work the peculiarities of the maximum flow Podolsk tributaries of the Dniester. In the points of observations carried out calculations of 1% of the maximum flow of security modules, including assessment and inter-row vnutriryadnoyi homogeneous series of observations. A comparative analysis of the possibilities of using the basic laws of probability distribution of maximum cost. By spatial features of the characteristics of the peak area.

Keywords: maximum runoff, uniformity of rows, the laws of distribution.

Надійшла до редколегії 14.11.2011

УДК 556.124

Лобода Н.С., Сіренко А.М.

Одеський державний екологічний університет

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ У ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОГНОЗАХ ЛЬДОВИХ ЯВИЩ (НА ПРИКЛАДІ РІЧОК ДНІСТЕР ТА ТІЛГУЛ)

Ключові слова: прогноз льдових явищ, факторний аналіз, дискримінантний аналіз

Вступ. Процес формування льоду на річках залежить від багатьох факторів. Перш за все, на терміни появи льдових явищ впливають метеорологічні умови (кількість сонячної радіації, теплоємність опадів, швидкість вітру, індекси атмосферної циркуляції тощо). Окрім метеорологічних факторів, на льодоутворення також впливає запас тепла у водоймі, швидкість течії, надходження тепла з

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

грунтовими водами, скид промислових вод та ін. Характер впливу перелічених факторів неоднаковий.

Робота виконана згідно із напрямом постанови Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2008 р. № 1139 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від впровадження господарської діяльності у сфері використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів і визначається періодичність проведення планових заходів, пов'язаних з державним наглядом (контролем)» [6]. Оперативні прогнози появи льоду на річках є дуже важливими для господарства та економіки країни. Методики прогнозування, які рекомендовані нормативними документами [7] не повністю задовільняють існуючим вимогам. По-перше, така ситуація зумовлена змінами глобального клімату, які спостерігаються сьогодні. По-друге, значна зарегульованість режиму річок приводить до порушення льодового режиму. Антропогенний вплив на річки дещо менший, порівняно із глобальними змінами клімату, однак, в наслідок дії водосховищ, на прилеглих до гідроелектростанцій ділянках льод взагалі не утворюється (р. Дніпро, р. Дністер) [1]. За таких умов краткострокові прогнози дат настання льодових явищ на річках набувають значних похибок, що може привести до нераціонального використання водних ресурсів. Задачею гідрологічних прогнозів льодового режиму річок є достовірне і точне прогнозування дати появи перших льодових явищ, строків встановлення суцільного льодоставу восени і його скресання навесні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом водотоки України зазнали суттєвих змін, що є результатом не тільки діяльності людини, але й – перетворень глобального клімату. Досліди науковців Європи, Америки [9, 11] а також вітчизняних вчених [2, 5], довели, що суттєво на льодоутворення впливає атмосферна циркуляція, для більшої частини України цей вплив відображають індекси Північно-Атлантичного коливання (ПАК). Індекси ПАК базуються на різниці тиску над рівнем моря між Понта-Дельгада (Азорські острови) і Рейк'явіком (Ісландія). Починаючи з 1980-х років індекси ПАК перейшли у позитивну фазу (рис.1). Під час позитивної фази на території України посилюються західні вітри, збільшується потік відносно теплого і вологого морського повітря на протязі зими, випадає аномально низька кількість опадів. В останні десятиріччя зв'язок між характеристиками температурного режиму України та індексами ПАК збільшився з 0,20 за період 1965 – 1980 рр. до 0,65 за період 1981 – 2002 рр [3].

Кліматичні зміни привели до скорочення на річках загальної кількості днів із льодовими явищами, підвищення температури води у осінньо-зимовий період, істотно змінилися строки появи та закінчення льодових явищ [8], збільшились випадки відлиг, які порушують суцільний льодостав, збільшилась кількість випадків, коли льодостав взагалі не утворюється [4].

• **Постановка завдання.** Метою даної роботи є створення алгоритму прогнозування льодових явищ на річках за допомогою методів

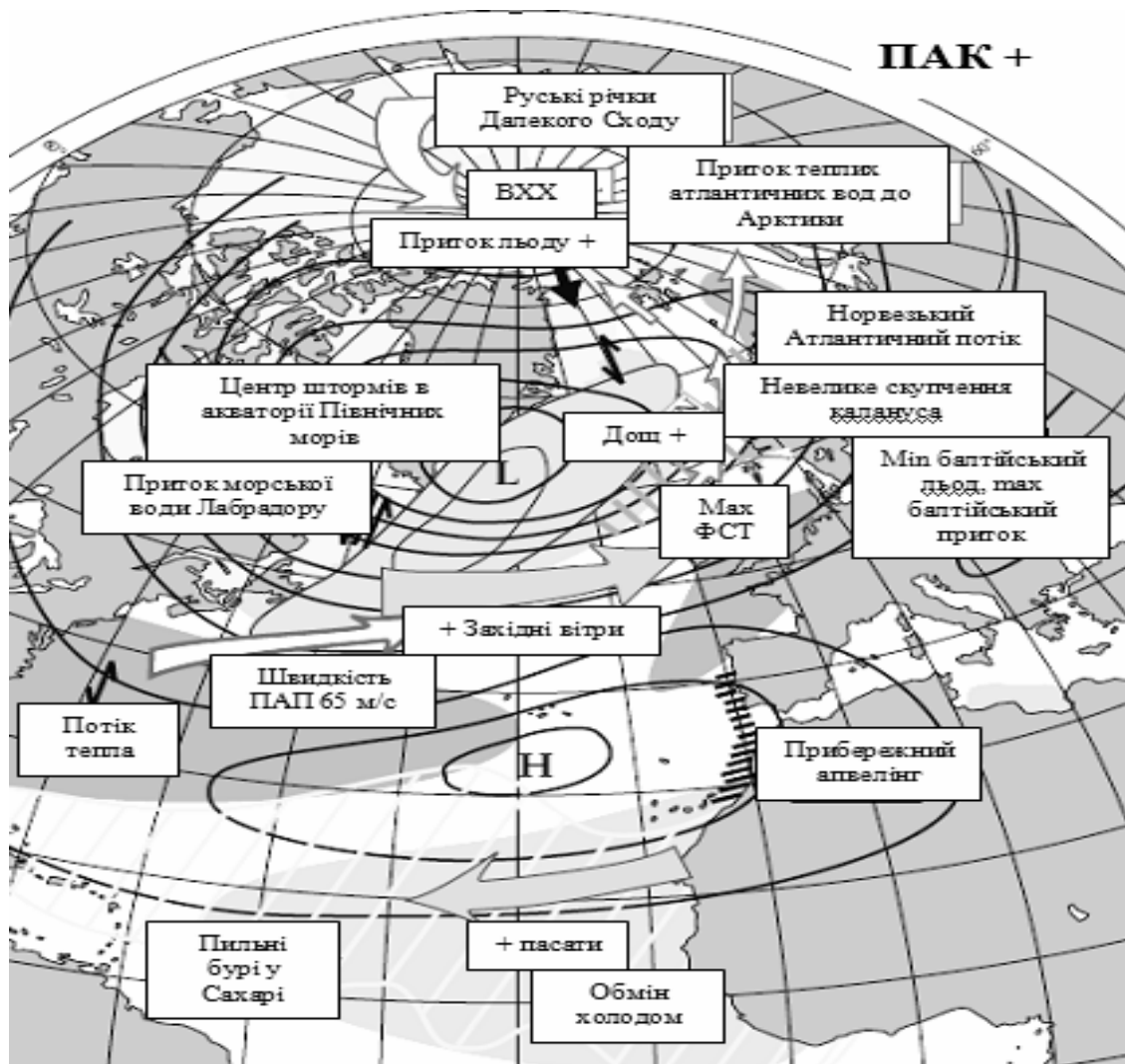


Рис. 1. Схема дії Північно-Атлантичного коливання у позитивній фазі [10; 15-31]

багатовимірного статистичного аналізу. Завдання, які можна вирішити методами багатовимірного статистичного аналізу, наступні:

- за спостереженими значеннями випадкового вектору $X = (X_1, X_2, \dots, X_k)^T$ встановити зв'язок між його компонентами;
- скоротити об'єм початкових даних шляхом застосування методів багатовимірного статистичного аналізу;
- виявити із більшості показників $X_1, X_2, \dots, X_k$ ті, які найбільше впливають на прогнозоване явище;
- класифікувати вхідні фактори за будь-якою ознакою;
- виконати статистичну обробку для рядів нечислових даних; отримати класифікаційне прогнозне рівняння.

Класичними методами прогнозування льодових явищ є метод Л.Г. Шуляковського та метод, побудований на використанні фізико-статистичних залежностей [7]. Альтернативним методом прогнозування є прогноз появи льодових явищ на основі дискримінантного аналізу. Дискримінантний аналіз – це апарат для вирішення завдань розпізнавання та класифікації образів,

ухвалення рішення про те, які саме змінні розділяють (тобто «дискримінують») набори даних. У якості первинної обробки інформації був проведений факторний аналіз даних. Головна мета факторного аналізу виявлення прихованих (латентних) факторів, зміна яких впливає на мінливість усіх досліджуваних показників, що у результаті приводить до скорочення кількості змінних.

Таким чином, запропонований алгоритм прогнозування льодових явищ має наступний вигляд:

1. Формування масиву вхідних даних.
2. Проведення факторного аналізу.
3. Аналіз отриманих результатів (виявлення прихованих факторів, встановлення характеру зв'язків між факторами, вибір оптимальних предикторів, які впливають на появу льоду на річках).
4. Побудова прогнозного рівняння на основі обраних факторів з використанням дискримінантного аналізу.
5. Перевірка статистичної значущості рівняння.
6. Випуск прогнозу за дискримінантною функцією.
7. Оцінка точності прогнозу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Апробація запропонованого алгоритму виконувалась для річок Дністер та Тілігул за період спостережень з 1980 по 2008 р. Були сформовані показники характеристик початку та тривалості похолодання і попереднього накопичення запасу тепла у водній масі (табл. 1).

Таблиця 1. Вихідні дані для факторного аналізу

Характеристики початку та тривалості похолодання і попереднього накопичення запасу тепла у водній масі	Змінна
Кількість днів від 1 жовтня до дати переходу температури повітря через 0°C	D_0
Кількість днів від 1 жовтня до дати появи плавучого льоду	$D_{пл.л.}$
Температура води в декаду переходу температури повітря через 0°C	T_0
Температура води в декаду появи плавучого льоду	$T_{пл.л.}$
Сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плавучого льоду	$\sum \theta^- $
Рівень води в день переходу температури повітря через 0°C в день появи плавучого льоду	H_0
Рівень води в день появи плавучого льоду	$H_{пл.л.}$
Місячні індекси Північно – Атлантичного коливання (ІПАК) за вересень, жовтень, листопад	I_s, I_o, I_n
Сезонний місячний індекс осені (вересень – листопад)	I_{son}

На базі сформованого масиву даних виконувався факторний аналіз. Були отримані наступні результати. Для р. Дністер у створі м. Могильов – Подільський вихідна інформація описується чотирма факторами і міра факторизації становить 81,2%. Перший фактор описує 40,4% дисперсії даних

і може інтерпретуватися як змінна, що описує атмосферні процеси осіннього сезону, кількісні характеристики якого представлені індексами ПАК для вересня – листопада. Цей процес пов'язаний із формуванням температурного режиму води та ходом рівнів: кількісний внесок (вага) першого фактора у формування температурного режиму у дату появи плаваючого льоду становить 0,84; вагове навантаження на змінну, що відповідає даним про рівень води у дату появи плаваючого льоду становить -0,74. Знак (-) показує зворотну спрямованість впливу атмосферних процесів на температурний режим води у порівнянні із режимом рівнів. Тобто, чим більший рівень, а, отже, й глибина води у річці, тим менше впливають атмосферні процеси на температуру води через зміну умов охолодження. На третій фактор припадає 17% дисперсії вихідних даних, він характеризує дату початку охолодження температури повітря ($l_{31} = 0,95$). Четвертий фактор, внесок якого становить 14%, описує водність річки на дату переходу температури повітря через 0°C ($l_{46} = 0,81$).

Для р. Тілігул у створі смт. Березівка вихідна інформація описується також чотирма факторами, міра факторизації становить 79%. Міра факторизації першого фактору становить 35,3 %. Перший фактор дозволив виділити зв'язок суми від'ємних температур повітря із рівнями води у річці: чим більше рівень води, тим більша кількість тепла повинна бути відведена у атмосферу для охолодження водної маси. Другий фактор має внесок 29,1% і інтерпретується як фактор впливу атмосферних процесів жовтня (I_o). Відмічається тісний зв'язок індексів ПАК жовтня із показниками охолодження повітря та температурою води. Третій фактор відображає вплив атмосферних процесів листопада на формування льодових явищ та ілюструє зв'язок із температурою води. Міра факторизації становить 21,5%. Четвертий фактор пояснюється, як передумова охолодження повітря та являє собою індекс ПАК вересня, його ваговий внесок становить 14,1%.

Другим етапом стала побудова прогнозного рівняння. Спираючись на результати факторного аналізу по р. Дністер, предикторами дискримінантної функції були обрані наступні чинники: як температура води в декаду появи плаваючого льоду $T_{пл.л.}$, рівень води в день появи плаваючого льоду $H_{пл.л.}$, сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плаваючого льоду $\sum|\theta^-|$ та індекс ПАК за осінній сезон (вересень-листопад) I_{SON} . Для р. Тілігул у якості предикторів були обрані: температура води в день переходу температури повітря через 0°C T_0 , сума від'ємних температур повітря від дати переходу температури повітря через 0°C до дати появи плаваючого льоду $\sum|\theta^-|$, рівень води в день появи плаваючого льоду $H_{пл.л.}$. Були отримані прогнозні рівняння для р. Дністер (1) та р. Тілігул (2):

$$F = -6,71V_{пл.л.} - 0,030H_{пл.л.} + 0,020\sum\theta^- - 0,580I_{SON} + 18,4, \quad (1)$$

$$F = 1,16T_0 - 0,61\sum\theta^- + 0,02H_{пл.л.} - 4,77. \quad (2)$$

У зв'язку з тим, що дискримінантні функції розраховуються по вибірковим даним, вони потребують у перевірці статистичної значущості. Визначаючим для дискримінантного аналізу є перевірка гіпотези про відсутність різниці між груповими середніми, що є багатовимірним аналогом однофакторного дисперсійного аналізу. Для цього може бути використане число Махаланобіса, позначається як Δ , яке є критерієм якості в альтернативних прогнозах. Прогноз вважається адекватним фізичній природі явища, коли величина Δ більша 11. Для рівняння (1) було отримане число Махаланобіса 15,6, для рівняння (2) – 10,3. Низьке значення величини Δ для рівняння (2) пояснюється специфічними умовами водного та льодового режимів р. Тилігул. Однак, отримані числа Махаланобіса є задовільними і дозволяють застосовувати отримані рівняння для прогнозування льодових явищ.

Згідно з отриманими рівняннями (1) та (2) льодові явища будуть спостерігатися на річці, якщо $F \geq 0$, і навпаки, якщо $F \leq 0$, то лід на річці не утвориться. Таким чином, дискримінантна функція є вирішальним правилом, за яким будується прогноз.

На основі отриманих прогнозних рівнянь були виконані перевірні прогнози появи плавучого льоду. Забезпеченість перевірних прогнозів за дискримінантною функцією склала для р. Дністер склала 91%, для р. Тилігул – 80%. Перевірні прогнози за фізико-статистичними залежностями отримали забезпеченість лише 68% та 63% для річок Дністер та Тилігул, відповідно.

Висновки. На сьогодні методи багатовимірної статистичної аналізу не достатньо застосовуються у гідрологічних прогнозах, зокрема у прогнозах дат настання льодових явищ. У майбутньому використання факторного та дискримінантного аналізу в гідрологічних прогнозах дозволить підвищити ефективність прогнозування та отримати науково-обґрунтовані прогнозні рівняння для річок різних ландшафтно-гідрологічних провінцій України. Окрім того, даний алгоритм може бути застосований для прогнозування дат настання суцільного льодоставу та дат скресання льоду на річках.

Застосування методів багатовимірної статистичної аналізу дозволяє істотно підвищити якість прогнозів появи льоду на річках. Факторний аналіз використовується для первинної обробки вихідних даних, скорочення вихідної інформації, визначення головних факторів, які обумовлюють льодовий режим на річках. Дискримінантний аналіз дозволяє побудувати науково-обґрунтоване прогнозне рівняння. Забезпеченість перевірних прогнозів виконаних для рр. Дністер і Тилігул становить 91% и 80% відповідно, у той час коли за фізико-статистичним методом забезпеченість склала лише 68% та 63%. Окрім того, методи багатовимірної статистичної аналізу допомагають дослідити зміни глобального клімату та ступінь їх впливу на метеорологічні умови України.

Список літератури

1. Вишневецький В. І. Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режими річок / В.І. Вишневецький // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип.

250. – С. 190–201. 2. *Воскресенская Е.Н.* Глобальные процессы в системе океан-атмосфера и их влияние на природные аномалии Атлантико - Европейского региона : автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра геогр. наук : спец. 11.00.08 «Океанология» / Е.Н. Воскресенская ; Морской гидрофизический институт НАН Украины. – Севастополь, 2005. – 31 с. 3. *Лобода Н.С.* Вплив глобального потепління на льодовий режим річки Дністер / Н.С. Лобода, А.М. Сіренко // Науковий вісник Чернівецького університету. Сер. Географія. – 2009. – Вип. 480-481. – С. 200–203. 4. *Лобода Н.С.* Вплив Північно-Атлантичного коливання на строки проходження льодових явищ на річках Західної України / Н.С. Лобода, А.М. Сіренко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2010. – Вип. 51 – С. 182–188. 5. *Попова В.В.* Влияние североатлантического колебания на многолетний гидротермический режим Северной Евразии. I. Статистический анализ данных наблюдений / В.В. Попова, А.Б. Шмакин // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 5. – С. 62–74. 6. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2008 р. № 1139. 7. Руководство по гидрологическим прогнозам; вып. 3. Прогноз ледовых явлений на реках и водохранилищах./ под ред. Н.В. Шабалиева. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 6–34. 8. *Струтинська В.М.* Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття / В.М. Струтинська, В.В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – С. 127–169. 9. *Hurrell J.W.* Influence of Variations in Extratropical Wintertime Teleconnections on Northern Hemisphere Temperatures / J.W. Hurrell // Geophysical Research Letters. – 1996. – Vol. 23, No. 6. – P. 665–668. 10. *Hurrell J.W.* Climate variability over the North Atlantic / J.W. Hurrell and R.R. Dickson // Marine Ecosystems and Climate Variation. The North Atlantic: A comparative perspective. – Oxford, 2005. – P. 15-31. 11. *Yoo J.C.* Trends and fluctuations in the dates of ice break-up of lakes and rivers in Northern Europe: the effect of the North Atlantic Oscillation / Yoo J.C., D'Odorico P. // Journal of Hydrology. – 2002. – №6573. – P. 15-28.

Використання методів багатовимірної статистичної аналізи в гідрологічних прогнозах льодових явищ (на прикладі річок Дністер та Тілігул)

Лобода Н.С., Сіренко А.М.

Оперативні прогнози появи льоду на річках є дуже важливими для господарства та економіки країни. Методики прогнозування, які рекомендовані нормативними документами не повністю задовольняють існуючим вимогам. Запропонований алгоритм прогнозування з використанням методів багатовимірної статистичної аналізи. Апробація алгоритму виконана для річок Дністер і Тілігул. На першому етапі виконана обробка масиву даних за допомогою факторного аналізу, аналіз отриманих результатів та визначення найвпливовіших факторів. На другому етапі побудоване прогнозне рівняння з використанням дискримінантного аналізу. Забезпеченість прогнозів склала 91% для р. Дністер та 80% для р. Тілігул. Класичні методи прогнозування, для аналогічних рядів вихідних даних, мають забезпеченість 68% та 63% відповідно.

Ключові слова: *прогноз льодових явищ, факторний аналіз, дискримінантний аналіз.*

Использование методов многомерного статистического анализа в гидрологических прогнозах ледовых явлений (на примере рек Днестр и Тилигул)

Лобода Н. С., Сиренко А. Н.

Оперативные прогнозы появления льда на реках очень важны для хозяйства и экономики страны. Методики прогнозирования, рекомендуемые нормативными документами, не полностью удовлетворяют существующим требованиям. Предложен алгоритм прогнозирования с использованием методов многомерного статистического анализа. Апробация алгоритма проводилась для рек Днестр и Тилигул. На первом этапе выполнен факторный анализ, анализ полученных результатов и определение самых влиятельных факторов. На втором этапе построено прогнозное уравнение с использованием дискриминантного анализа. Обеспеченность прогнозов составила 91% для р. Днестр и 80% для р. Тилигул. Классические методы прогнозирования, для

аналогичных рядов исходных данных, имеют обеспеченность 68% и 63% соответственно.

Ключевые слова: прогноз ледовых явлений, факторный анализ, дискриминантный анализ.

Use of methods of the multidimensional statistical analysis in hydrological forecasts of the ice phenomena (on an example of the rivers Dnestr and Tiligul)

Loboda N. S., Sirenko A. N.

Operative forecasts of occurrence of ice for the rivers are very important for an national economy. Techniques of forecasting which are recommended by standard documents, not completely meet existing requirements. It is proposed to use the algorithm of forecasting with use of methods of the multidimensional statistical analysis. Algorithm approbation is executed for the Dnestr river and Tiligul river. At the first stage the factorial analysis, the analysis of the received results and definition of the most influential factors are made. At the second stage the look-ahead equation with use of the discriminant analysis is constructed. Probability of forecasts has made 91 % for the river Dnestr and 80 % for the river Tiligul. Classical methods of forecasting for similar numbers of the initial data have probability of 68 % and 63% accordingly.

Keywords: forecasts of the ice phenomena, the factorial analysis, the discriminant analysis.

Надійшла до редколегії 27.09.2011

УДК 556.16.047

Мельник С.В.

Одесский национальный политехнический университет

РАСЧЕТ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ НА ПОДОЛЬСКИХ ПРИТОКАХ ДНЕСТРА

Ключевые слова: сток наносов, значимые факторы, влияние водоемов, регрессионное уравнение

Актуальность. Изучение современного стока наносов имеет практическое значение для разработки мероприятий по регулированию и стабилизации флювиальных геоморфологических процессов при разных видах хозяйственной деятельности.

В настоящее время используются три метода обобщения данных по стоку взвешенных наносов: метод построения карты мутности, метод построения карт эрозионных коэффициентов и метод получения эмпирических формул стока наносов, связывающих его с основными определяющими природными факторами.

Наиболее распространенным является метод построения карты мутности, предложенный в 1939 г. Г.В.Лопатиным. Метод картирования эрозионных коэффициентов использовал еще в 1935 г. Б.В.Поляков, а позднее К.Н.Лисицына для рек Северного Казахстана и Европейской территории СССР.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

Третий метод предполагает разработку региональных эмпирических формул связи мутности, расхода или модуля стока взвешенных наносов с основными факторами, в числе которых главное внимание уделяется уклону реки или водосбора. В работах Н.Н. Бобровицкой [1] в качестве факторов, от которых может зависеть норма стока наносов, рассматривались: норма стока воды, средневзвешенный уклон, модуль расхода 1% обеспеченности, процент распаханости, лесистости, длина водотока, площадь водосбора, закарстованность, густота речной сети, процент зарегулированности стока и ширина водосбора. Только первые три фактора показали значимые коэффициенты корреляции со стоком наносов и использовались для составления регрессионных моделей. Далее автор определила, что расход 1% обеспеченности однозначно связан с уклоном, а учет уклона повышает корреляцию модели в пределах погрешности. В результате для территории среднего Днестра получено уравнение

$$M_R = 2,02 M_Q^{1,5} . \quad (1)$$

З.А. Горецкая [2] предлагает для равнинной территории Украины, за исключением Приднепровской низменности, формулу:

$$M_R = 10,6 M_Q + 6,96 I_P + 0,625 h - 41,7 , , \quad (2)$$

где M_R , M_Q – среднегодовые модули стока наносов (т/км²) и стока воды (л/с км²), I_P – продольный уклон реки (‰), h – глубина речной долины (м).

По мнению С.А. Антоновой [3] особенностью стока наносов в районе Подолии является то, что влияние уклона рек носит ограниченный характер. Это влияние “теряет свое значение для рек со значительным расходом воды и для рек с уклонами более 1 ‰” [3]. Для учета этой особенности она предлагает формулу:

$$R = \left(2,1 \cdot 10^{-4} \cdot Q^{1,35} \cdot \Pi^{2,25} \right)^{1,65 - 0,61 \cdot I_P} e^{2,54 \cdot I_P - 2,14} , , \quad (3)$$

где R – сток наносов за обобщенный период (1950-1980 гг.), (кг/с); Π – показатель внутригодовой неравномерности стока, ($Q_{\text{макс}}/Q_{\text{средн}}$); I_P – продольный уклон реки, (‰).

В книге А.В. Яцыка [4] для расчета наносов предлагается региональная формула (2) З.А. Горецкой, как более удобная для практического использования.

Представленные выше формулы созданы на основе данных до 1980 г. и не учитывают изменений климата, природных и антропогенных условий в бассейнах рек за последние десятилетия. Кроме того, эти формулы составлены для естественного стока без учета хозяйственной деятельности. Основным антропогенным фактором, влияющим на сток наносов, будут водохранилища и небольшие водоемы, в которых может оседать значительная часть естественных наносов. Изучая это явление Г.И. Швобс

[5] отметил, что водохранилища на больших реках могут уменьшать сток наносов на расстоянии до 20 км в 2–2,5 раза. Второй особенностью отмеченной в этой работе является зависимость расстояния, на котором восстанавливается естественный сток наносов, от уклона реки. Чем больше уклон, тем большее необходимо расстояние.

По данным [6] на бассейнах таких рек Подолии как Гнилая Липа (длина 84 км) находится 103 водоема, Золотая Липа – 46 водоемов, Коропец – 28, Серет – 55. Эти обстоятельства требуют уточнения формул расчета стока наносов с учетом одного из главных факторов хозяйственной деятельности – расстояния до водоема.

Цель работы: определение основных влияющих факторов для стока наносов Подольских притоков Днестра с учетом хозяйственной деятельности и получение региональных расчетных соотношений.

В качестве объекта изучения принят сток Подольских притоков Днестра. Предметом исследования является оценка влияния физико-географических и хозяйственных факторов на сток наносов.

Изложение основного материала. К Подольским притокам Днестра можно отнести его левые притоки от р.Свиждо р.Лядова. Верхняя часть этих притоков берет свое начало с Гологорской и Воронянской возвышенностей. Средняя и нижняя с центральной и восточной части Подольской возвышенности. Все эти притоки имеют одинаковое направление течения, схожие климатические условия, подстилающую поверхность и густоту речной сети. Выделение ограниченного региона с аналогичными природными условиями позволит более надежно выявлять влияющие факторы.

На этих реках колебания стока наносов аналогичны колебаниям максимального стока, особенно в период 1997-2008 гг. (рис. 1). На кривой максимального стока и стока наносов выделяются две фазы: положительная с начала наблюдений до 1981 г. и отрицательная – с 1982 г. до 2008 г.

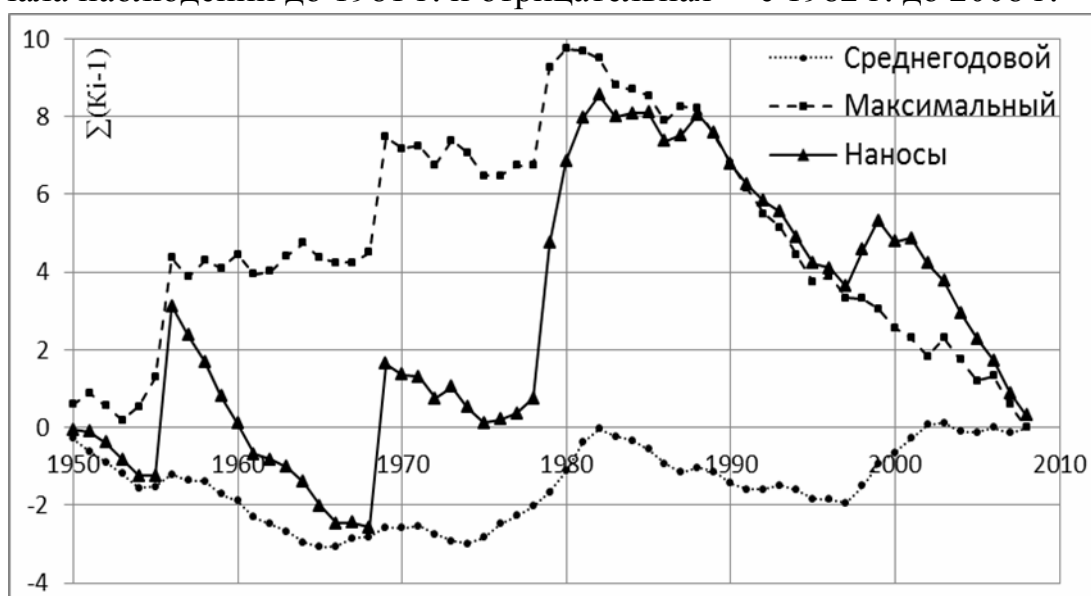


Рис.1. Разностные интегральные кривые среднегодового стока воды, максимального среднегодового стока наносов р. Серет-г.Чортков

Регулярные наблюдения за стоком наносов на реках региона начали проводиться с 1950 г. К 1963 г. уже установилась устойчивая сеть, которая с некоторыми изменениями существует и в настоящее время.

Влияние разных факторов в разные периоды колебаний стока наносов может быть различно, потому выделим два различных периода: период повышенного стока наносов – 1963–1981 гг. и период пониженного стока – 1982–2008 гг.

Список факторов, которые могут оказывать влияние на сток наносов формировался исходя из обзора научной литературы. Изначально включались: среднегодовой модуль стока – M_{cp} (л/с*км²), модуль максимального стока – M_{max} (л/с*км²), показатель внутригодовой неравномерности стока – Π , расстояние до ближайшего водоема выше по течению – L (км), площадь бассейна реки – $S_{бас}$ (км²), площадь водоема – $S_{вод}$ (км²), средняя высота водосбора – $H_{вс}$ (м), средний уклон реки – I_p (‰), глубина речной долины – $h_{рд}$ (м), коэффициент извилистости реки – $K_{изв}$, проценты лесистости водосбора – $K_{лес}$, распаханности – $K_{рп}$, заболоченности – $K_{заб}$.

Наличие водоемов перед постом наблюдений, расстояние до них и площадь водоема определялись изначально по картам масштаба 1:100000, а затем уточнялись с помощью сервиса GoogleEarth на наличие новых и относительно мелких водоемов, не нанесенных на карту. Глубина речной долины определялась аналогично, остальные данные по справочнику [7].

В расчет принимались все, в том числе и малые водоемы, поскольку они также способны оказывать существенное влияние на количество наносов в реке ниже по течению.

В некоторых работах, например [3], используются нелинейные уравнения для расчета стока наносов. Использование многофакторных моделей позволяет надежно получать только линейные модели. Это положение заложено в большинстве стандартных программных комплексов, которые позволяют получать многофакторные модели (например в комплексе Statistica который использовался в настоящей работе). Для предварительной оценки рассмотрим зависимость стока наносов от расстояния до ближайшего водоема выше по течению (рис.2).

Как видно из графика, хотя и полиномиальная аппроксимация дает большее значение достоверности, но линейная также имеет приемлемое значение. Подобные расчеты для других факторов показывают еще меньшую разницу между полиномиальными и линейными зависимостями. Более обоснованный вывод можно сделать после сравнения результатов расчета по различным моделям.

Методика обработки результатов. В изложении методики приведем лишь основные моменты. Более подробно методика выделения основных факторов и составление множественной линейной регрессионной модели широко описана в литературе, например [8].

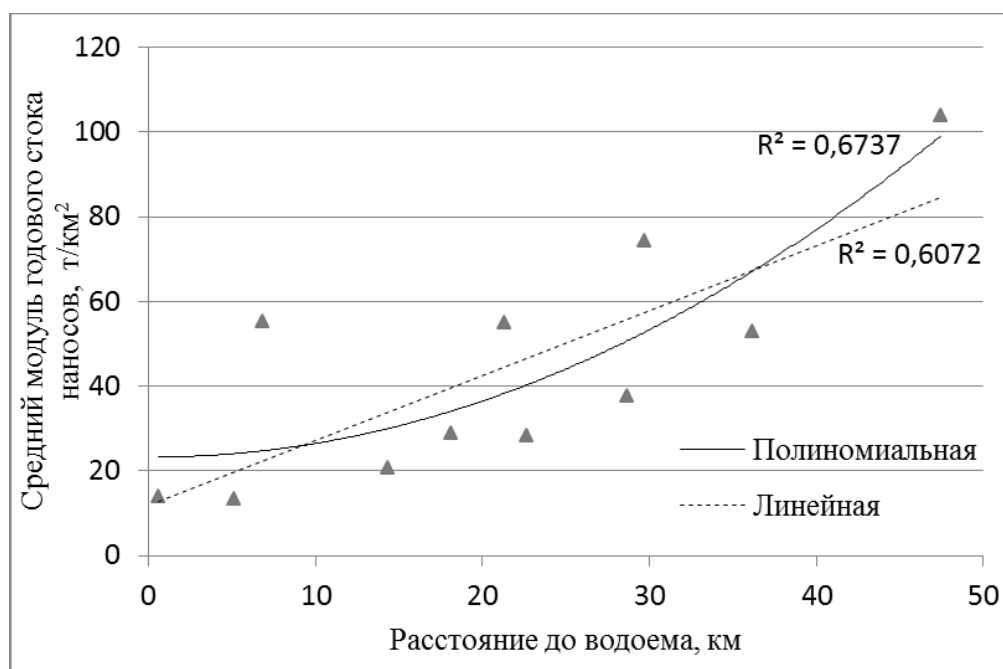


Рис. 2. Зависимость среднего модуля годового стока наносов (за период повышенного стока) от расстояния до водоема и величина достоверности аппроксимации – R^2

На первом этапе определялся фактор (оптимальный предиктор), который дает наиболее значимый коэффициент линейной парной корреляции с модулем твердого стока (предиктантом). Далее используя уравнение линейной парной регрессии, определяем регрессионную и остаточную дисперсии, рассчитываем критерий Фишера – $F_{расч}$, сравниваем его с критическим значением – $F_{кр}$.

На втором этапе при увеличении количества предикторов определялись частные корреляции (с учетом влияния оптимального предиктора отобранного на первом этапе). С учетом частных корреляций выбирался второй оптимальный предиктор и т.д.

Результаты расчетов по выбору факторов приведены в табл. 1.

В обоих периодах оказывается статистически значимый параметр внутригодовой изменчивости стока. Этот параметр для расчета стока наносов широко использовался еще в работах Г.И. Швевса [5] и Н.Н. Бобровицкой [1].

Для периода повышенного стока первым оптимальным предиктором выбрано расстояние до водоема. В этот период большая часть наносов оседает в водоемах и только по мере удаления от них речной поток вновь увеличивает содержание наносов (рис. 2). Интенсивность накопления этих наносов в свою очередь зависит от уклона реки (третий фактор). Эта зависимость прослеживается также в работах Г.И. Швевса [5] и др.

Таблица 1. Значения парных и частных корреляций для различных параметров

Предикторы	Период повышенного стока наносов – 1963-1981 гг.			Период пониженного стока наносов – 1982-2008 гг.		
	Парная корреляция с модулем стока наносов	Частная корреляция с учетом влияния первого фактора	Частная корреляция с учетом влияния двух факторов	Парная корреляция с модулем стока наносов	Частная корреляция с учетом влияния первого фактора	Частная корреляция с учетом влияния двух факторов
M_{cp}	0,11	0,33	0,04	0,34	0,07	0,42
$M_{макс}$	0,47	-0,21	-0,1	0,83		
$П$	0,35	-0,62		0,48	-0,24	-0,59
L	0,8			0,58	0,41	-0,30
$S_{бас}$	0,004	0,01	0,08	-0,16	0,33	0,07
$S_{вод}$	-0,31	0,09	-0,08	-0,07	0,46	0,05
$H_{вс}$	0,12	0,49	0,14	0,50	0,24	0,08
$I_{вс}$	0,24	0,03	0,52	0,23	0,30	-0,05
h_{pd}	0,6	0,34	0,34	0,55	0,92	
$K_{изв}$	-0,31	0,39	0,48	-0,016	-0,026	0,09
$K_{лес}$	0,07	0,52	0,4	0,22	0,28	-0,01
$K_{распах}$	0,02	-0,34	-0,21	-0,36	0,047	0,03
$K_{забол}$	0,2	0,4	0,04	0,04	0,28	0,02
$F_{расч}/F_{кр}$	2,29/3,13	3,56/3,34	4,75/3,63	2,88/3,13	20,2/3,34	31/3,63

Для периода пониженного стока первым оптимальным предиктором выбран модуль максимального стока. Зависимость стока наносов от максимального стока для рек данного региона находила свое подтверждение и в других работах [9]. Вторым оптимальным предиктором определена глубина речной долины, которая также встречается у различных авторов [2]. Для периода пониженного стока определяющими являются процессы, которые не существенно зависят от наличия водоемов.

При составлении уравнений использовался программный комплекс Statistica, модуль которого “множественная регрессия” строит модель по методу наименьших квадратов и минимизирует остаточные статистики. Уравнение расчета M_R (т/км²*год) полученное таким способом, для периода повышенного стока наносов имеет вид

$$M^B_R = 2,595 \cdot L - 5,122 \cdot П + 9,18 \cdot I_p + 22,87. \quad (4)$$

Для периода пониженного стока наносов

$$M^H_R = 0,9 \cdot M_{макс} - 0,732 \cdot П + 0,1447 \cdot h_{pd} - 20,27. \quad (5)$$

Уравнение (4) позволяет получить регрессионную часть дисперсии 82 %, а уравнение (5) - 97 %. Уравнения (4) и (5) являются региональными, поэтому их использование справедливо только для выбранной территории в

диапазоне изменения факторов: $L - 1-48$ (км); $П - 3-13$; $I_p - 0,9-4,0$ (‰); $M_{\text{макс}} - 13-80$ (л/с*км²); $h_{p0} - 23-150$ (м).

Качество полученных уравнений можно оценить из табл. 2.

Таблица 2. Отклонения предсказанных значений модуля стока наносов от фактических вычисленных по разным регрессионным уравнениям, %

Река и пост	(1), Н.Н. Бобровицкая [1]	(3), С. А. Антонова [3] *	(2), З.А. Горецкая [2]	Уравнения (4, 5)
Повышенный период стока наносов (1963-1981 гг.).				
р.Гнилая Липа-пгт.Большовцы	53	108	310	6,7
р.Золотая Липа-г.Бережаны	63	2041	463	-1,8
р.Коропец-пгт.Коропец	-222	2477	-10	-0,5
р.Серет – г.Чертков	0,4	-71	310	-30
р.Золотая Липа-г.Бережаны (1973-1981)	22	1862	-681	24
Пониженный период стока наносов (1982-2008 гг.).				
р.Гнилая Липа-пгт.Большовцы	77	427	826	6,1
р.Золотая Липа-г.Бережаны	75	2338	825	16
р.Коропец-пгт.Коропец	-73	5402	105	0,3
р.Серет – г.Чертков	44	-87	694	8
р.Золотая Липа-г.Бережаны (1982-1995)	62	2146	202	18

* С учетом пересчета среднегодового стока наносов (3) в модуль стока.

За исследуемые периоды, модуль стока наносов на левых притоках верхнего Днестра изменялся от 4 до 104 (т/км²×год). Хотя предложенные уравнения в некоторых случаях дают отклонения до 30%, они позволяют более точно рассчитать сток наносов на реках региона (табл.2). Использование нелинейных регрессионных моделей типа (3), усложняет их получение, но не повышает качество и надежность.

Выводы. На территории Подольских притоков Днестра русла рек подвергнуты значительным водохозяйственным преобразованиям. В этом случае при расчете количества наносов необходимо учитывать не только физико-географические условия образования стока, но и факторы характеризующие степень антропогенных преобразований бассейна и русла. Региональные регрессионные уравнения для определения стока наносов целесообразно составлять отдельно для периодов пониженного и повышенного стока, поскольку модули стока существенно отличаются. В исследуемых условиях для периода повышенного стока наносов значимое влияние оказывают: расстояние от ближайшего водоема, показатель внутригодовой неравномерности стока и средний уклон реки. В этот период большая часть наносов оседает в водоемах и только по мере удаления от них речной поток вновь увеличивает содержание наносов.

Для периода пониженного стока значимые факторы: модуль максимального расхода, глубина речной долины и показатель внутригодовой неравномерности. Для этого периода определяющими являются процессы которые несущественно зависят от наличия водоемов.

Предложенные уравнения позволяют более точно и достаточно надежно рассчитать сток взвешенных наносов на рассматриваемой территории.

Список литературы

1. Бобровицкая Н.Н. Зависимость среднего многолетнего стока взвешенных наносов рек Европейской территории СССР от физико-географических факторов / Н.Н. Бобровицкая // Тр. ГГИ. – 1972. – Вып. 191. – С.68-84. 2. Горецкая З.А. Сток взвешенных наносов рек Украины и способы его расчета: дис. ... канд. геогр. наук / З. А. Горецкая. – К., 1974. – 149 с. 3. Антонова С.А. Условия формирования и расчет стока взвешенных наносов рек (на примере Украины): дисс. на соиск. уч. степени канд. геогр. наук / С.А. Антонова ; ОГМИ. – Одесса, 1984. – 242 с. 4. Яцик А.В. Водогосподарська екологія : [у 4 т., 7 кн.] / А.В.Яцик. – К. : Генеза, 2004. – Т.2, кн. 3-4. – 384 с. 5. Швевс Г.И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка (на примере Украины и Молдавии) / Г.И. Швевс. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 180 с. 6. Паламарчук М.М. Водний фонд України: довідковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с. 7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1. Западная Украина и Молдавия / Под ред. М.С. Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 884 с. 8. Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах/ Н.С. Лобода. – Одеса : Екологія, 2010. – 184 с. 9. Мельник С.В. Динаміка водного режиму і стоку наносів річок Подолії / С.В. Мельник, Н.С. Лобода // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т 17. – С.55-62.

Расчет стока взвешенных наносов на подольских притоках Днестра Мельник С.В.

Получены региональные регрессионные уравнения для определения стока наносов, которые составлялись отдельно для периодов пониженного и повышенного стока. Определяющими в период повышенного стока являются процессы оседания части наносов в водоемах и восстановления транспортирующей способности потока за водоемом. Для периода пониженного стока определяющими являются процессы образования и движения наносов, которые не существенно зависят от наличия водоемов. Предложенные уравнения позволяют достаточно надежно рассчитать сток взвешенных наносов на рассматриваемой территории.

Ключевые слова: сток наносов; влияющие факторы; регрессионные уравнения.

Розрахунок стоку зважених наносів на подільських притоках Дністра Мельник С.В.

Отримані регіональні регресійні рівняння для визначення стоку наносів які склалися окремо для періодів зниженого й підвищеного стоку. Визначальними в період підвищеного стоку є процеси осідання частини наносів у водоймах і відновлення транспортуючої здатності потоку за водоймою. Для періоду зниженого стоку визначальними є процеси утворення й руху наносів, які не суттєво залежать від наявності водойм. Запропоновані рівняння дозволяють досить надійно розрахувати стік зважених наносів на розглянутій території.

Ключові слова: стік наносів; фактори, що впливають; регресійні рівняння.

Calculation of the sediment yields on Podolsk inflows of Dnestr Melnyk S.V.

Are gained regional regression the equations for definition of a sediment yields which were made separately for phases of the downgraded and raised runoff. In the raised runoff processes of subsidence of a part of sediment yields in ponds and recoveries of carrying ability of a stream behind a pond are defining. For phase of the downgraded runoff processes of

formation and driving of sediment yields which not essentially depend on presence of ponds are defining. The offered equations allow counting reliably enough a sediment yields load in observed territory.

Keywords: *sediment yields; significant factors; regression equations.*

Надійшла до редколегії 12.10.2011

УДК 556.06+556.048

Дутко В.О., Сосєдко М.М.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ІЗ ДОСВІДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОЩОВОГО СТОКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОРОГРАФІЇ МІСЦЕВОСТІ

Ключові слова: *дощовий стік, математична модель; ідентифікація параметрів; оптимізація параметрів*

Актуальність питання. Зростання потреб до якості гідрологічних розрахунків і прогнозів стимулює розвиток досліджень по математичному моделюванню процесів формування стоку [6].

Математична модель в науках про Землю – наближений опис природних явищ та процесів за допомогою математичних правил та математичної символіки. Математичне моделювання – це спосіб дослідження об'єктів, явищ та процесів заснований на використанні математичних моделей.

На сучасному етапі розвитку гідрології дослідження гідрологічних об'єктів, явищ та процесів в дійсності ефективно тільки у межах методології математичного моделювання. При цьому для успішного моделювання необхідно добре знати сам об'єкт моделювання – процеси формування стоку.

Попередні дослідження. Найпростіша теоретична схема (модель) формування схилового стоку була розроблена М.А. Велікановим в 30-х роках минулого століття. На її основі була встановлена генетична формула стоку, яка використовується в області гідрологічних розрахунків і прогнозів до сьогоднішнього часу. Однак математичне моделювання в широкому сенсі цього поняття стало розвиватися лише в 60-х роках. Головним чином цьому сприяв накопичений гідрологією значний фактичний матеріал. Поступово здійснюється перехід від опису окремих процесів стокоутворення до створення замкнених моделей, які описують весь цикл формування стоку від надходження води на водозбір до проходження стоку в замикальному створі. Найбільш детальна схема розрахунку гідрографа стоку показана в роботах А.Н. Бефані, однак вона допускає широкі межі зміни параметрів.

Найбільш відомою моделлю формування дощового стоку являється Стенфордська модель, побудована в 1962 р. Н.Г. Крауфордом і Р.К. Лінслеєм

на основі детального опису елементарних процесів стокоутворення на водозборі. Вона включає від 20 до 34 параметрів, в залежності від модифікації, більшість з яких задаються з фізичних міркувань і уточнюються шляхом підбору.

Перше дослідження присвячене застосуванню методів оптимізації для ідентифікації моделей стоку належить Доуді та О'Доннелу. Ними були розраховані гідрографи стоку по одному зі спрощених варіантів Стенфордської моделі. Порівняння отриманих оптимальних значень параметрів з початковими заданими показало перспективність ідентифікації параметрів за допомогою їх оптимізації [1].

Виклад основного матеріалу. В дослідженні була застосована модель процесів формування дощового стоку з технологією ідентифікації параметрів, яка дуже добре опрацьована на гірських водозборах річок Тиси, Дністра, Пруту та Сірету та проводилася вченими Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (Сосєдко М.М., Маслова Т.В., Лук'янець О.І., Приймаченко Н.В.), а також болгарськими колегами для водозборів річок Береш та Росіца (Панайотов Т., Янков В.) [3, 5, 7].

Ідентифікація параметрів математичної моделі процесів формування дощового стоку для рівнинної території показана на прикладі річок басейнів Західного Бугу та Сяну (в межах України).

Математична модель процесів формування дощового стоку описує основні елементарні (часткові) процеси, що відбуваються на водозборі і в русловій мережі: випаровування, поверхневе затримання, поглинання та накопичення води в ґрунті, поверхневе та підповерхневе водоутворення, переміщення стоку в річці. Вихідними функціями моделі слугують значення інтенсивності опадів, дефіциту вологості повітря та швидкості приземного вітру. Річковий стік постає за дією гідрометеорологічних чинників та підстильної поверхні водозбору. Показники останньої не лише самі впливають на формування стоку, але й змінюють рівень впливу гідрометеорологічних умов [4].

Математична модель відображає поведінку реальної гідрологічної системи на конкретному водозборі та тісно пов'язана з параметрами, які описують процеси формування стоку на цьому водозборі, та їх ідентифікацією (калібруванням).

Ідентифікація гідрологічних систем – процес знаходження надійних значень параметрів моделі для конкретного водозбору шляхом зворотного рішення її рівнянь відносно цих параметрів, якщо відомі гідрографи стоку та ряди спостережень за вихідними даними.

При математичній побудові моделей стоку задачу ідентифікації гідрологічних систем можна сформулювати наступним чином:

1. заданий ряд спостережень за впливом на водозбір (ділянку річки) $q(t)$ і гідрограф або хід рівнів води в замикальному створі $Q(t)$;
2. необхідно знайти оператор, який найкращим чином узгоджує величини $q(t)$ та $Q(t)$.

Структура і параметри оператора, що відшукується, є невідомими, проте існує інформація про можливі класи структури оператора і межі параметрів. Джерелом цієї інформації є теоретичні уявлення про механізм фізичних процесів, що відбуваються на водозборі, а також результати аналізу матеріалів спостережень та чисельних експериментів на конкретних водозборах [2].

Тому однією з перших центральних задач є задача вірного визначення початкових значень параметрів, які входять у розрахункові вирази моделі, та можливих меж їх змінювання, а тільки потім за допомогою оптимізаційних процедур – знаходження так званих «оптимальних» їх значень для конкретного водозбору. Оптимізація параметрів математичних моделей – оцінювання параметрів шляхом мінімізації деякого критерію якості для оцінки наближення розрахованого та спостереженого гідрографів.

Розрахунковий інтервал часу, який було спочатку визначено для опису процесів формування стоку на водозборах р. Вісли (в межах України) складає 6 годин. В використаній моделі працює 14 констант і параметрів.

Для врахування умов формування стоку для окремих водозборів та ваги у ньому підповерхневої складової процес оптимізації параметрів виконується у чотири етапи і проводиться одночасно за декількома паводками щоб забезпечити надійність рішення та підвищити точність ідентифікації параметрів. На першому етапі визначаються значення групи параметрів на основі гідрометеорологічних спостережень. Далі проводиться оптимізація групи параметрів за даними низьких паводків. Для подальшої оптимізації певної групи параметрів використовуються високі паводки.

Значення чотирьох параметрів моделі розраховуються за матеріалами гідрометеорологічних спостережень і в подальшому не змінюються. З них 2 константи, що залежать від площі або часового проміжку часу, закладаються в модель в фіксованому стані. Такими параметрами є K_1 , K_2 – коефіцієнти рівняння для розрахунку інтенсивності випаровування з поверхні водозбору.

Значення коефіцієнтів K_1 і K_2 у формулі для розрахунку випаровування розраховуються за даними спостережень в межах досліджуваної території:

$$K_1 = 0,008 \Delta t, \quad K_2 = 0,003 \Delta t,$$

де Δt - розрахунковий інтервал в годинах.

Оскільки, розрахунковий інтервал для річок басейну Вісли (в межах України) становить 6 годин, то коефіцієнти мають відповідні значення: $K_1 = 0,048$, $K_2 = 0,018$.

Значення коефіцієнтів інтенсивності фільтрації води в шари ґрунту i_0 встановлюються, орієнтуючись на нижню частину кривої спаду, коли припиняється надходження води до замикального створу за рахунок поверхневого та підповерхневого стоку. Для водозборів Західного Бугу та Сяну параметр i_0 коливається в межах 0,02 – 0,04 мм/год.

Значення параметру кривої виснаження підповерхневого та ґрунтового стоку R доволі легко визначається шляхом побудови залежності $Q(t + \Delta t) = f[Q(t)]$, яка виражає в межах нижньої частини гілки спаду гідрографа зв'язок між витратами води за суміжні терміни. Для річок досліджуваних водозборів параметр виснаження становить 0,95-0,98 [6].

Для інших параметрів, значення яких уточнюються шляхом оптимізації, на основі гідрометеорологічних спостережень визначаються межі їх можливих змін в конкретних умовах (рис. 1).

Так, межі можливих змін параметрів функцій впливу поверхневого та підповерхневого стоку (τ_1 , n_1 та τ_2 , n_2) встановлюються виходячи з величин тимчасового здвигу між центрами ваги графіків опадів і гідрографів, відповідно при високих і низьких паводках [6].

Наближені оцінки параметрів W_m (максимальна вологоємність діючого шару ґрунту, в якому формується підповерхневий стік) і K_3 (параметр, який визначає поглинаючу та дренуючу здатність підповерхневого шару ґрунту) можуть бути дані за величиною максимальних витрат води в період паводків, коли переважає підповерхневий стік, враховуючи, що водоутворення цього виду стоку має верхню межу, яка дорівнює W_m / K_3 [6].

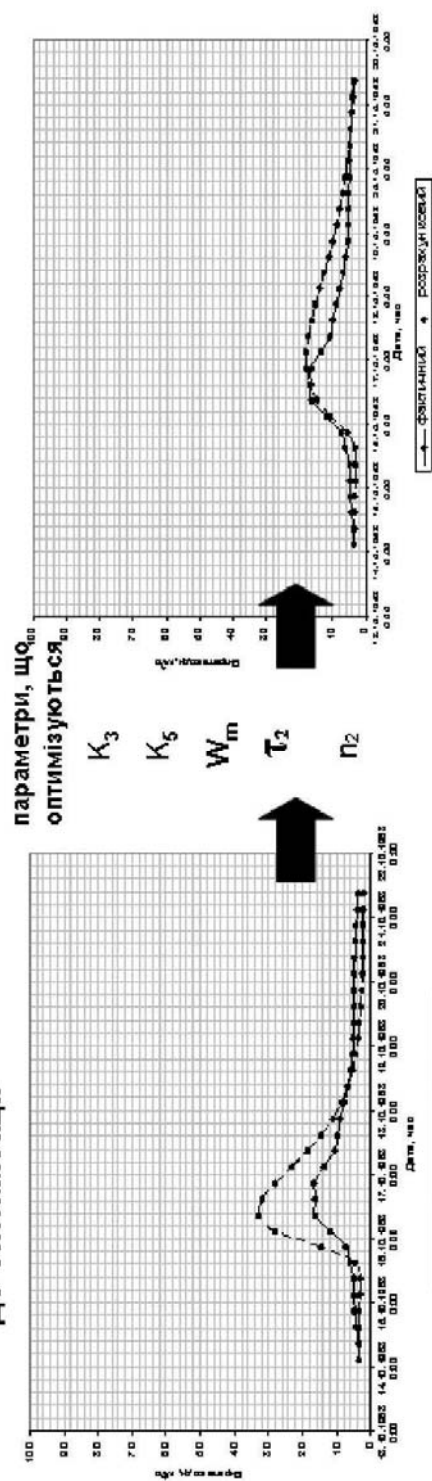
Межі зміни параметрів η і m (параметр, що характеризує зміну відносного показника діючої площі водозбору η , на якій формується поверхневий стік) оцінюються за значеннями об'ємних коефіцієнтів стоку високих паводків. На річках досліджуваного басейну вони складають близько 0,20 – 0,60 [6].

Оцінка результатів оптимізації та моделювання здійснювалася за найкращим наближенням розрахованого та спостереженого гідрографів та за критерієм якості, який дорівнює сумі квадратів відхилень розрахованих витрат води від спостережених. Коефіцієнт детермінації при цьому коливався від 0,485 до 0,885 (рис. 1).

Залежність параметрів моделі від характеристик водозбору. Як показує досвід, успішність використання методів оптимізації для визначення параметрів моделей стоку залежить головним чином від знання фізичних закономірностей та необхідного об'єму інформації. Невизначеність при заміні точних початкових значень параметрів діапазоном їх оптимальних значень повинна бути компенсована додатковою інформацією.

Якщо процеси формування стоку залежать від фізико-географічних умов, то й параметри математичної моделі формування стоку залежать від індивідуальних для конкретного водозбору показників цих умов. Фізична достовірність кінцевого результату моделювання, встановлення фізично обґрунтованих значень оптимальних параметрів показана на залежностях останніх від орографічних характеристик водозборів. Для цього були використані дослідження по моделюванню процесів формування дощового стоку як для водозборів Західного Бугу, так і для водозборів річок Тиси, Дністра, Пруту та Сірету.

до оптимізації низький паводок після оптимізації



високий паводок

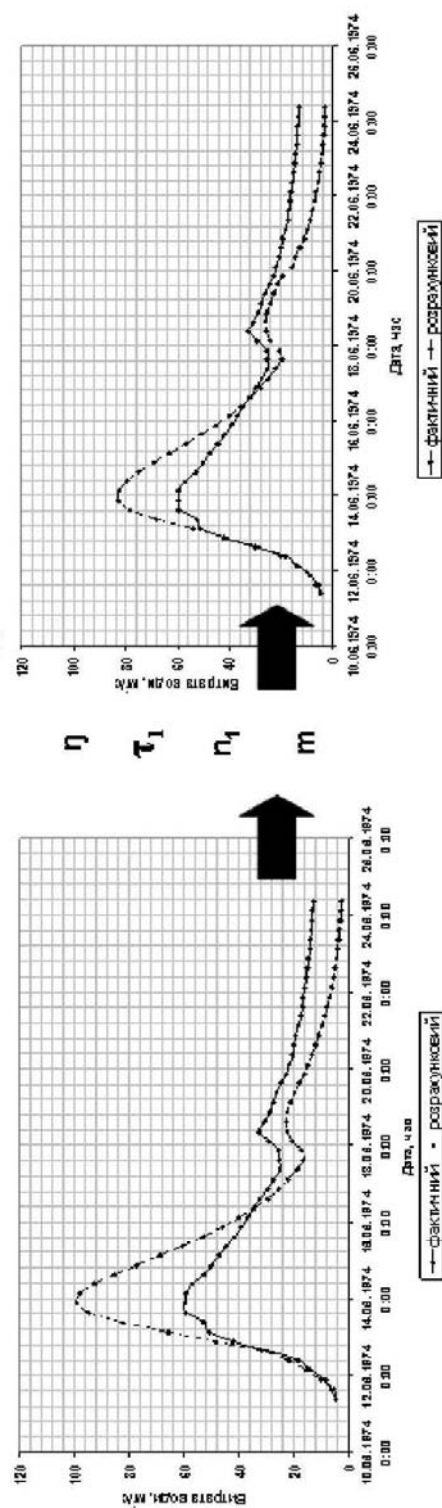


Рис. 1. Етапи оптимізації гідрографів стоку під час паводків на прикладі р. Вишня – п. Твірка

Побудовані залежності деяких оптимальних параметрів моделі для водозборів зазначених басейнів від їх орографічних і ландшафтних характеристик (площа водозбору (F , км²), його середній похил (I , ‰), середня висота водозбору (H , см) та залісеність ($f_{л}$, ‰)) показали, що чим більша висота водозбору, тим меншим за значенням є параметр максимальної вологості діючого шару ґрунту, у якому формується підповерхневий стік (W_m). При цьому, при однакових середніх висотах водозбору, зі збільшенням його залісеності цей параметр зменшується (рис. 2).

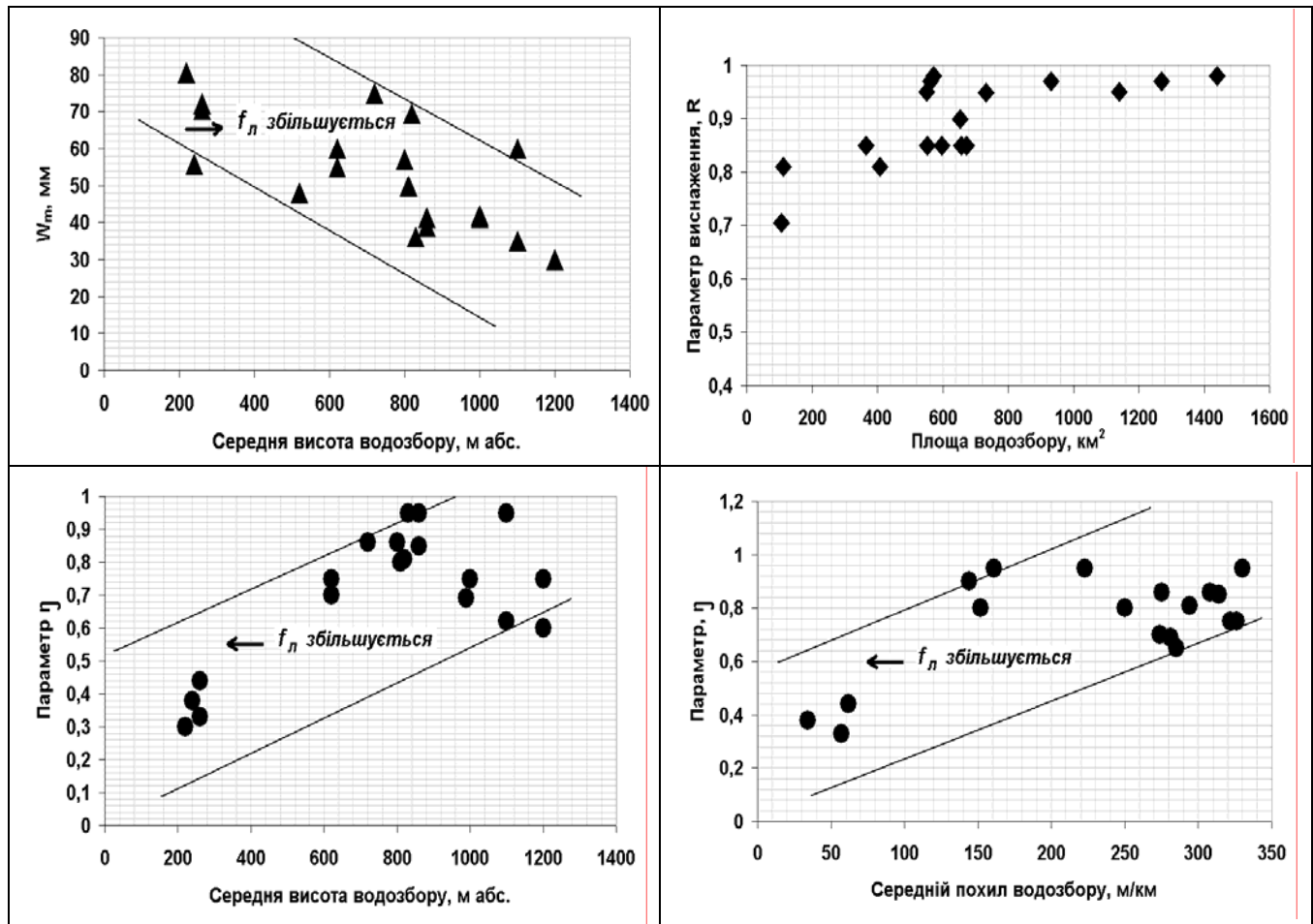


Рис. 2. Залежності оптимальних параметрів моделі для водозборів річок Західного Бугу, Тиси, Пруту та Сірету від їх орографічних та ландшафтних характеристик

Щодо параметру кривої виснаження підповерхневого і ґрунтового стоку (R) – то зі збільшенням площі водозбору його значення теж збільшуються.

Параметр діючої площі водозбору (η) поставлено у залежність від середнього похилу водозбору та середньої висоти водозбору з врахуванням залісеності ($f_{л}$, ‰). Зі збільшенням середнього похилу та висоти водозбору цей параметр збільшується. Але залісеність зменшує значення параметру η для водозборів з однаковими середніми похилами.

Все це показує певну достовірність визначення параметрів моделі для басейну Західного Бугу та Сяну. Також, в результаті узагальнення

параметрів моделі відкриваються можливості для використання їх при моделюванні гідрографів стоку води з водозборів, невивчених у гідрологічному відношенні.

Висновки. Встановлення оптимальної структури моделі та оцінювання параметрів, які входять в розрахункові вирази, є однією з серйозних проблем при практичному використанні математичних моделей стоку. Мається на увазі не лише прийнятність кінцевого результату моделювання, тобто отримання розрахункових гідрографів, які близькі до спостережених, але й встановлення достовірних, фізично обґрунтованих і стійких значень параметрів.

Достовірність та надійність визначення параметрів було перевірено за допомогою співставлення останніх з орографічними та ландшафтними характеристиками водозборів річок Західного Бугу та Сяну. На побудованих залежностях досить добре простежуються загальні тенденції зв'язку параметрів моделі формування процесів дощового стоку від зазначених характеристик.

Список літератури

1. *Георгиевский Ю.М.* Гидрологические прогнозы : учебник / Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. – СПб. : изд-во. РГГМУ, 2007. – 436 с. 2. *Кучмент Л.С.* Математическое моделирование речного стока. / Л.С.Кучмент. – Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 192 с. 3. *Лук'янець О.І.* Ландшафтні характеристики як основа оцінювання параметрів математичних моделей формування стоку води / О.І. Лук'янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 78–84. 4. Методика идентификации математической модели формирования дождевого стока на горных водосборах / Соседко М.Н., Панайотов Т., Янков В. – София : Наука, 1987. – 116 с. 5. *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. 6. *Применение математических моделей в задачах расчета и прогноза дождевого стока.* Методическое руководство. – София – Киев, 1990. – 117 с. 7. *Соседко М.Н.* Из опыта идентификации математической модели формирования дождевого стока на горных водосборах / М.Н. Соседко // Труды УкрНИГМИ. – 1985. – Вып. 201. – С. 40 – 55.

Із досвіду ідентифікації параметрів математичної моделі дощового стоку в залежності від орографії місцевості

Дутко В.О., Соседко М.М.

Ідентифікація параметрів математичної моделі процесів формування дощового стоку для рівнинної території показана на прикладі річок басейнів Західного Бугу та Сяну (в межах України). Достовірність та надійність оптимальних параметрів було перевірено за допомогою співставлення останніх з орографічними та ландшафтними характеристиками досліджуваних водозборів.

Ключові слова: дощовий стік, математична модель; ідентифікація параметрів; оптимізація параметрів.

С опыта идентификации параметров математической модели дождевого стока в зависимости от орографии местности

Дутко В.О., Соседко М.Н.

Идентификация параметров математической модели процессов формирования дождевого стока для равнинной территории показана на примере рек бассейнов

Западного Буга и Сяна (в пределах Украины). Достоверность и надежность оптимальных параметров было проверено с помощью сопоставления последних с орографическими и ландшафтными характеристиками исследуемых водосборов.

Ключевые слова: дождевой сток, математическая модель; идентификация параметров; оптимизация параметров.

Experience of parameters identification of the rainfall runoff mathematical model depending from area's orography

Dutko V.O., Sosedko M.M.

Parameters identification of the mathematical model of rainfall runoff forming for the plain territory showed on the rivers of the Western Bug and San Basins (on the territory of Ukraine). Authenticity and reliability of optimal parameters was checked by comparing parameters with orographic and landscape characteristics of the studied catchments.

Keywords: rainfall runoff, mathematical model; parameters identification; optimization method;.

Надійшла до редколегії 12.10.2011

УДК 551.215.3.72

Порхун Є. І., Сніжко С.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ДИНАМІКА ГІДРОКЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ПРОЯВ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ДНІСТРА ЗА ПЕРІОД 1955-2008 РР.

Ключові слова: катастрофічні паводки; цикли водності; фази водності.

Актуальність досліджень. Згідно узагальненій доповіді Міжурядової групи зі змін клімату протягом двадцятого століття глобальні зміни клімату характеризуються зростанням температури повітря Землі приблизно на $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, на 5-10% збільшилися опади у північній півкулі, зросла кількість злив та випадків надмірного випадіння опадів у середніх та високих широтах північної півкулі, зросли темпи аридизації в Азії та Африці, середній рівень Світового океану підвищувався щорічно на 1-2 мм, тривалість льодоставу на річках і озерах північної півкулі знизилась приблизно на два тижні, товщина льодового покриву арктичних морів зменшилась на 15-40%, сніговий покрив скоротився на 10% а багаторічна мерзлота почала деградувати [5]. Ці факти свідчать про те, що глобальне потепління є важливим чинником, який визначає умови формування і функціонування компонентів гідросфери, зокрема континентальних водних ресурсів.

Крім того, сучасні дослідження свідчать, що в регіонах, де внаслідок глобального потепління зросла кількість атмосферних опадів, збільшилась і частота інтенсивних та екстремальних опадів [5], а, відповідно, і частота катастрофічних паводків на річках.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

За даними ВМО, 90% усіх стихійних лих, від яких потерпає людство, мають гідрометеорологічне походження [11].

Саме тому дослідження динаміки регіональних гідрологічних та кліматичних характеристик має дуже велике значення для розуміння процесів формування гідрологічного режиму річок в умовах потепління та виявлення природи катастрофічних паводків на річках басейну Дністра.

Сучасний стан досліджень. В фізико-географічному відношенні Карпатський регіон України розташований в зоні активізації атмосферних процесів, які призводять до формування зливової діяльності. В результаті цього на річках даного регіону утворюються дощові паводки протягом всього року. Однією з основних причин їх формування є значна кількість опадів, яка в рівнинній частині сягає 600–800 мм, а в гірській – до 1700 мм на рік [7].

Останнім часом значний інтерес викликає питання про циклічний характер коливань річного стоку, а також кількості опадів. Питанню вивчення циклів гідрометеорологічних рядів приділяється все більше уваги. Так, в роботі [8] був зроблений спектральний аналіз часових рядів стоку Карпатських приток Дністра, який показав, що найбільш стійким є трирічний період у стоці на досліджуваних річках. Цю періодичність пов'язують з кліматичними індексами, які також мають циклічний характер. Але зв'язок циклічності стоку та опадів з кліматичними показниками є незавершеним і тягне за собою ще багато запитань. Тому в даній роботі ми намагались виділити та проаналізувати цикли водності та кількості опадів за допомогою методу ковзаючого осереднення [1, 3], щоб встановити залежність між багатоводними та маловодними фазами, а також посушливими та зволоженими періодами з проявом катастрофічних паводків на річках басейну Дністра.

Особливості гідрологічного режиму р. Дністер та роль паводкоутворюючих дощів, як одного з головних чинників виникнення паводків, вивчалися в роботах [6, 8, 9].

У роботах Ю.О. Чорноморець [4, 12, 13] представлені матеріали досліджень внутрішньорічного та багаторічного розподілу максимальних витрат води на річках Українських Карпат залежно від фази водності річок.

Метою досліджень є встановлення регіональних тенденцій часових змін гідрокліматичних характеристик (на прикладі басейну р. Дністер) та порівняння їх з глобальними тенденціями, які відбуваються в світі. Виділити та проаналізувати цикли водності та зволоження, щоб встановити залежність між багатоводними, маловодними фазами, а також посушливими та вологими періодами з проявом паводків.

Матеріали та методика досліджень. Для об'єктивного аналізу гідрометеорологічних часових рядів потрібне попереднє розчленування їх на окремі складові. Ці складові включають в себе еволюторний тренд, циклічний тренд, а також флуктуації [2]. У роботах [1–3, 11] використовувався метод інтегральних різницевоїх кривих та ковзаючих

середніх з подальшим виділенням циклів та фаз для вивчення багаторічної мінливості досліджуваних величин.

Дослідження М.М. Ворончука [2, 3] показали доцільність використання поділу гідрометеорологічних величин ковзаючим поліноміальним згладжуванням для дослідження динаміки природних процесів. Також результати його робіт доводять, що даний метод дозволяє не тільки об'єктивно оцінити періоди та амплітуди всіх виявлених циклів та прив'язати характерні фази їх розвитку до осі часу, а й поділити коливання досліджуваної величини на циклічну та випадкову складові [3].

У роботі [10] проводилась оцінка багаторічної мінливості стоку річок басейну Верхнього Дністра за допомогою даного методу, в результаті чого була встановлена циклічність в багаторічному ході гідрометеорологічних характеристик на території Львівської області, а також виділена подібність в ході коливань водності річок, що належать до басейну Дністра, встановлена повна синхронність багаторічного ходу річкових витрат води з ходом опадів на обраній метеорологічній станції.

Для наших розрахунків були використані дані Центральної геофізичної обсерваторії Міністерства надзвичайних ситуацій України про середньорічні витрати води за такими гідрологічними постами: р. Стрий – м. Стрий, р. Тисмениця – м. Дрогобич, р. Дністер – м. Самбір та середньорічну кількість опадів по метеорологічним станціям Стрий, Дрогобич та Мостиська за період з 1955 по 2008 рр. Даний регіон був обраний у зв'язку з дослідженням загальної синоптичної ситуації, що призводить до формування катастрофічних паводків в басейні Дністра.

Для аналізу даних було застосовано метод ковзаючого осереднення з урахуванням методичних рекомендацій М.М. Ворончука та Т.В. Самсонової [2], метод найменших квадратів для визначення часових трендів та метод Манна-Кендалла для оцінки статистичної значимості часових трендів.

Основні результати досліджень. Для виявлення циклів було виконане згладжування даних часових рядів спостережень за річною кількістю опадів та витратами води, в результаті якого були отримані графіки (рис.1, 2).

На основі згладжених кривих було виконано розділення часового ряду кількості опадів та витрат води на окремі цикли. Тривалість циклів коливань водності та кількості опадів розраховувалась як відстань між точками перетину згладжених кривих різного порядку, яка була спроектована на вісь часу. Проаналізувавши отримані криві ковзаючого осереднення була встановлена циклічність в багаторічному ході досліджуваних гідрометеорологічних характеристик, яка виражається чергуванням гілок спаду та підйому, що складають повний цикл коливань досліджуваних процесів.

За результатами даного аналізу видно значну подібність в ході водності річок та кількості опадів (табл.1). На досліджуваних річках можна виділити 3 цикли водності. Перший з виділених циклів на всіх річках починається з 1956 року і триває до 1970 року. Наступний триває з 1971 по 1981-1982 рр, третій цикл починається з 1982-1983 і триває до 1999-2000 рр.

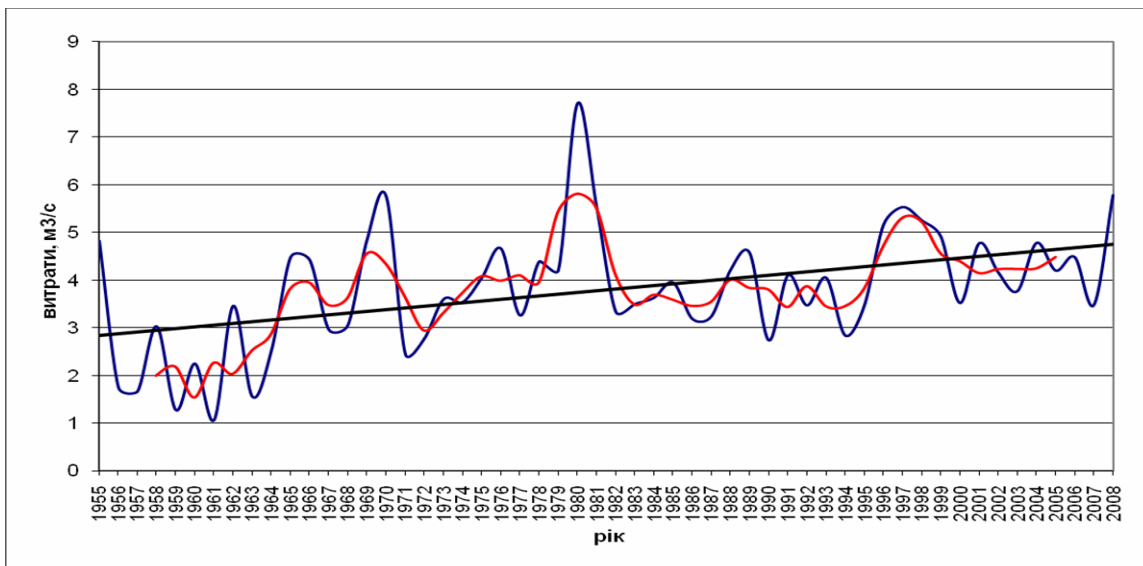


Рис. 1. Динаміка річкового стоку р. Тисмениця-Дрогобич

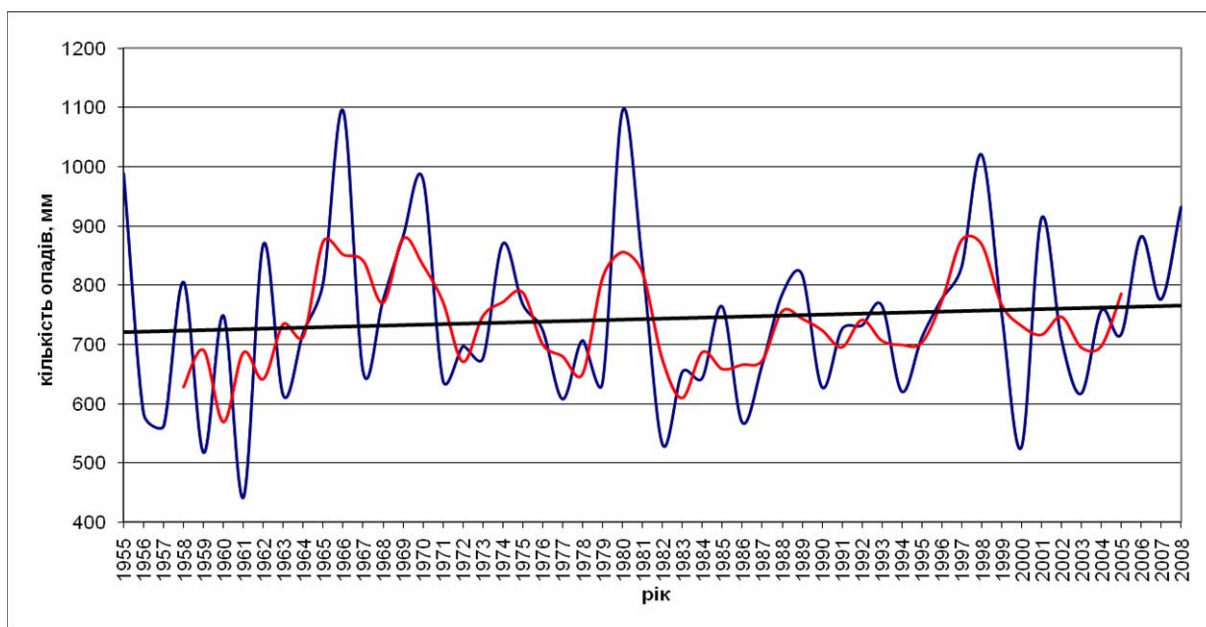


Рис. 2. Динаміка кількості опадів за даними метеорологічної станції Дрогобич

Порівнюючи цикли багаторічного ходу річкових витрат з ходом опадів по обраним метеорологічним станціям виділяється майже повна синхронність в їх розподілі (табл. 2) з чого можна зробити висновок про їх тісний зв'язок, який призводить до формування паводків в даному регіоні.

З таблиці 1 видно, що кожен цикл можна поділити на багатоводну та маловодну фази, відповідно до яких досліджувалось виникнення катастрофічних паводків. За досліджуваний період більшість випадків з катастрофічними паводками відноситься до багатоводного періоду, а відповідно і періодів з більшою кількістю опадів (71%) і лише 29% паводків відмічається в період маловодної фази.

**Таблиця 1. Характеристика багаторічних коливань річкового стоку
річок басейну Дністра**

Тисмениця-Дрогобич						
Цикли	1956-1970		1971-1982		1983-1999	
Тривалість циклу	14		11		16	
Фази	1956-1964	1965-1970	1971-1978	1979-1981	1982-1995	1996-1999
	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна
Кількість катастрофічних паводків		2	1		2	2
Стрий-Стрий						
Цикли	1956-1970		1971-1982		1983-2000	
Тривалість циклу	14		11		17	
Фази	1956-1964	1965-1970	1971-1973	1974-1982	1983-1995	1996-2000
	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна
Кількість катастрофічних паводків		2		1	2	2
Дністер-Самбір						
Цикли	1956-1970		1971-1981		1982-1999	
Тривалість циклу	14		10		17	
Фази	1956-1963	1964-1970	1971-1973	1974-1981	1982-1985	1986-1999
	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна	маловодна	багатоводна
Кількість катастрофічних паводків		2		1	2	2

Таблиця 2. Характеристика багаторічних коливань опадів

МС Дрогобич						
Цикли	1956-1970		1971-1981		1982-1999	
Тривалість циклу	14		10		17	
Фази	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів
МС Стрий						
Цикли	1956-1971		1972-1981		1982-2001	
Тривалість циклу	15		9		19	
Фази	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів
МС Мостиська						
Цикли	1956-1969		1970-1983		1984-2001	
Тривалість циклу	13		13		17	
Фази	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів	посушлива	з великою кількістю опадів

Для вирішення питання зміни обраних гідрометеорологічних величин в часі нами був проведений аналіз часових трендів. Для цього були побудовані лінійні тренди витрат води та кількості опадів за період 1955-2008 роки, а також проведений аналіз Манна-Кендалла.

Результати аналізу показали, що тренд відсутній, а це, в свою чергу, свідчить про те, що ряди не змінювались протягом досліджуваного періоду. Позитивним є тренд річкового стоку за даними гідрологічного посту Тисмениця – Дрогобич.

Висновки. Проаналізувавши криві ковзаючого осереднення була встановлена циклічність в багаторічному ході досліджуваних гідрометеорологічних характеристик, яка виражається чергуванням гілок спаду та підйому, що складають повний цикл коливань досліджуваних процесів.

На досліджуваних річках можна виділити 3 цикли водності. Перший цикл на всіх річках починається з 1956 року і триває до 1970 року. Наступний триває з 1971 по 1981–1982 рр., третій цикл починається з 1982–1983 і триває до 1999–2000 рр.

Порівнюючи цикли багаторічного ходу річкових витрат з ходом опадів по обраним метеорологічним станціям виділяється майже повна синхронність в їх розподілі, що свідчить про їх тісний зв'язок, який призводить до формування паводків в даному регіоні.

За досліджуваний період більшість випадків з катастрофічними паводками відноситься до багатоводного періоду, а відповідно і періодів з більшою кількістю опадів (71%) і лише 29% паводків відмічається в період маловодної фази.

Список літератури

1. *Ворончук М.М.* Проявления колебания водности Днепра динамики солнечной активности и других космико-геофизических факторов / М.М. Ворончук // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 116. – С. 44-59;
2. *Ворончук М.М.* Анализ гидрометеорологических временных рядов методом скользящего полиномиального сглаживания / М.М. Ворончук, Т.В. Самсонова // Труды УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 181. – С.100-107;
3. *Ворончук М.М.* Учёт искажений цикличности, возникающих при исследовании её методами скользящих средних и интегрально-разностных кривых / М.М. Ворончук // Труды УкрНИГМИ. – 1974. – Вып.127. – С. 3-16;
4. *Гребінь В.В.* Залежність внутрішньорічного розподілу стоку завислих наносів від фази водності (на прикладі річок Українських Карпат) / В.В. Гребінь, Є.В.Василенко, Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.10. – С. 49-57;
5. Изменение климата, 2001 г. Обобщенный доклад. – Женева: ВМО, 2003. – 520 с.;
6. *Ковальчук І.П.* Оцінка трансформації гідрологічного режиму Дністра та ризику екстремальних паводків / І. Ковальчук, А. Михнович // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т.3. – С. 71-81;
7. *Козловський Б.І.* Екологічні аспекти проходження повеней і паводків у Карпатському регіоні України / Б.І. Козловський, Й.М. Білоус, Н.Є. Когут // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т.1. – С. 137-141;
8. *Мельник С.В.* Аналіз часових рядів стоку Карпатських приток Дністра / С.В. Мельник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.12. – С. 83-91;
9. *Приймаченко Н.В.* Особливості орографічних та гідрометеорологічних умов формування дощових паводків у басейні Дністра та вплив їх стоку на руслові процеси / Н.В. Приймаченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.11. – С. 197-202;
10. *Сніжко С.І.* Багаторічна мінливість стоку основних річок

басейну Чорного моря / С.І. Сніжко, І.В. Купріков // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С. 373-379; **11.** Сніжко С.І. Оцінка багаторічної мінливості стоку річок басейну Верхнього Дністра / С.І.Сніжко, І.В. Купріков, Т.В. Боднарчук // Україна : геофічні проблеми сталого розвитку : у 4-х тт. – 2004. – Т. III. – С. 270-272. **12.** Чорноморець Ю.О. Аналіз внутрірічного та багаторічного розподілу максимальних витрат води річок Українських Карпат / Ю.О. Чорноморець, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т.7 – С. 196-207; **13.** Чорноморець Ю.О. Внутрірічний розподіл стоку річок Українських Карпат / Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т.5. – С.165-169.

Динаміка гідрокліматичних показників та прояв катастрофічних паводків на річках басейну Дністра за період 1955-2008 рр.

Порхун Є.І., Сніжко С.І.

В роботі були розглянуті часові зміни гідрометеорологічних характеристик на річках басейну Дністра за період 1955-2008 рр. Були виділені цикли водності та дощові періоди. Дослідження підтвердили зв'язок між проявом катастрофічних паводків та багатоводними фазами річкового стоку.

Ключові слова: катастрофічні паводки; цикли водності; фази водності.

Динамика гидроклиматических показателей и проявление катастрофических паводков на реках бассейна Днестра за период 1955-2008 гг.

Порхун Е.И., Снежко С.И.

В данной работе были рассмотрены временные изменения гидрометеорологических характеристик на реках бассейна Днестра за период 1955-2008 гг. Были выделены циклы водности и дождливые периоды. Исследования подтвердили связь между проявлением катастрофических паводков и многоводными фазами речного стока.

Ключевые слова: катастрофические паводки; циклы водности; фазы водности.

Dynamics of hydroclimatic indicators and flash flood manifestations on Dniester river basin over 1955-2008 period.

Porkhun E., Snizhko S.

In this paper were examined temporal changes of hydrometeorological characteristics Dniester's catchment rivers for the period 1955-2008. Cycles of water change low-flow and plentiful (rainy) periods was determined. The research confirmed the link incidents of catastrophic flash floods in periods of high humidity and affluent cycle phases of river flow.

Keywords: catastrophic flash flood ; cycles of water; phases of river flow.

Надійшла до редколегії 18.10.2011

Москаленко С.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ОЦІНЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ТА ПІДПОВЕРХНЕВОГО ВОДОУТВОРЕННЯ У ПРОЦЕСІ МОДЕЛЮВАННЯ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА МАЛИХ РІЧКАХ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

***Ключові слова:** дощовий паводок, формування паводку, математичне моделювання, параметри моделі, процеси стоку, водоутворення*

Вступ. Розробка математичних моделей формування стоку повинна супроводжуватися одночасною систематизацією її параметрів, які відображають об'єктивні фізичні характеристики та особливості водозборів та повинні бути присутніми у будь-яких моделях формування стоку. Параметри моделі повинні бути узагальнені й нормовані, склавши певний розділ інформаційної бази даних для моделювання процесів стоку. Для цього важливим є оцінювання оптимальних та встановлення достовірних значень параметрів моделі для конкретного річкового водозбору.

Мета, завдання та методика проведених досліджень. У роботі на основі аналізу модельних розрахунків стоку під час дощових паводків на малих річках Правобережжя Прип'яті визначено структурні складові дощового паводкового стоку для цих водозборів. Математична модель, яка була використана у дослідженні (Дощ-3), є системою імітації процесів формування дощових паводків з паралельними підсистемами водоутворення. Під час розвитку паводку у кожній такій підсистемі з використанням відповідних початкових та поточних даних визначається формування певного виду водоутворення (стікання) – поверхневого, підповерхневого (внутрішньогрунтового), підземного. Параметри моделі відображають ґрунтові, гідрографічні, 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 в ґрунтовому шарі, інфільтрація, фільтрація, утворення поверхневого та підповерхневого (внутрішньогрунтового) стоку [2, 3, 7-10].

Одне із центральних місць у моделях формування стоку займають блоки стікання води в межах річкових басейнів [8, 11]. Цільова функція таких блоків – дати можливість оцінити приплив води по схилах в руслову мережу й далі по руслах до замикального створу. Способи опису процесу руху води в річковому басейні зазвичай визначають структуру математичної моделі формування стоку в цілому.

Водовіддача з будь-якого шару ґрунту відсутня доти, поки його вологовміст не перевищить максимальну вологоутримуючу здатність. Як

тільки цей рівень досягнуто, вся додаткова вода повністю залишає цей шар і надходить у нижчезростаючий. Якщо низька інфільтраційна здатність деяких шарів ґрунту накладе обмеження на вільне просочування води, то формується підповерхневий (внутрішньогрунтовий) стік [2].

Саме розділення стікання дощових вод на поверхневе, внутрішньогрунтове й підземний стік, що чітко здійснюється при математичному моделюванні, повністю невиражене при емпіричних оцінках типу традиційного розчленовування гідрографів стоку. У дослідженні формування поверхневого та підповерхневого (внутрішньогрунтового) водоутворень, гідрографи припливу до руслової мережі й стоку до замикального створу є результатом багаторазового осереднення локальних модельних процесів стікання по схилах і русловій мережі, адекватність яких природним процесам стікання не підтверджена. Єдиним критерієм працездатності моделі залишається тільки ступінь збігу розрахованих і спостережених гідрографів у замикаючому створі.

Аналіз попередніх досліджень. Важливим питанням при формуванні дощових паводків є співвідношення поверхневого, підповерхневого (внутрішньогрунтового) й підземного типів стокоутворення.

Перші відомі теорії стоку, які засновані на безпосередніх спостереженнях, пов'язані з постулатом про поверхневе стікання. Відхилення від цього звичного правила звичайно розцінювалися як виняткові. Приблизно в цей же час стало популярним заперечення самої можливості формування паводків внутрішньогрунтовим стоком. Спроба доказу, що максимальні модулі внутрішньогрунтового та підземного стоку незначні, була заснована на порівнянні коефіцієнтів фільтрації зі швидкостями поверхневого стікання. Але у дійсності в місцях формування швидкого ґрунтового стоку розвинена густа підземна дренажна мережа, у якій швидкості течії дощових вод можуть бути лише на порядок нижче поверхневих. Й зараз можна зустріти ствердження про досить незначну роль класичного поверхневого стоку [1, 5, 6].

Дослідження у цьому напрямку в основному для гірських водозборів проводилось вченими Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту – Соседко М.М., Лук'янець О. І., Масловою Т. В., Приймаченко Н.В. [4, 6-11].

У даній роботі на основі математичного моделювання процесів формування дощового стоку на правих притоках Прип'яті (на річках Вижівка, Стохід, Родоставка, Тур'я, Стир, Горинь, Случ, Уборть) досліджено співвідношення, перерозподіл у часі та трансформацію поверхневого та підповерхневого (внутрішньогрунтового) водоутворення під час дощових паводків різної висоти.

Отримані результати. Для дослідження були використано результати модельних розрахунків більш ніж 60 паводків різної висоти для басейнів Правобережжя Прип'яті з площами водозборів від 231 до 2480 км². Для річок досліджуємого басейну розрахунковий проміжок часу – 12 годин. При цьому проаналізовано результати з відпрацьованою оптимальною

структурою моделі для кожного конкретного басейну з оцінкою параметрів шляхом мінімізації критерію якості, що оцінює близькість обчисленого й спостереженого гідрографів.

На рис. 1 та 2 показано порядок проведеного аналізу – співвідношення, перерозподіл у часі та трансформацію поверхневого та підповерхневого (внутрішньогрунтового) водоутворення під час дощових паводків різної висоти. Для цього побудовано за результатами модельних розрахунків кругові діаграми часток поверхневого, підповерхневого водоутворення, величини втрат води при формуванні паводків; деталізовані у часі (за розрахунковий проміжок часу) гістограми поверхневого, підповерхневого водоутворення та гідрографи їх стікання; графіки зміни внесків різних видів стоку у часі при формуванні паводкової хвилі в замикальному створі, а також графіки порівняння розрахованого та фактичного гідрографів стоку в замикальному створі.

На рис. 1 представлено результати моделювання та проведений аналіз високого дощового паводку 1969 р. на р. Случ – Громада, на рис. 2 – дощового паводку середньої висоти 1974 р. на р. Виживка – Стара Виживка.

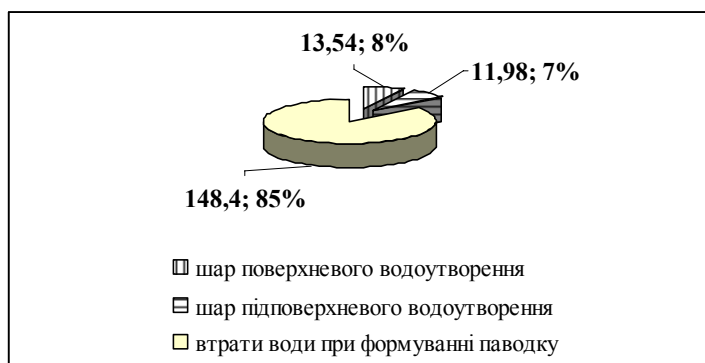
Середні за дощовий паводок коефіцієнти стоку у досліджених басейнах становить 20-30% з невеликою різницею як для високих, так й для низьких паводків. Але в окремі дощові періоди їхні значення протягом 12 -24 годин можуть сягати 0,50-0,85.

При формуванні високих паводків на поверхневе водоутворення від загальної кількості стікаючої від опадів води у середньому приходиться 34%, відповідно 66% складає підповерхневе (внутрішньогрунтове) водоутворення.

При формуванні середніх та невисоких паводків переважає підповерхневе водоутворення – 85%, й лише 15% стікає поверхнею. Хоча при аналізі низьких паводків були такі, які майже на 100% сформовані підповерхневим стоком (табл. 1).

Таблиця 1 Частки та питома вага видів стоку (%) при формуванні дощових паводків різної висоти за результатами модельних розрахунків на водозборах Правобережжя Прип'яті

Паводки відповідної ймовірності перевищення	Частки від опадів		Питома вага стоку		
	при паводках різної висоти				
	Поверхневого водоутворення	Підповерхневого водоутворення	Поверхневого стоку	Підповерхневого стоку	Підземного стоку
Високі паводки (ймовірність перевищення до 10%)	10	17	35-40	45-50	5-15
Середні та низькі паводки (ймовірність перевищення 20-60%)	4	20	10-15	70-75	10-20



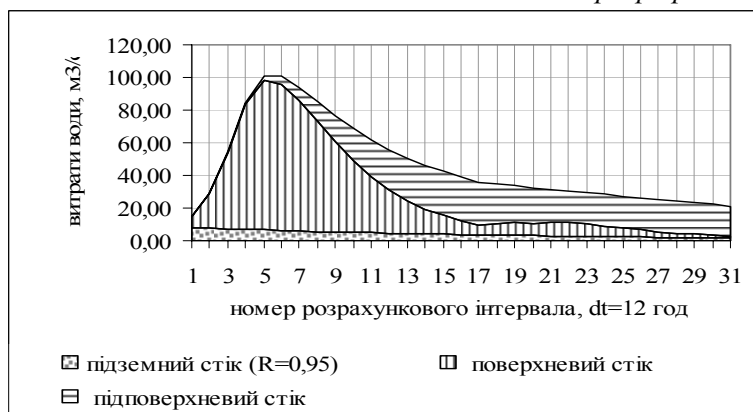
Кругова діаграма часток поверхневого, підповерхневого стоку та величини втрат



Гістограми поверхневого водоутворення та гідрограф його стікання



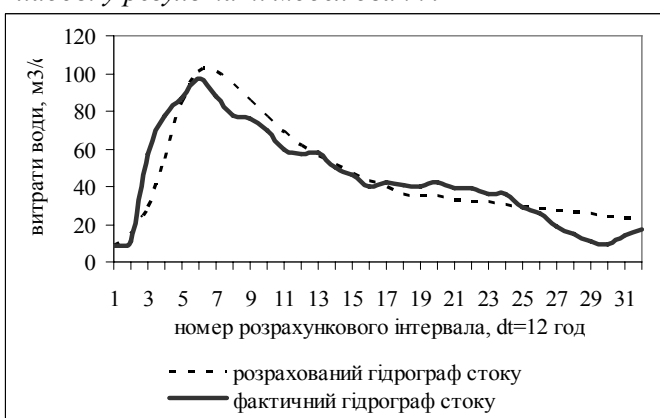
Гістограми підповерхневого водоутворення та гідрограф його стікання



Гідрограф стоку паводку та його складові у результаті моделювання

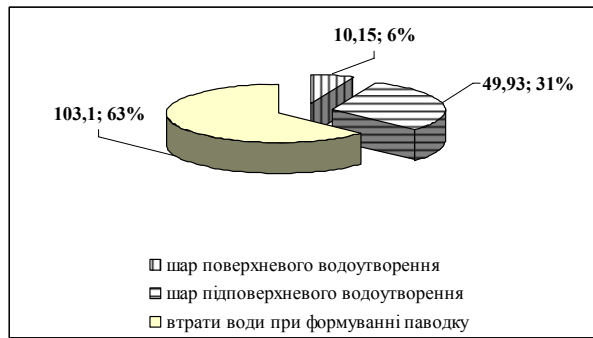


Зміни внесків різних видів стоку з часом при формуванні стоку в замикальному створі

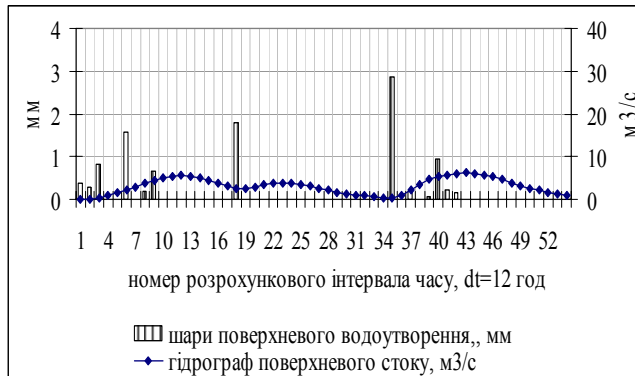


Порівняння розрахованого та фактичного гідрографів стоку в замикальному створі

Рис.1. Результати аналізу модельних розрахунків високого дощового паводку 1969 р. на р. Случ - Громеда



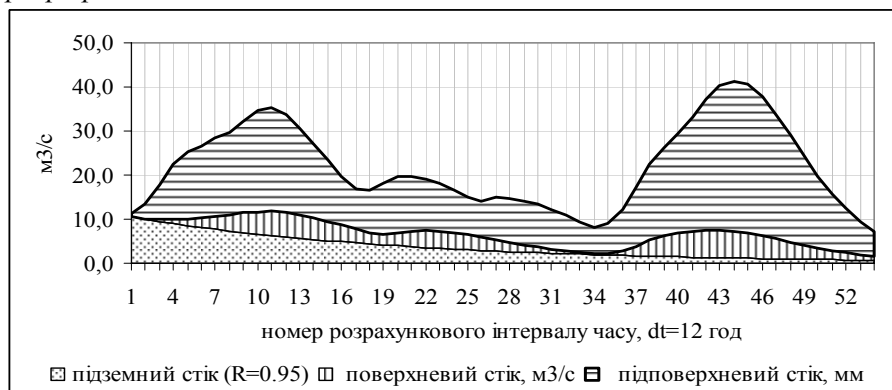
Кругова діаграма часток поверхневого, підповерхневого стоку та величини втрат



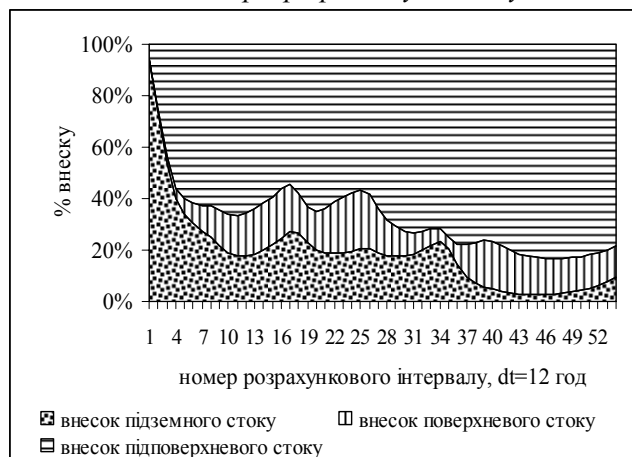
Гістограми поверхневого водоутворення та гідрограф його стікання



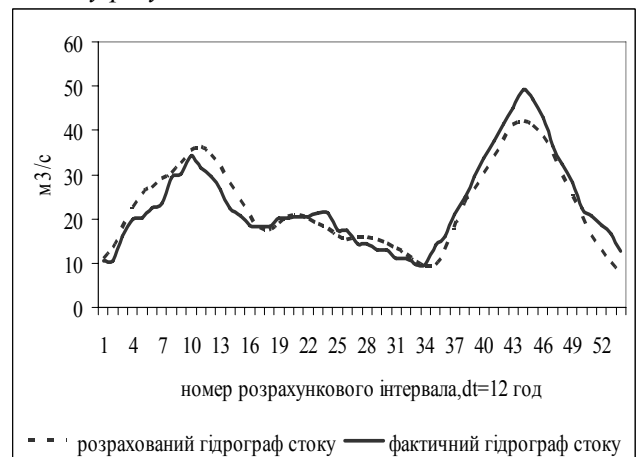
Гістограми підповерхневого водоутворення та гідрограф його стікання



Гідрограф стоку паводку та його складові у результаті моделювання



Зміни внесків різних видів стоку з часом при формуванні стоку в замикальному створі



Порівняння розрахованого та фактичного гідрографів стоку в замикальному створі

Рис.2 Результати аналізу модельних розрахунків дощового паводку середньої висоти 1974 р. на р.Вижівка – Стара Вижівка

Максимум підповерхневого (внутрішньогрунтового) водоутворення настає пізніше, ніж поверхневого, але за часом по-різному – може через 12-24 години, а може через 3-4 доби в залежності від передпаводкової зволоженості водозбору.

Висновки. На основі моделювання дощових паводків на річках Правобережжя Прип'яті досліджено їх структурні особливості щодо рівнинних водозборів. Поверхневому й внутрішньогрунтовому типам формування стоку відповідають і два види паводкового стоку. Паводки, сформовані поверхневим стоком, характеризуються більш високими максимальними модулями стоку, короткочасністю проходження, різкою реакцією на зміни інтенсивності дощу, що становиться особливо помітним зі зменшенням площі водозбору.

Обидва види паводкових складових стоку (поверхневий і внутрішньогрунтовий) широко поширені в горах і на рівнинах і, як правило, у межах кожного річкового басейну спільно беруть участь у живленні руслової мережі.

Аналіз модельних розрахунків у співставленні з даними спостережень за ходом паводків дозволяє впевнено оцінити параметри моделі та уникнути при цьому невизначеності щодо конкретного водозбору, а також отримані співвідношення різних видів водоутворення та стікання забезпечують достовірне оцінювання модельних параметрів.

Список літератури

1. *Бышовец Л. Б.* Русловая емкость малых рек Карпат и учет ее влияния на паводочный сток / Л.Б.Бышовец. // Тр. УкрНИГМИ. – 1967. – Вып.69. – С. 94-104.
2. *Георгиевский Ю.М.* Гидрологические прогнозы / Ю.М.Георгиевский, С.В.Шаночкин – СПб. : изд-во. РГГМУ. – 2007. – С.140-169.
3. *Кучмент Л.С.* Математическое моделирование речного стока / Л.С.Кучмент. – Л. : Гидрометеиздат – 1972. – С.115-118.
4. *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.
5. *Нежиховский Р. А.* Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды / Р.А. Нежиховский. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 290 с.
6. *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.
7. *Соседко М.Н.* Зависимость характеристик максимальных расходов воды дождевых паводков в бассейне Днестра от ландшафтных русловий / М.Н. Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1973. – Вып.123. – С.100-118.
8. *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.
9. *Соседко М.Н.* Методика идентификации математической модели дождевого стока на горных водозборах / Соседко М.Н., Панайотов Т., Янков В. // Проблемы на метеорологията и хидрологията. – София : Наука, 1987. – С. 35-44.
10. *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.
11. *Sossedko M.N.* Anwendung des mathematischen Modells mit verteilten Parametern zur Formierung des Regenabflusses bei der kurzfristigen Vorhersagen des Hochwassers / Sossedko M.N., Maslowa T.W., Luk'janetz O.I. // XV. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen. – Sofia, 1991. – S. 126-131.

Оцінювання поверхневого та підповерхневого водоутворення у процесі моделювання дощових паводків на малих річках Правобережжя Прип'яті

Москаленко С.О.

На основі математичного моделювання процесів формування дощового стоку на правих притоках Прип'яті досліджено співвідношення, перерозподіл у часі та трансформацію поверхневого та підповерхневого (внутрішньогрунтового) водоутворення під час дощових паводків різної висоти.

Ключові слова: дощовий паводок, формування паводку, математичне моделювання, параметри моделі, процеси стоку, водоутворення.

Оценка поверхностного та подповерхностного водообразования в процессе моделирования дождевых паводков на малых реках Правобережья Припяти

Москаленко С.А.

На основе математического моделирования процессов формирования дождевого стока на правых притоках Припяти исследовано соотношение, распределение во времени, трансформация поверхностного и подповерхностного (внутрипочвенного) водообразования при прохождении дождевых паводком разной высоты.

Ключевые слова: дождевой паводок, формирование паводка, математическое моделирование, параметры модели, процессы стока, водообразование.

Estimation superficial and subsuperficial formations of water in the process of modeling of rain floods on the rivers of the Right bank of Pripyat

Moskalenko S.O.

On the basis of mathematical modeling of processes of formation of a rain flow is investigated the correlation, distribution in time, transformation superficial and subsuperficial (intrasoil) formation of water at rain high waters of different height on the right inflows of Pripyat.

Keywords: a rain high water, flood forming, mathematical modeling, model parameters, processes of runoff, water formation.

Надійшла до редколегії 24.11.11

УДК 556.535

Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ТОВЩИНИ ЛЬДОВОГО ПОКРИВУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ

Ключові слова: льодовий режим; товщина льоду; багаторічні коливання

Постановка проблеми. Впродовж останніх десятиліть ХХ століття, коли глобальні зміни клімату почали проявлятися в широкому спектрі гідрологічних процесів, не залишились поза їх впливом і терміни настання льодових явищ на річках України, зокрема басейну Південного Бугу. Вони, а також терміни руйнування льодових явищ на річках, є важливими

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

індикаторами клімату перехідних сезонів року. Тому дослідження цих явищ та їх змін, крім практичного інтересу з боку різних галузей господарства, які пов'язані з використанням річок, мають вагоме значення для ряду фундаментальних наук, що займаються цим питанням.

Аналіз попередніх досліджень. Увага до досліджень характеристик льодового режиму впродовж останніх десятиріч є порівняно низькою, зокрема в Україні. Протягом останніх кількох років даний напрямок отримав розвиток у розробках вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка під керівництвом доктора географічних наук В.В.Гребеня[1]. Останні дослідження проводилися для річок басейну Південного Бугу, зокрема досліджувалися зміни дат початку та закінчення льодових явищ, тривалості льодоставу та періоду з льодовими явищами, аналізувався вплив показників зарегульованості стоку річок басейну на деякі характеристики льодового режиму[2,3].

Виклад основного матеріалу. Метою проведення даного дослідження є оцінка сучасних змін ще однієї з характеристик льодового режиму (товщини льоду) на річках басейну Південного Бугу, що відбуваються під впливом змін клімату. Для реалізації поставленої мети вирішувалось наступне завдання: дослідження закономірностей просторової та часової мінливості середньої та максимальної (за зимовий період) товщини льодового покриття річок басейну Південного Бугу.

Вихідними матеріалами слугували дані товщини льодового покриття (по пентадах, та максимальна за рік) по 5-ти гідрологічним постам, за період наявних спостережень. Пости обрано на самому Південному Бузі з рівномірним їх розташуванням по всій течії річки (табл.1)

Таблиця 1. Гідрологічні пости на річці Південний Буг, обрані для досліджень

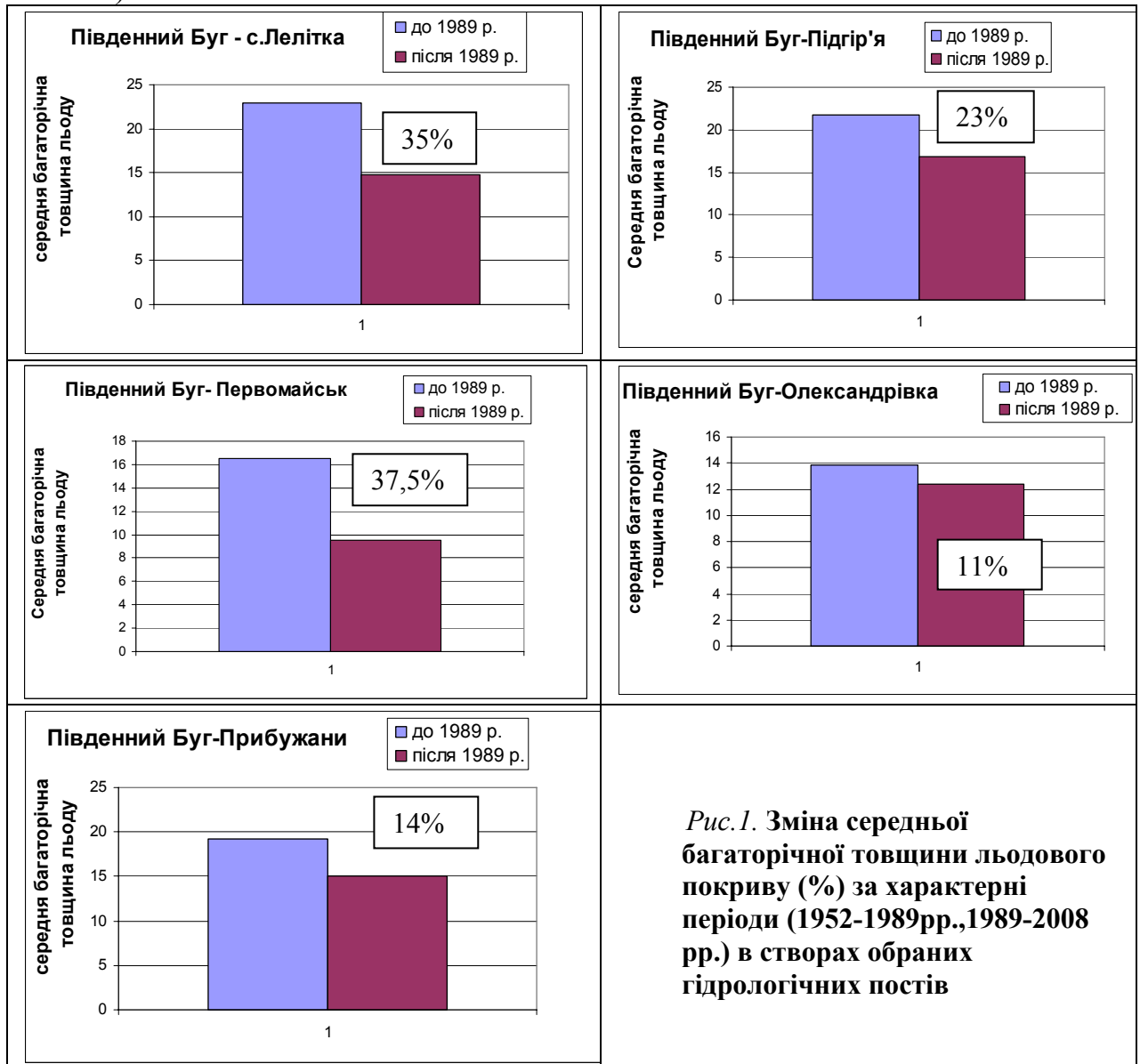
№ п/п	Пост	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²
1.	Південний Буг - с.Лелітка	654	4000
2.	Південний Буг - с.Підгір'я	219	24600
3.	Південний Буг - м. Первомайськ	194	44000
4.	Південний Буг - смт Олександрівка	132	46200
5.	Південний Буг - с.Прибужани	104	46700

З метою вибору єдиного (для всіх постів) безперервного періоду було обрано період спостережень 1952–2008 рр. За дослідженнями В.В.Гребеня[4] стосовно змін гідрологічного режиму річок України внаслідок сучасних кліматичних змін показано, що початок таких змін можна віднести до 1989р.

Тому, для дослідження змін товщини льодового покриття, обраний період спостережень було розділено на два відрізки: до 1989 р. та після. Враховуючі те, що основне гідротехнічне будівництво в межах басейну відбувалося до середини 80-х років минулого сторіччя (впродовж останніх двадцяти років приріст повного об'єму водосховищ і ставків в межах басейну Південного Бугу становив, відповідно, 2,6 та 1,8%), можна вважати

сучасні зміни характеристик гідрологічного (зокрема, і льодового) режиму річки наслідком кліматичних змін.

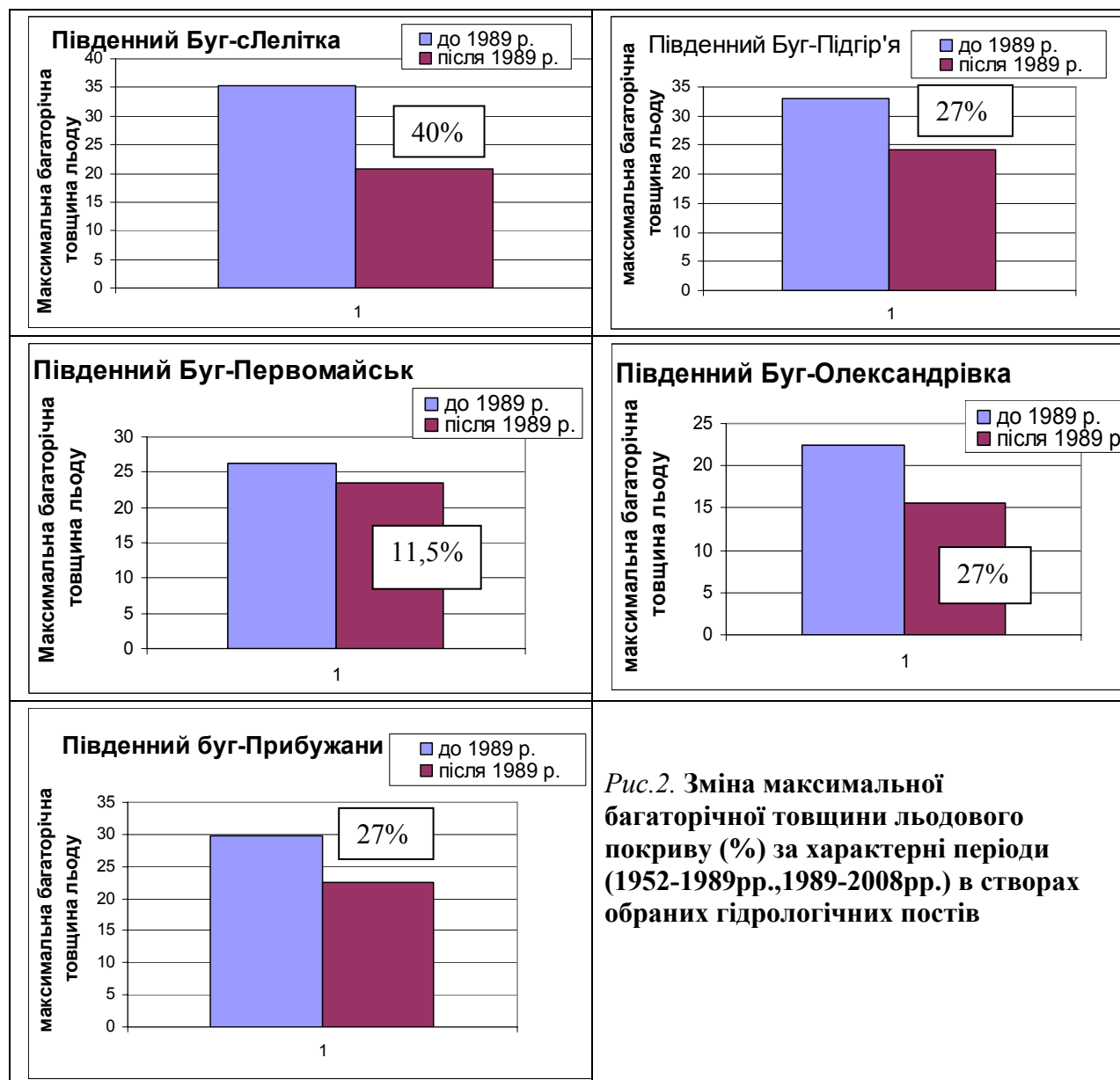
Під час дослідження визначено зміну середньої багаторічної товщини льодового покриву відповідно до обраних періодів, по 5 гідрологічним постах розташованим на річці Південний Буг. Зміна зазначеної характеристики коливається в межах 14–37,5% по окремих постах (рис. 1; табл. 2).



Таблиця 2 Середня багаторічна товщина льодового покриву за характерні періоди

Річка - пост	Товщина льоду, см	
	1952-1989рр.	1989-2008рр.
Південний Буг - с.Лелітка	23	15
Південний Буг - с.Підгір'я	22	17
Південний Буг - м. Первомайськ	16	10
Південний Буг - смт Олександрівка	14	12
Південний Буг - с.Прибужани	19	15

Для максимальної багаторічної величини характерна подібна тенденція до зменшення товщини льодового покриву у другому розрахунковому періоді від 11,5 до 40% по окремих гідрологічних постах (рис.2; табл.3).



Таблиця 3 Максимальна багаторічна товщина льодового покриву за характерні періоди

Річка - пост	Товщина льоду, см	
	1952-1989рр.	1989-2008рр.
Південний Буг - с.Лелітка	35	21
Південний Буг - с.Підгір'я	33	24
Південний Буг - м. Первомайськ	26	23
Південний Буг - смт Олександрівка	22	16
Південний Буг - с.Прибужани	30	22

Аналіз зміни товщини льодового покриву за досить тривалі періоди спостережень показує наявність постійних коливань по роках. Причиною таких циклічних коливань перш за все є кліматичні фактори. З іншого боку,

певний вплив на характеристики льодового режиму спричиняє господарська діяльність [5].

Для аналізу зазначених характеристик льодового режиму річок басейну Південного Бугу було побудовано різницеві інтегральні криві коливань середньої багаторічної товщини льодового покриву по всіх обраних гідрологічних постах. Для побудови кривих використано обраховані середні значення товщини льодового покриву за досліджуваний період (1952-2008 рр.).

Як приклад, на рис. 3 наведено різницеву інтегральну криву коливань зазначеної характеристики по гідрологічному посту р. Південний Буг- с. Підгір'я.

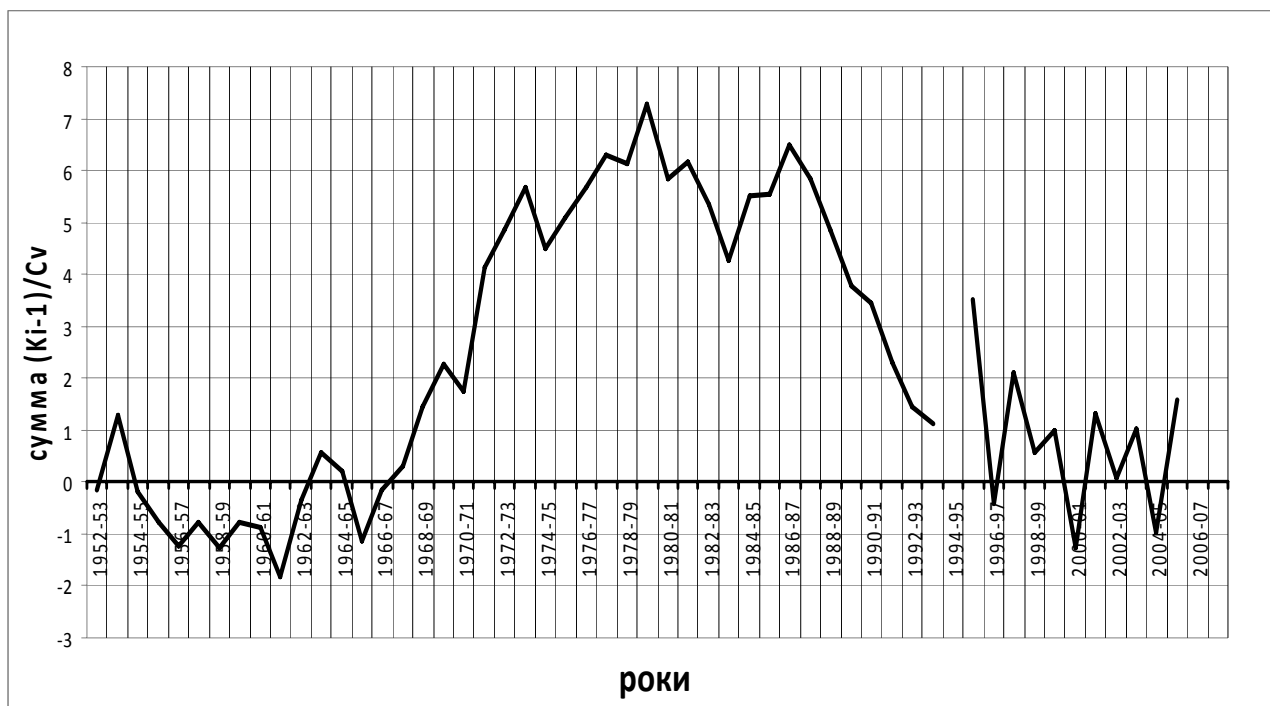


Рис 3. Різницева інтегральна крива коливань середньої товщини льодового покриву р. Південний Буг – с. Підгір'я

Аналіз даного рисунку та різницевих інтегральних кривих, побудованих за даними інших постів, дозволяє встановити циклічність коливань зазначеної характеристики на річках басейну з виділенням фаз зростання (від початку 50-х до кінця 80-х років минулого століття) та зменшення (з кінця 80-х років) середньої багаторічної товщини льодового покриву.

Висновки. Аналіз отриманих результатів свідчить про достатньо суттєве (на 27 та 30%, відповідно) зменшення максимальної та середньої (за зимовий період) товщини льодового покриву по течії річки Південний Буг за останні два десятиріччя. Побудовані різницеві інтегральні криві коливань зазначених характеристик свідчать про достатньо чіткий від'ємний тренд, починаючи з кінця 80-х років минулого сторіччя. Найбільші зміни відбулися у верхній частині басейну, що перебуває під впливом атлантико-європейського кліматичного сектору.

Список літератури

1. Струтинська В.М. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини XX століття / В.Струтинська, В. Гребінь – К. : Ніка-Центр, 2010. – 196 с.;
2. Рахматулліна Е.Р. Оцінка характеристик льодового режиму річки Південний Буг /Е.Р. Рахматулліна, В.В. Гребінь, С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.– 2009. – Т. 17. - С. 99-105;
3. Рахматулліна Е.Р. Оцінка сучасного льодового режиму басейну річки Південний Буг / Е.Р. Рахматулліна, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 20. – С. 89-94;
4. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. - К. : Ніка-центр, 2010. – 316 с.
5. Чижев А.Н. Формирование ледяного покрова и пространственное распределение его толщины / А.Н. Чижев. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 127 с.

Дослідження багаторічної динаміки товщини льодового покриття річок басейну Південного Бугу

Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В.

Проаналізовано зміни характеристик товщини льодового покриття басейну річки Південний Буг за період сучасних кліматичних змін. Відмічено тенденцію до певних змін зазначених характеристик в просторі та в часі.

Ключові слова: льодовий режим, товщина льоду, багаторічні коливання.

Исследование многолетней динамики толщины ледового покрова рек бассейна Южного Буга

Рахматулліна Э.Р., Гребень В.В.

Проанализированы изменения характеристик толщины ледового покрова бассейна реки Южный Буг за период современных климатических изменений. Отмечена тенденция определенных изменений указанных характеристик в пространстве и во времени.

Ключевые слова: ледовый режим, толщина льда, многолетние колебания.

Researching long-term dynamic of ice cover thickness of the Pivdennyi Bug river basin

Rachmatullina E.R., Grebin' V.V.

Changes of the ice cover thickness characteristics of the Southern Bug river basin for the period of modern climate changes were analyzed. The tendency of significant changes of these characteristics in space and time was found.

Keywords: ice regime; ice thickness; long-term fluctuations.

Надійшла до редколегії 29.11.2011

Василенко Є.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

Ключові слова: *весняне водопілля, фактор, факторний аналіз, предиктор*

Вступ. Головною концепцією методології вирішення багатьох задач сучасної гідрології є багатофакторність процесів формування стоку води в річковому басейні. Саме цей факт і ускладнює вивчення формування річкового стоку при різних фазах гідрологічного режиму. Зміна величин характеристик стоку води та їх мінливість у часі та просторі є першими ознаками дії тих чи інших факторів на формування певних фаз гідрологічного режиму [4, 5].

Метою досліджень є виявлення та ідентифікація факторів формування весняного водопілля в басейні Правобережжя Прип'яті шляхом використання даних гідрометеорологічних спостережень та за допомогою використання методики, яка спрямована на дослідження варіації характеристик весняного водопілля. В основу цієї методики покладено апарат факторного аналізу.

Факторний аналіз дозволяє скоротити кількість змінних (редукція даних) і визначити структури взаємозв'язків між змінними, тобто виконати їх класифікацію [2].

В основу методу факторного аналізу покладено гіпотезу про те, що дані спостережень є лише опосередкованими характеристиками досліджуваного процесу, який можна описати за допомогою певної кількості параметрів. У даному випадку такий параметр, який об'єднує у собі властивості декількох характеристик гідрологічного процесу, називають фактором [2, 4].

Застосування факторного аналізу дозволяє виявити головні фактори формування стоку річок і отримати статистичну оцінку внеску кожного з них у процеси, що вивчаються.

Для правильного визначення факторів формування весняного стоку річок досліджуваного басейну спочатку була виконана процедура "стиснення" даних. Під нею розуміють зменшення розмірів матриці вихідних даних шляхом їх об'єктивного статистичного аналізу [2].

Оскільки стоківі характеристики та характеристики чинників їх формування мають різну розмірність, то вони попередньо були нормовані, щоб виключити вплив розмірності на результати аналізу. Нормування матриць виконувалась за допомогою способу стандартизації [3].

На основі нормованої матриці формувалась кореляційна матриця, з розрахунку якої і починався, власне, процес факторного аналізу. Факторний аналіз розкриває основні фактори, що впливають на утворення цих груп.

Сучасні програми факторного аналізу, зокрема використана нами, дозволяють автоматично провести процедуру розрахунку кореляційної матриці та її трансформації, а також розрахувати величину дисперсії, яка є критерієм відбору головних факторів, в автоматичному режимі після введення вихідних даних.

Таким чином, застосування нами факторного аналізу є досить обґрунтованим, оскільки він дозволяє із багатьох причинних факторів, які описують процес формування весняного стоку, виділити декілька основних, що досить достовірно відображають досліджуваний процес [1].

Виклад основного матеріалу. Вихідна інформація аналізувалася нами в системі “STATISTICA”, в модульному блоці “Factor Analysis”.

Всі використані дані (*предиктори*) можна поділити на чотири блоки. Насамперед, це основні гідрографічні характеристики річок та їх водозборів. Вони увійшли до першого блоку:

- географічне положення басейну (задане координатами його середньозваженого центру), де φ – широта, λ – довгота точки, в градусах;
- довжина річки (L) від витoku до створу гідрологічного поста, в км;
- площа водозбору (F), обмежена створом поста, в км²;
- середній похил водозбору (I) вище гідрологічного поста, в м/км;
- середня висота водозбору ($H_{\text{ср}}$), в м БС;

Другий блок утворюють фізіономічні показники, що характеризують поверхню водозбору:

- залісеність басейну, що виражена коефіцієнтом залісеності ($K_{\text{ліс}}$), у %;
- заболоченість, виражена коефіцієнтом заболоченості ($K_{\text{бол}}$), у %;

Вплив господарської діяльності відображає третій блок, що характеризує:

- розорюваність водозбору, виражену коефіцієнтом розораності ($K_{\text{роз}}$), у %;
- питому площу штучних водойм (ставків та водосховищ), створених в межах басейну ($K_{\text{вод}}$), в га/км²;
- відношення корисного об'єму штучних водойм (ставків та водосховищ), створених в межах басейну, до об'єму середнього багаторічного стоку в створі гідрологічного поста ($K_{\text{рег}}$), у %.

Кліматичні характеристики, що впливають на формування водного балансу даного басейну загалом, та безпосередньо у період перед початком формування весняного водопілля, характеризують показники, що віднесені до четвертого блоку:

- кількість опадів за весняне водопілля ($X_{\text{весн}}$), також віднесена до середньозваженого центру водозбору, в мм;
- запаси вологи у сніговому покриві на початок весняного водопілля (S), в мм;

- запаси продуктивної вологи у ґрунтовому покриві на початок весняного водопілля ($w_{\text{весн}}$), в мм;

- глибина промерзання ґрунту на початок весняної повені (h), в см.

Залежні стокові характеристики, зв'язок яких із зазначеними вище чотирма блоками (групами) чинників досліджувався нами, представлені у вигляді максимального модуля весняного водопілля ($M_{\text{макс}}$), в л/с·км², об'єму весняного водопілля (W) у млн м³ та об'єму водопілля ($W_{\%}$) у % від річного стоку.

Крім того, в групу предикторів ми включили деякі характеристики весняного водопілля: дати його початку ($t_{\text{поч}}$) і закінчення ($t_{\text{кін}}$), дату проходження найбільшої строкової витрати води ($t_{\text{макс}}$) та тривалість водопілля (T). Всі зазначені характеристики виражені у кількості діб.

В таблиці 1 наведено варімакс нормалізовану матрицю факторного відображення (матрицю коефіцієнтів), у якій колонки відповідають факторам, а рядки – предикторам. Матриця сформована на підставі аналізу даних 25 гідрологічних постів, розташованих на річках басейну р. Прип'ять (в межах України).

Результати факторного аналізу показують, що до першого фактору увійшли деякі характеристики весняного водопілля: об'єм та тривалість весняного водопілля, дати його закінчення та проходження найбільшої строкової витрати води повені; а також величини площі та середнього похилу водозбору річок, а також така кліматична характеристика, як кількість опадів за весняне водопілля.

Коефіцієнти залісеності, розорюваності території, зарегульованості стоку, а також коефіцієнт, який показує питому площу штучних водойм, увійшли у другий фактор. Вказані характеристики тут поєднуються з середньою висотою водозбору, об'ємом весняного водопілля у відсотках від річного стоку та широтною протяжністю досліджуваного басейна.

Третій фактор об'єднує запаси вологи у сніговому покриві та у ґрунті на початок формування весняної повені, коефіцієнт заболоченості території та протяжність басейна по довготі. Крім того, в дану групу факторів потрапила кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля.

Четверта група факторів, як і у попередньому випадку, включила у себе значення довготи та коефіцієнт заболоченості басейну. Крім того, сюди увійшли максимальний модуль весняної повені, довжина річки та глибина промерзання ґрунту на початок формування весняного водопілля.

За результатами аналізу *першого фактора* можна зробити висновок про те, що об'єм стоку весняного водопілля безпосередньо залежить від площі водозбору та тривалості весняного водопілля, яка, в свою чергу, деякою мірою обумовлена датами закінчення та проходження максимальної строкової витрати. Виявлено обернений зв'язок між похилом водозбору, кількістю опадів за весняне водопілля та такою характеристикою весняної повені, як її тривалість. Крім того, аналіз даного фактора показав залежність стоку весняного водопілля від кліматичних умов території, що представлені

**Таблиця 1. Основні фактори формування весняного стоку води річок
Правобережжя Прип'яті**

Чинники	Фактори			
	1	2	3	4
Максимальний модуль водопілля, $M_{\text{макс}}$	-0,44	-0,26	-0,45	<u>0,53</u>
Об'єм водопілля, W	<u>0,90</u>	0,24	0,04	0,22
Тривалість водопілля, T	<u>0,86</u>	-0,11	0,25	-0,37
Дата початку водопілля, $t_{\text{поч}}$	0,47	-0,49	0,19	0,25
Дата проходження найбільшої витрати води водопілля, $t_{\text{макс}}$	<u>0,74</u>	-0,42	0,00	-0,39
Дата закінчення водопілля, $t_{\text{кін}}$	<u>0,83</u>	-0,29	0,23	-0,34
Об'єм водопілля у % від річного стоку, $W\%$	0,24	<u>-0,85</u>	-0,10	-0,15
Запаси вологи у сніговому покриві на початок весняного водопілля, S	-0,06	-0,10	<u>-0,91</u>	0,05
Запаси вологи у ґрунтовому покриві на початок весняного водопілля, $W_{\text{весн}}$	-0,27	0,22	<u>-0,82</u>	0,21
Глибина промерзання ґрунту на початок весняного водопілля, h	0,00	0,05	-0,19	<u>0,74</u>
Широта середнього зваженого центру водозбору, φ	0,03	<u>-0,77</u>	0,47	0,01
Довгота середнього зваженого центру водозбору, λ	0,09	-0,11	<u>-0,77</u>	<u>0,55</u>
Довжина річки, L	0,24	0,22	0,04	<u>-0,59</u>
Площа водозбору, F	<u>0,93</u>	0,27	0,05	0,10
Середній похил водозбору, I	<u>-0,60</u>	0,37	0,03	0,24
Середня висота водозбору, $H_{\text{сер}}$	-0,05	<u>0,88</u>	-0,31	-0,09
Заболоченість, $K_{\text{бол}}$	0,03	-0,39	<u>0,54</u>	<u>-0,50</u>
Залісеність, $K_{\text{ліс}}$	0,03	<u>-0,60</u>	-0,02	0,17
Розорюваність, $K_{\text{роз}}$	-0,07	<u>0,71</u>	-0,41	-0,09
Середня багаторічна кількість опадів за весняне водопілля, $X_{\text{весн}}$	<u>-0,53</u>	0,15	<u>-0,61</u>	0,00
Коефіцієнт зарегульованості стоку, $K_{\text{рег}}$	0,21	<u>0,68</u>	0,16	0,11
Питома площа штучних водойм, $K_{\text{вод}}$	-0,06	<u>0,76</u>	0,12	0,02
Частка у загальній дисперсії:	<u>0,23</u>	<u>0,23</u>	<u>0,17</u>	<u>0,11</u>

у вигляді середньо багаторічної кількості опадів, які випадають на території правобережжя р. Прип'ять під час формування і проходження весняного водопілля. Виявлення цієї аксіомної залежності підтверджує правильність проведеного нами аналізу факторів формування весняного водопілля. На перший фактор припадає 23% сумарної дисперсії усіх факторів.

Другий фактор виявив обернений зв'язок частки стоку весняного водопілля (у % від річного стоку) з середньою висотою водозбору та господарською діяльністю на водозборі та на річках (характеризується коефіцієнтами розорюваності та зарегульованості). Звертає на себе увагу залежність таких показників, як залісеність території та частки об'єму весняного водопілля (у відсотках від річного стоку) від широтної протяжності басейну. Частка другого фактору, як і першого, у сумарній дисперсії складає 23 %.

Аналіз *третього фактора* виявив прямий зв'язок зміни весняної зволоженості підстилаючої поверхні басейну, зимово-весняних запасів вологи у сніговому покриві та кількості опадів, які випадають у весняний період, від географічного положення водозбору. Був виявлений зворотній зв'язок заболоченості території з протяжністю дослідженого басейну по довготі. Частка у загальній дисперсії третього фактора становить 17%.

Четвертий фактор показав залежність максимального модуля весняного водопілля від глибини промерзання ґрунтового покриву на початок формування весняного стоку. Він, в свою чергу, залежить від протяжності басейну по довготі. Крім того, аналіз показав обернену залежність максимального модуля весняного водопілля із заболоченістю басейну. Четвертий фактор характеризує 11 % сумарної дисперсії.

Оскільки перший та другий фактори описують найбільший відсоток сумарної дисперсії усіх факторів, нами побудований графік, вісі якого представляють ці два фактори (рис. 1).

Про ступінь зв'язку деяких досліджуваних характеристик можна зробити висновок по угрупованню точок, що сформувалися на графіку.

Висновки. Використовуючи апарат факторного аналізу, виявлено що до головних чинників формування весняного стоку річок басейну р. Прип'яті (в межах України) відносяться:

1) первинні:

- кількість опадів, накопичена в зимовий період та їх зміна по території басейну;
- кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля;
- весняна зволоженість підстилаючої поверхні басейну;
- весняні запаси вологи у сніговому покриві.

2) вторинні:

- заболоченість території;
- залісеність басейну;
- господарська діяльність в межах басейну.

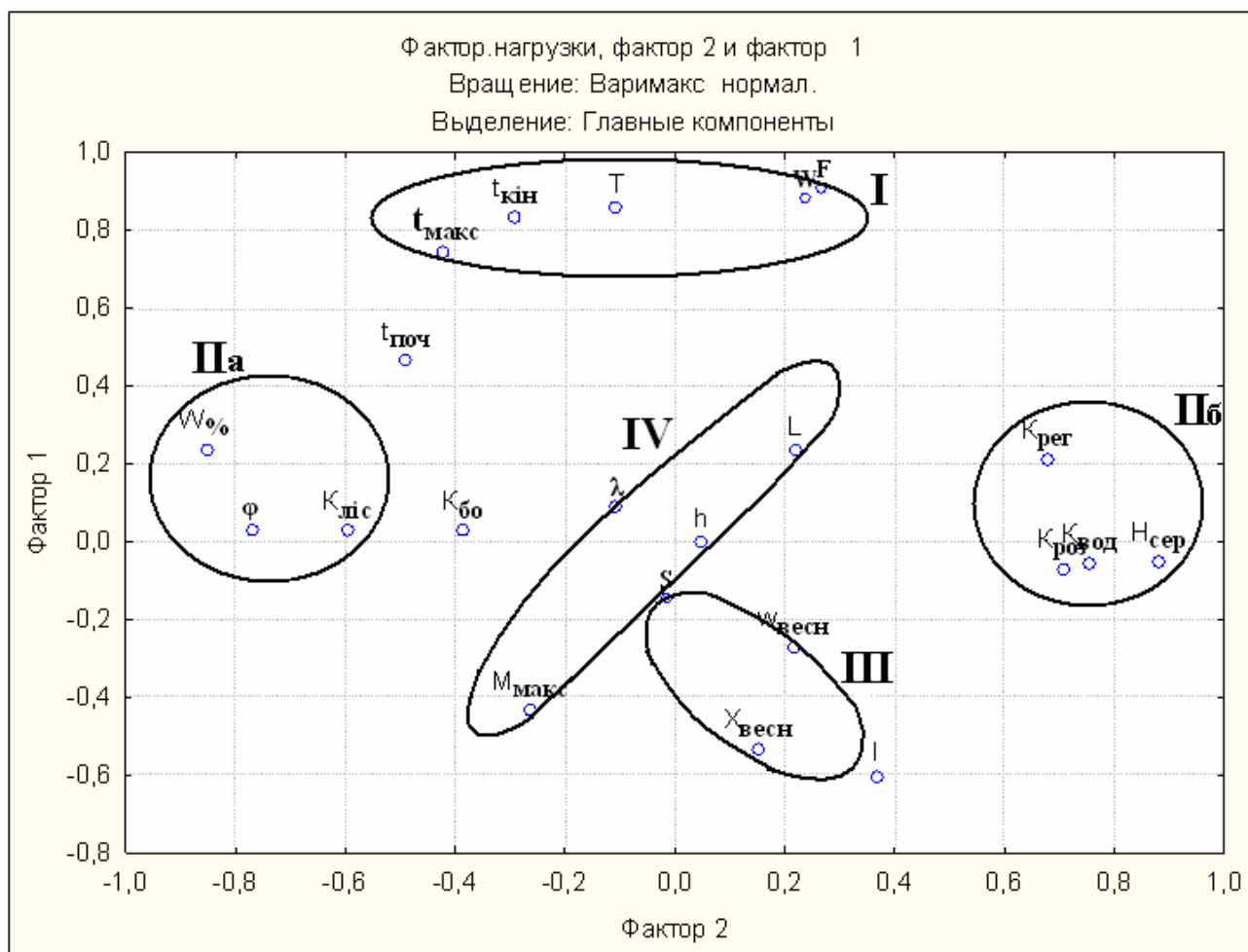


Рис. 1. Графічна схема кореляційної структури факторів формування весняного стоку річок Правобережжя Прип'яті

Список літератури:

1. Гребінь В.В. Використання багатомірного статистичного аналізу для ландшафтно-гідрологічного районування території України / В.В. Гребінь, Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т.16. – С. 21-35.
2. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
3. Лобода Н.С. Розрахунок та узагальнення характеристик річкового стоку річок України в умовах антропогенного впливу / Н.С. Лобода. – Одеса: Екологія, 2005. – 208 с.
4. Сніжко С.І. Методика досліджень факторів формування гідрохімічних систем // Вісник Київського університету. Серія Географія. – 2001. – Вип. 47. – С. 53-56.
5. Сніжко С.І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем / С.І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 284 с.

Аналіз факторів формування весняного водопілля на річках Правобережжя Прип'яті

Василенко Є.В.

Проведено процедуру факторного аналізу умов формування весняного водопілля, яка дозволила виділити головні чинники формування весняного стоку в басейні Правобережжя Прип'яті. Виділено первинні фактори – весняна зволоженість підстилаючої поверхні басейну, весняні запасами вологи у сніговому покриві, кількість опадів, яка випадає на території басейну під час проходження весняного водопілля та вторинні – коефіцієнти залісеності та заболоченості басейну.

Ключові слова: весняне водопілля, фактор, факторний аналіз, предиктор.

Анализ факторов формирования весеннего половодья на реках Правобережья Припяти

Василенко Е.В.

Проведена процедура факторного анализа условий формирования весеннего половодья, которая позволила выделить главные факторы формирования весеннего стока в бассейне Правобережья Припяти. Выделено первичные факторы - весенняя увлажненность подстилающей поверхности бассейна, весенние запасы влаги в снежном покрове, количество осадков, выпадающих на территории бассейна при прохождении весеннего половодья и вторичные - коэффициенты залесенности, заболоченности бассейна.

Ключевые слова: *весеннее половодье, фактор, факторный анализ, предиктор.*

Analysis of the spring flood forming factors on the rivers of right bank of the Pripyat Vasylenko E.V.

A factor analysis procedure of forming a spring flood conditions were done; it's allowed to select the main factors of the spring runoff forming in the basin of the Right Bank of Pripyat. The primary factors selected – the spring moisture of underlying surface of the basin, the spring moisture reserves in snow cover, precipitation during the spring flood. The secondary factors selected - coefficients of forest and wetlands in basin.

Keywords: *spring flood; factor; factor analysis; predictor.*

Надійшла до редколегії 30.11.2011

УДК 504.453

Шумов С.М., Терлик Т.А., Вишар І.С.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ГІДРОХІМІЧНА ІНФОРМАЦІЯ І СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Ключові слова: інформація; забруднення; придатність; частота; проблемні місця

Вступ. Виконана оцінка базової гіdroхімічної інформації з позиції інформативності отриманих даних щодо загального стану якості води в водотоках України, в основу якої покладені результати робіт над проектом Бюлетеню стану довкілля у 2007 – 2008 роках.

Матеріали і методи. Загальний пакет гіdroхімічних даних щодо стану забруднення поверхневих водотоків було отримано на мережах спостережень чотирьох державних суб'єктів моніторингу довкілля: Держгідромет, Держводгосп, Держекоінспекція і Санітарно-епідеміологічна служба МОЗ України. Отримана інформація була представлена у вигляді виявленого стану нормованих оціночних показників забруднення водних об'єктів, відображених в діючих нормативно-правових документах України стосовно якості поверхневих вод [1–12].

За вказаною інформацією та значеннями гранично допустимих концентрацій (далі ГДК) контрольованих та нормованих показників якості води водойм наведених у трьох діючих на Україні нормативних документах [2, 3, 11] у відповідності «...з найбільш "жорсткими" ГДК у ряді однойменних показників» було виконано порахунок 26 найбільш часто визначених гіdroхімічних показників в одиницях ГДК.

Діючі нормативи відносно якості води з коментарями щодо їх використання. Витяги з діючих на Україні нормативно-правових документів стосовно контролю якості поверхневих вод (окрім питного водопостачання [12]), на яких базується виконання цього дослідження, нижче наведено у зворотній хронології. Коментарі, що додано до окремих пунктів відповідних нормативів, мають відношення до використаного в даній роботі гіdroхімічного матеріалу.

Єдине міжвідомче керівництво N 485 від 24.12.2001 [10]

1.3.2 У документі подано такі скорочення:

- ВЗ – високе забруднення;
- ГДК – гранично допустимі концентрації;
- ДМВ – державний моніторинг вод;
- ЕВЗ – екстремально високе забруднення;
- НЕС – надзвичайна екологічна ситуація;
- Держекоінспекція – Державна екологічна інспекція Мінприроди України.

Гідрологія, гіdroхімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

1.5.3 Переліки ГДК, які повинні використовувати суб'єкти ДМВ при контролі якості води, наведені у таких нормативних документах: ГДК РГ-90 [3] (рибогосподарське водокористування), СанПіН № 4630 [2] (охорона поверхневих вод від забруднення)...

1.5.5 Для ДМВ встановлюється така форма подання результатів вимірювань:

$$A; E \text{ від } E_H \text{ до } E_B; P;$$

де A – результат вимірювання в одиницях вимірювання величини; E , E_H , E_B – похибка вимірювання між нижньою і верхньою межами, в тих самих одиницях; P – встановлена ймовірність, з якою похибка вимірювання знаходиться в цих межах.

1.5.6 З метою забезпечення єдності вимірювань у ДМВ встановлюється ймовірність похибок вимірювань для усіх засобів вимірювання, яка дорівнює 0,95 для хімічних і фізичних показників та 0,90 для біологічних показників.

Коментар (до пунктів 1.5.5 та 1.5.6).

На жаль, але і в науковій літературі стосовно гідрохімічних досліджень досить часто відсутнє подання результатів вимірювань у вигляді математичного очікування з його довірчими межами. Це суттєвий недолік стосовно матеріалів з мереж спостережень.

Зазначені пункти (1.5.5 та 1.5.6) суб'єктами ДМВ не виконуються, в матеріалах досліджень подаються тільки результати вимірювань, а то і середньоарифметичне декількох вимірювань (без вказівки скількох).

Так, як у третьому абзаці пункту 1.8. «Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами N 116 від 15.12.1994 року» [7] розділу 1 «Основні терміни, їх визначення і тлумачення» наведено: «Фактична концентрація речовини (середній показник) - величина, що приймається для оцінки складу зворотних вод і обчислюється як середньоарифметичне значення даних ряду спостережень за попередні 12 місяців за виключенням найменшого і найбільшого чисел ряду».

5.3 Для моніторингу джерел забруднення вод встановлюється перелік показників, які є обов'язковими для спостережень за будь-якими джерелами забруднення. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996 р. N 1100 [8], перелік обов'язкових показників є таким:

- розчинений кисень;
- завислі речовини;
- мінералізація води (сухий залишок);
- сульфати;
- хлориди;
- азот амонійний;
- нітрати;
- нітрити;
- фосфати;
- нафтопродукти;

- біохімічне споживання кисню (БСК₅);
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- рівень токсичності води (на основі біотестування);
- показники бактеріологічного забруднення води;
- рівень радіоактивності води;
- водневий показник (рН);
- температура.

З цих 17 показників контролю можуть бути виключені лише ті, які мають значення істотно менше, ніж ГДК протягом усього періоду спостережень.

Перелік контрольованих показників може бути доповнений з урахуванням особливостей місцевих умов за пропозицією Держуправління Мінекоресурсів та місцевих органів Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ.

Коментар (до пункту 5.3)

За списком А відповідно до Постанови КМ України від 11.09.1996 за N 1100 [8] в даній роботі не аналізувалось шість з обов'язково контрольованих показників:

- *мінералізація води (сухий залишок);*
- *рівень токсичності води (на основі біотестування);*
- *показники бактеріологічного забруднення води;*
- *рівень радіоактивності води;*
- *водневий показник (рН);*
- *температура.*

Так, як або «мають значення істотно менше, ніж ГДК протягом усього періоду спостережень», або не є гідрохімічними показниками якості води для дослідних об'єктів.

За списком Б відповідно до Постанови КМ України від 11.09.1996 за N 1100 [8] в даній роботі проаналізовано №56 Кадмій.

За списком В відповідно до Постанови КМ України від 11.09.1996 за N 1100 [8] в даній роботі було аналізовано:

№59 Залізо;

№61 Кальцій;

№73 Кобальт

№82 Магній;

№83 Марганець;

№91 Мідь;

№95 Натрій;

№98 Нікель;

№97 Нафтопродукти;

№ 104 ПАР (Поверхнево активні речовини. Миючі засоби);

№113 Свинець;

№139 Фенол;

№148 Хром (III);

№149 Хром (VI);

№153 Цинк.

У даній роботі аналізувався стан визначення 26 контрольованих показників та нормованих речовин гідрохімічного забруднення у пробах води з 506 контрольних пунктів/створів.

Набір показників для аналізу був визначений як найбільш повно освітлений в звітній документації регіональних управлінь Екологічної інспекції Міністерства природи України, як джерела первинної інформації. Хоча його можна зменшити. Так, Є.Д. Палагін [17] виділив декілька менший репрезентативний діагностичний набір показників, а саме:

- жорсткість;
- завислі речовини;
- нафтопродукти;
- нітрити;
- нітрати;
- фосфати;
- залізо;
- сірководень;
- фосфорорганічні сполуки;
- хімічне споживання кисню (ХСК)
- біохімічне споживання кисню (БСК₅);
- цинк.

Він показав, що цей перелік показників може бути використаний для діагностики стану водних об'єктів як мінімально достатній.

7.6 Узагальнення первинних даних здійснюють щомісячно для показників, що визначаються частіше ніж один раз на місяць, або щорічно для усіх інших показників.

Узагальнена оцінка рівня забрудненості водних об'єктів здійснюється відносно встановлених норм якості води відповідно до Рекомендацій [1].

Екологічна оцінка якості вод суші та естуаріїв здійснюється відповідно до Методики [9].

Коментар (до пункту 7.6)

Наявні та офіційні методики оцінки якості поверхневих вод найчастіше за основу мають складну блокову структуру за терміном дії далеко не однакової кількості підконтрольних гідрохімічних величин і орієнтовані на підрахунки різноманітних індексів з використанням середньоарифметичних значень, що сприяє неадекватному відображенню стану забруднення поверхневих вод.

Так, А.В.Колісник і С.М. Юрасов [16] вказують, що «Сучасні комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод [9, 13] є досить різноманітними системами методів оцінки різного ступеню формалізації. Загальноприйнятого методу комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод не існує. Це пов'язано з тим що всі вони мають ряд недоліків. В першу чергу це обмежений перелік показників, які розглядаються. Окрім того, деякі з них дуже складні у використанні, а інші не зручні, або не можуть бути використані при нестачі інформації... При розробці методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями не

враховані рибогосподарські гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин..., не враховується ефект сумарної дії речовин..., не надається можливість врахувати речовини, які не входять в перелік показників, які містяться в методиці..., та... екологічний індекс визначається шляхом осереднення блокових індексів для максимальних та середніх значень категорій. Дана операція неприпустима для найгірших значень категорій, так як при цьому максимальні значення показників згладжуються, а це приводить до суттєвого прикрашення дійсного стану водного середовища і суть характеристики «максимальний» втрачається, в цьому випадку неможливо зробити правильний висновок про найгірший стан водного середовища... Запропонована методика, також як і діюча, має такий недолік: кожен показник може мати максимальний індекс 7 незалежно від кратності перевищення ГДК (чи це 10 ГДК, чи це 100 ГДК, аби значення показника перевищувало ліву границю 7 категорії)».

8.5.1 Рівень забрудненості вод окремими забруднюючими речовинами оцінюють шляхом порівняння їх вмісту з ГДК та з критеріями визначення ВЗ і ЕВЗ, що наведені у додатку 2, а також сукупно по усіх контрольованих параметрах – значеннях коефіцієнта забрудненості згідно з Рекомендаціями.

Додаток 2

Критерії

екстремально високого забруднення (ЕВЗ) та високого забруднення (ВЗ) водних об'єктів

Рівні екстремально високого забруднення (ЕВЗ):

- максимальний разовий вміст одного або декількох нормованих речовин у концентраціях, що перевищують ГДК(*) в 100 і більше разів;
- зниження вмісту розчиненого кисню до значення 2 мг/дм³ і менше;
- збільшення біохімічного споживання кисню (БСК₅) більше 60 мг О₂/дм³...

Рівні високого забруднення (ВЗ) поверхневих та морських вод:

- максимальний разовий вміст одного чи декількох нормованих речовин у концентраціях, що перевищують ГДК, встановлений для водних об'єктів, від 10 до 100 разів (для нафтопродуктів, фенолів, хрому шестивалентного (якщо його ГДК дорівнює 0,01 мг/дм³), сполук міді - від 30 до 100 разів), величина біохімічного споживання кисню (БСК₅) від 15 до 60 мг О₂/дм³, зниження концентрації розчиненого кисню від 3 до 2 мг/дм³;

Коментар (до пункту 8.5.1 і додатку 2)

Загалом – наведене вище, є одним з трьох блоків показників екологічної оцінки якості поверхневих вод (зокрема – блоку «специфічних речовин токсичної і радіаційної дії») наведеного в Методиці [9].

Тут має дію шкала ГДК за логарифмічним критерієм «підвищення шкідливості»... – 1; 10; 100; 1000... і далі.

(*) Вміст речовин у водних об'єктах порівнюється з найбільш "жорсткими" ГДК у ряді однойменних показників. Для речовин, на які нормативними документами передбачено повну відсутність їх у воді водних об'єктів, за ГДК умовно приймається вміст 0,01 мкг/дм³.

Правила охорони поверхневих вод від 21.02.1991 [6]

2.3. Для всіх нормованих речовин при рибогосподарському водокористуванні і для речовин, які відносять до 1 і 2 класів небезпеки при господарсько-питному і комунально-побутовому водокористуванні; при надходженні у водні об'єкти *декількох речовин з однаковою ознакою, що лімітує, шкідливості* і з урахуванням домішок, що надходять у водний об'єкт від розташованих вище джерел, сума відносин концентрацій ($C_1, C_2 \dots C_n$) кожної з речовин у контрольному створі до відповідної ГДК не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1.$$

Коментар (до пункту 2.3)

Інформацію стосовно контрольних створів в природних водоймах, пробу води з яких можна вважати за нормальну по складу і властивостям і в якій для декількох речовин з однаковою ознакою, що лімітує їх шкідливість, загальна сума кратності ГДК була б менша за одиницю, в пакеті проаналізованих гідрохімічних даних по Україні за 2008 рік на жаль нами не виявлено.

2.5. Водний об'єкт або його ділянка вважається забрудненим, якщо в місцях водокористування не дотримуються норми якості води у водному об'єкті. У випадку одночасного використання водного об'єкта або його ділянки для різних потреб населення і народного господарства *до складу і властивостей води пред'являються найбільш жорсткі норми з числа встановлених.*

Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин. Значення ГДК досліджених нами 26 контрольованих показників та нормованих речовин якості води водойм наведено у трьох діючих на Україні нормативних документах, які за хронологічним порядком мають наступні назви:

1. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення СанПіН № 4630-88.

2. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм.

3. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Наказ Держбуду України 19.02.2002 року N 37.

Витяги з цих нормативів стосовно переліку показників та речовин гідрохімічного забруднення за якими виконувалося дослідження (26 найменувань), наведено в табл.1 і 2.

Додаток 1 Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків і водойм у місцях господарсько-питного, комунально-побутового і рибогосподарського водокористування

Контрольовані показники та нормовані речовини	Цілі водокористування			
	Господарсько-питні потреби населення	Комунально-побутові потреби населення	Потреби рибного господарства	
			Вища та перша категорії	Друга категорія
Завислі речовини, мг/дм ³	При скиданні зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, провадженні робіт на водному об'єкті й у прибережній зоні зміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватися в порівнянні із природними умовами більш, ніж на			
	0,25	0,75	0,25	0,75
	Для водотоків, що містять у межах більше 30 мг/дм ³ природних завислих речовин, допускається збільшення їхнього змісту у воді в межах 5 % (допустимо до 50 мг/дм ³). Зворотні (стічні) води, що містять завислі речовини зі швидкістю осадження більш за 0,2 мм/сек, забороняється скидати у водойми, а більш за 0,4 мм/сек – у водотоки			
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	Не повинен бути менш за 4 мг/дм ³ у будь-який період року		На всіх водних об'єктах повинен бути не менш за 6 мг/дм ³	
Водневий показник, од. рН	Не повинен виходити за межі рН 6,5 ÷ 8,5			
Сума іонів (мінералізація), мг/дм ³	1000	Нормується за показником «присмаки»	Нормується за таксацією рибогосподарських водних об'єктів	
		Вода не повинна надавати стороннього запаху і присмаку м'ясу риби	В прісних водоймах за [3]	
Хлориди, мг/дм ³	350		300	
Сульфати, мг/дм ³	500		100	
Біохімічне споживання кисню, БСК повн. мг O ₂ /дм ³	Не повинно перевищувати при температурі води 20°C			
	3	6	3	3
Хімічне споживання кисню (біхроматна окислюванність) ХСК, мг O/дм ³	Не повинно перевищувати			
	15	30	Нема нормування	Нема нормування
Хімічні сполуки	Не повинні міститися у воді водотоків і водойм у концентраціях, що перевищують нормативи, установлені по п. 2.2 даних Правил:			
	2.2. Норми якості води водних об'єктів включають:			

Контрольовані показники та нормовані речовини	Цілі водокористування			
	Господарсько-питні потреби населення	Комунально-побутові потреби населення	Потреби рибного господарства	
			Вища та перша категорії	Друга категорія
	- перелік гранично допустимих концентрацій нормованих речовин у воді водних об'єктів, використовуваних для господарсько-питних і комунально-побутових потреб населення (табл. 1 додатка 2 СанПін N 4630-88); - перелік гранично допустимих концентрацій нормованих речовин у воді водних об'єктів, використовуваних у рибогосподарських цілях (табл. 1 і 2 Узагальненого переліку гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм 1990 р.).			

СанПін 88 [2]

Додаток 3 Гігієнічна класифікації водних об'єктів за ступенями забруднення

Ступінь забруднення	Оціночні показники забруднення для водних об'єктів I и II категорії водокористування							
	Органо-лептичний		Токсикологічний	Санітарний			Бактеріологічний	Індекс забруднення
	Запах, присмак (бали)	ГДК орг. (кратність перевищення)	ГДК токс. (кратність перевищення)	БСК повн. мг/дм³		Розчинний кисень мг/дм³	Число лактозо-позитивних кишкових паличок в 1 дм³	
				I категорія	II категорія			
Допустима	2	1	1	3	6	4	$< 1 \times 10^4$ *	0
Помірна	3	4	3	6	8	3	$1 \times 10^4 \div 1 \times 10^5$	1
Висока	4	8	10	8	10	2	$1 \times 10^5 \div 1 \times 10^6$	2
Занадто висока	>4	>8	100	>8	>10	1	$> 1 \times 10^6$	3

Примітки.

ГДК орг. – гранично допустима концентрація сполук нормованих за органолептичною ознакою шкідливості;

ГДК токс. – гранично допустима концентрація сполук нормованих за токсикологічною ознакою шкідливості;

БСК повн. – наведено рівні біохімічного споживання кисню для водойм I и II категорій водокористування;

* – Для водних об'єктів, що використовуються для купання, допустимий ступінь забруднення – число лактозо-позитивних кишкових паличок в 1 дм³ води не більш за 1×10^3 , при сприятливій епідемічній ситуації в даному районі не більш за 1×10^4 (відповідно змінюється градація показника).

Допустимий ступінь забруднення визначає придатність водного об'єкту для всіх видів водоспоживання населення практично без будь-яких обмежень.

Помірний ступінь забруднення свідчить про відому небезпеку для населення культурно-побутового водокористування на водному об'єкті. Його використання як джерела господарчо-питного водопостачання без зниження рівня хімічного забруднення на очисних водопровідних спорудах може привести до проявленню початкових симптомів інтоксикації у частки населення, особливо при наявності в воді сполук 1 и 2 класів небезпеки.

Високий ступінь забруднення вказує на безумовну небезпеку культурно-побутового водоспоживання на водному об'єкті. Недопустимо використання такого водного об'єкту як джерела господарчо-питного водопостачання за умов складності видалення токсичних сполук в процесі підготовки води на водопровідних спорудах. Уживання для пиття води, яка має високий ступінь забруднення може призвести до появи у населення симптомів інтоксикації та розвитку віддалених ефектів, особливо в випадку присутності у воді сполук 1 и 2 класів небезпеки.

Занадто високий ступінь забруднення водного об'єкту визначає його абсолютну непридатність для всіх видів водокористування. З гігієнічної точки зору таке забруднення є екстремальне високим і навіть короткочасне використання води водного об'єкту небезпечно для здоров'я населення.

Отримані результати. Виходячи з наведених нормативних документів відносно рівнів забруднення, легко складається шкала рівнів якості поверхневих вод, яку визначаємо, як «шкалу придатності води для користування за критеріями якості» (табл. 3). Рівні цієї шкали визначаються не тільки логарифмічною кратністю перевищення ГДК, але і кількістю підконтрольних нормованих показників/речовин, що перевищують ГДК (вищий рівень якості – відсутність перевищення жодної нормованої речовини/показника, нижчий рівень – перевищення більш ніж однієї – > 1) у відповідності «...з найбільш "жорсткими" ГДК у ряді однойменних показників».

За наявністю визначень від 2 до 24 нормованих показників/речовин в дослідженому гідрохімічному матеріалі не було необхідним залучати будь-які інші шкали якості, тим більш, що вони є часто дуже складні у використанні і не мають відносно простого відношення до вже нормованих рівнів забруднення води, на що посиляється ряд авторів [13, 14, 16 і 17].

Таблиця 1. Гранично допустимі концентрації деяких контрольованих показників і нормованих речовин стосовно визначення гідрохімічного забруднення водних об'єктів

Контрольовані показники та нормовані речовини	Одиниці вимірювання величини	Загальні вимоги	Перелік нормованих речовин	ГДК за СанПін 88 [2]				ГДК за Правилами приймання стічних вод N 37 [11]						ГДК за ОБРВ 1990 [3]							
				Відповідно до Додатку 1 (Д1), чи за № у Таблиці 1 Додатку 2 (№)	ГДК	Лімітуючий показник шкідливості	Клас небезпек	№ за Додатком 2 Правил (z0402-02)		Господарсько-питне водопостачання		Рибо-господарське призначення		№ за Основним переліком	№ за Додатковим переліком №1 [4]	ГДК	Лімітуючий показник шкідливості				
								ГДК	Лімітуюча ознака шкідливості	Клас небезпек	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК	Лімітуюча ознака шкідливості								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Завислі речовини	мг/дм³	1	№2 Списку А	Д.1	≤ 50			Примітка 6 Додатку 2										[6]		≤ 50	
Мінералізація води	мг/дм³	4	№3 Списку А	Д.1	1000									[6]							
Розчинений кисень	мгО₂/дм³	2	№1 Списку А	Д.1	≥ 4									[6]		≥ 6					
БСК₅	мгО₂/дм³	7	Список А, Примітка 1	Д.1	≤ 3			Примітка 6 Додатку 2				≤ 15		[6]		≤ 3					
ХСК	мгО₂/дм³	8	Список А, Примітка 2	Д.1	≤ 15			Примітка 6 Додатку 2				≤ 80		[6]							
Гідрокарбонати	мг/дм³	9	№21 Списку В											Примітка "немає" на всі гідрокарбонати				"Не скидати до повного гідролізу"			
Хлоридні іони	мг/дм³	5	№5 Списку А	Д.1	350			155	350	орган	4	300	сан.-токс.	837		300	сан.-токс.				
Сульфатні іони	мг/дм³	6	№4 Списку А	Д.1	500			136	500	орган	4	100	сан.-токс.	731		100	сан.-токс.				
Магній	мг/дм³	9	№82 Списку В	690	20	заг.	3							406		40	токс.				
Кальцій	мг/дм³	9	№61 Списку В											290		180	сан.-токс.				

Контрольовані показники та нормовані речовини	Одиниці вимірювання величини	Загальні вимоги	Перелік нормованих речовин	ГДК за СанПін 88 [2]				ГДК за Правилами приймання стічних вод N 37 [11]						ГДК за ОБРВ 1990 [3]			
				Відповідно до Додатку 1 (ДП), чи за № 2 Таблиці 1 Додатку 2 (№)	ГДК	Лімітуючий показник	Клас небезпек	№ за Додатком 2 Правил (20402-02)	ГДК	Лімітуюча ознака	Господарсько-питне водопостачання	Рибо-господарське призначення	Лімітуюча ознака	№ за Основним переліком	№ за Додатковим переліком №1 [4]	ГДК	Лімітуючий показник
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Натрій	мг/дм ³	9	№95 Списку В	782	200	сан.-токс.	2	126	200	сан.-токс.	2			472		120	сан.-токс.
Водневий показник рН	одиниці рН	3	Список А, Примітка 6	Д.1	6,5 ÷ 8,5									[6]		6,5 ÷ 8,5	
Азот амонійний	мг/дм ³	9	№6 Списку А	47	2	сан.-токс.	3	1	2	сан.-токс.	3	0,5	токс.	29		0,5	токс.
Азот нітритний	мг/дм ³	9	№8 Списку А	818	0,8	сан.-токс.	2	66	0,8	сан.-токс.	2	0,02	токс.	514		0,02	токс.
Азот нітратний	мг/дм ³	9	№7 Списку А	817	10,2	сан.-токс.	3	65	10,2	сан.-токс.	3	9,1	сан.-токс.	513		9,1	сан.-токс.
Фосфатні іони*	мг/дм ³	9	№9 Списку А	460	3,5	заг.	4	93	3,5	заг.	4			286		0,17	сан.-токс.
Запізо загальне	мг/дм ³	9	№59 Списку В	422	0,3	орган. колір	3	33	0,3	орган	3	0,05	токс.		18	0,1	токс.
Мідь	мг/дм ³	9	№91 Списку В	693	1	орган. присмак	3	53	0,1	орган	3	0,05	токс.	416		0,005	токс.
Цинк	мг/дм ³	9	№153 Списку В	1289	1	заг.	3	98	1	заг.	3	0,01	токс.	860		0,01	токс.
Хром (ІІІ)	мг/дм ³	9	№148 Списку В	1264	0,5	сан.-токс.	3	95	0,5	сан.-токс.	3				50	0,03	токс.
Хром (VІ)	мг/дм ³	9	№149 Списку В	1265	0,05	сан.-токс.	3	96	0,05	сан.-токс.	3	0,01	сан.-токс.	845		0,001	сан.-токс.
Свинць	мг/дм ³	9	№113 Списку В	962	0,03	сан.-токс.	2	74	0,03	сан.-токс.	2	0,1	токс.	649		0,1	токс.

Контрольовані речовини та нормовані показники та	Одиниці вимірювання величини	Загальні вимоги	Перелік нормованих речовин	ГДК за СанПін 88 [2]				ГДК за Правилами приймання стічних вод N 37 [11]						ГДК за ОБРВ 1990 [3]			
				Відповідно до Додатку 1 (Д1), чи за № у Таблиці 1 Додатку 2 (№)	ГДК	Лімітуючий показник шкідливості	Клас небезпек	№ за Додатком 2 Правил (20402-02)	ГДК	Лімітуюча ознака шкідливості	Господарсько-питне водопостачання	Рибо-господарське призначення	Лімітуюча ознака шкідливості	№ за основним переліком	№ за Додатковим переліком №1 [4]	ГДК	Лімітуючий показник шкідливості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Нікель	мг/дм ³	9	№98 Списку В	815	0,1	сан.-токс.	3	64	0,1	сан.-токс.	3	0,01	токс.	512		0,01	токс.
Кадмій	мг/дм ³	9	№56 Списку Б	459	0,001	токс.	2	39	0,001	сан.-токс.	2	0,005	токс.	275		0,005	токс.
Нафто-продукти	мг/дм ³	9	№10 Списку А та №97 Списку В	812	0,1	орган. пінна	4	63	0,3	орган	4	0,05	риб.-госп.	508		0,05	риб.-госп.
СПАР*	мг/дм ³	9	№105 та №106 Списку В	12*	0,4	орган. пінна	3	78	0,5	орган	4			15*		0,028	токс.
Феноли	мг/дм ³	9	№139 Списку В	1192	0,001	орган. запахи	4	91	0,001	орган	4	0,01	риб.-госп.	806		0,001	риб.-госп.
Мартанець	мг/дм ³	9	№83 Списку В	691	0,1	орган. копір	3	51	0,1	орган	3	0,01	токс.	411		0,01	токс.
Кобальт	мг/дм ³	9	№73 Списку В	566	0,1	сан.-токс.	2	42	0,1	сан.-токс.	2	0,05	токс.	322		0,01	токс.

Примітки.

* – Лист №12 6/5 від 30.03.95 [5]

Атрибути відносно термінології збережено за цитованими нормативами

**Таблиця 2. Нормовані критерії та класифікація
за станом забруднення водних об'єктів**

Контрольовані показники та нормовані речовини	Одиниці вимірювання величини	ГДК за СанПін 88 [2]				Критерії забруднення за Додатком 2 Єдиного міжвідомчого керівництва N485 [10]			
		Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення (Додаток 3), ступінь перевищення ГДК				Екстремальна високі рівні забруднення (ЕВЗ)	Високі рівні забруднення (ВЗ)	Найбільш «жорсткі» ГДК	
		Допустима	Помірна	Висока	Занадто висока			ГДК	Норматив
Завислі речовини	мг/дм ³				> 50	> 50	15 ÷ 50	≤ 15	z0402-02-Примітка 6 Додатку 2 [11]
Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	4	4 ÷ 3	3 ÷ 2	2 ÷ 1	< 2	2 ÷ 3	≥ 6	ОБРВ 1990 [3]
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	3 ÷ 6	6 ÷ 8	8 ÷ 10	> 10	> 60	15 ÷ 60	≤ 3	ОБРВ 1990 [3]
ХСК	мгО ₂ /дм ³					> 80	15 ÷ 80	≤ 15	СанПін 88 [2]
Хлоридні іони	мг/дм ³					> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	300	ОБРВ 1990 [3]
Сульфатні іони	мг/дм ³					> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	100	ОБРВ 1990 [3]
Магній	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	20	СанПін 88 [2]
Кальцій	мг/дм ³					> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	180	ОБРВ 1990 [3]
Натрій	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	120	ОБРВ 1990 [3]
Азот амонійний	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,5	ОБРВ 1990 [3]
Азот нітритний	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,02	ОБРВ 1990 [3]
Азот нітратний	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	9,1	ОБРВ 1990 [3]
Фосфатні іони	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,17	ОБРВ 1990 [3]
Залізо загальне	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,05	z0402-02-Примітка 6 Додатку 2 [11]
Мідь	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	30 ÷ 100 ГДК	0,005	ОБРВ 1990 [3]
Цинк	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,01	ОБРВ 1990 [3]
Хром (III)	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,03	ОБРВ 1990 [3]
Хром (VI)	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,001	ОБРВ 1990 [3]
Свинець	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,03	СанПін 88 [2]
Нікель	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,01	ОБРВ 1990 [3]
Кадмій	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,001	СанПін 88 [2]
Нафтопродукти	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	30 ÷ 100 ГДК	0,05	ОБРВ 1990 [3]
СПАР	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,028	ОБРВ 1990 [3]
Феноли	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	30 ÷ 100 ГДК	0,001	СанПін 88 [2]
Марганець	мг/дм ³	1	4	8	> 8	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,01	ОБРВ 1990 [3]
Кобальт	мг/дм ³	1	3	10	100	> 100 ГДК	10 ÷ 100 ГДК	0,005	z0402-02-Примітка 6 Додатку 2 [11]

Таблиця 3. Критерії якості води

Рівень придатності води до користування	Рівні забруднення води	Кратність ГДК	Кількість показників/речовин за перевищенням
Нормальна	Допустимий	<1	0
Умовно нормальна	Помірний	1÷10	1
Задовільна			>1
Погана	Високий	10÷100	1
Дуже погана			>1
Небезпечна	Екстремально високій	>100	1
Шкідлива			>1

Примітки. Завислі речовини, розчинений кисень, БСК₅ та ХСК розраховуються безпосередньо за інтервалами значень

Шкала «придатності» води є в дійсності дещо розширеною шкалою рівнів гігієнічної класифікації водних об'єктів за ступенями забруднення [2] і відповідає потребам «корисності» при застосуванні моделювання у відповідності до математичного апарату теорії ризиків [15].

Після перерахунку дослідного пакету гідрохімічної інформації за цією шкалою придатності поверхневих вод до використання, отримані результати вражають інформативністю стосовно напрямку їх використання.

Розберемо інформацію, яка відображена на рис. 1.

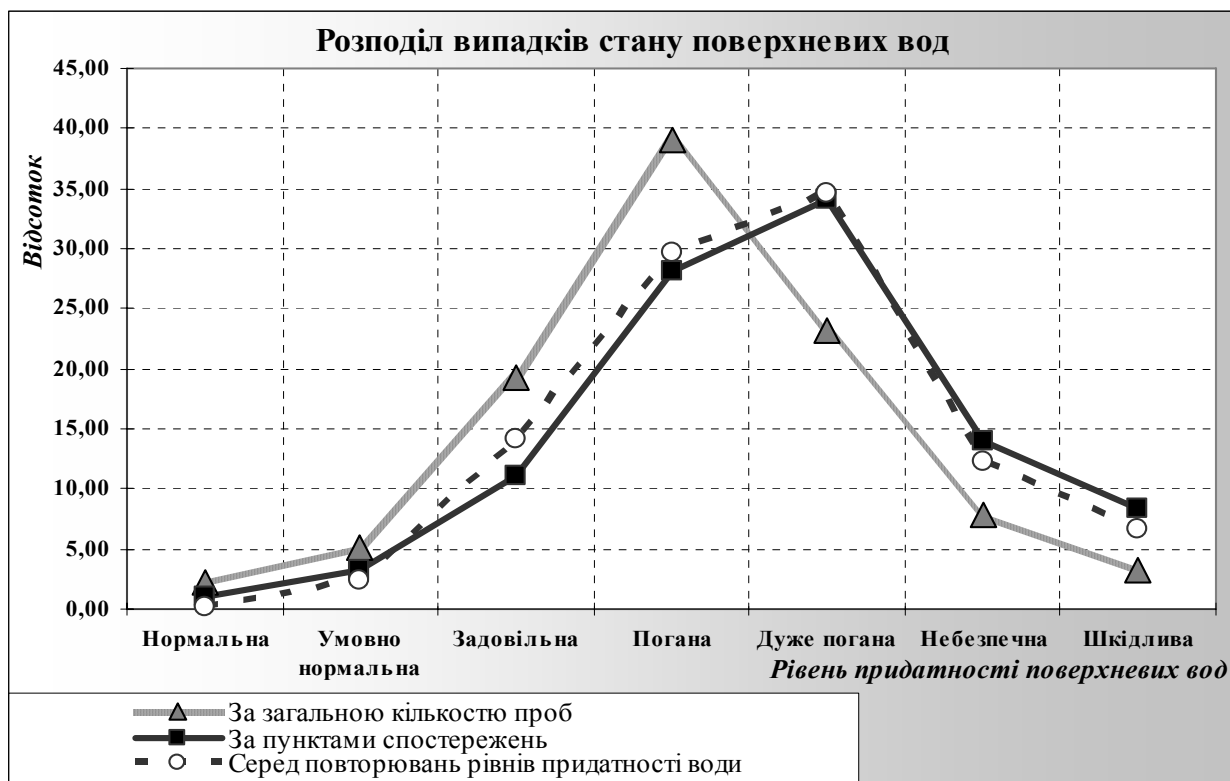


Рис. 1. Діаграма розподілу стану поверхневих вод за сукупною гідрохімічною інформацією Мінприроди України за календарний рік (жовтень 2007 року – вересень 2008 року)

1. Розподіл рівнів якості поверхневих вод за наявною кількістю проб має вигляд статистичного розподілу нормального типу з максимумом «поганого» стану.

2. Два інших розподіли (за пунктами спостереження та за повторами рівнів якості у цих пунктах) мають майже ідентичний вигляд і статистично можуть бути апроксимовані асиметричним статистичним розподілом нормального типу з максимумом по «дуже поганому» рівню.

Різниця між першою та другими групами кривих пояснюється тим, що на пунктах спостереження відбір проб роблять неодноразово і рівень якості води в пунктах спостереження може бути суттєво різний (між пробами за часом відбору). Сумарна кількість аналізованих проб і пунктів спостережень має значну різницю, тому на діаграмі наведено відсоткове співвідношення.

Синхронність кривих другої групи відповідає тому, що об'єкти спостереження знаходяться у відносно стабільному стані, тому крива розподілу кількості об'єктів співпадає з кривою розподілу повторюваності їх стану.

Між тим, гідрохімічні дослідження часто виконуються на проблемних об'єктах, якими є всі типи гідротехнічних споруд (водозабори, водоводи та водоскиди з очисних споруд тощо) і місця масового відпочинку населення.

Як видно з діаграми на рис. 2 «задовільний» стан якості води має максимальний коефіцієнт повторювання, що вказує на найбільш поширений рівень якості поверхневих вод серед відібраних проб.

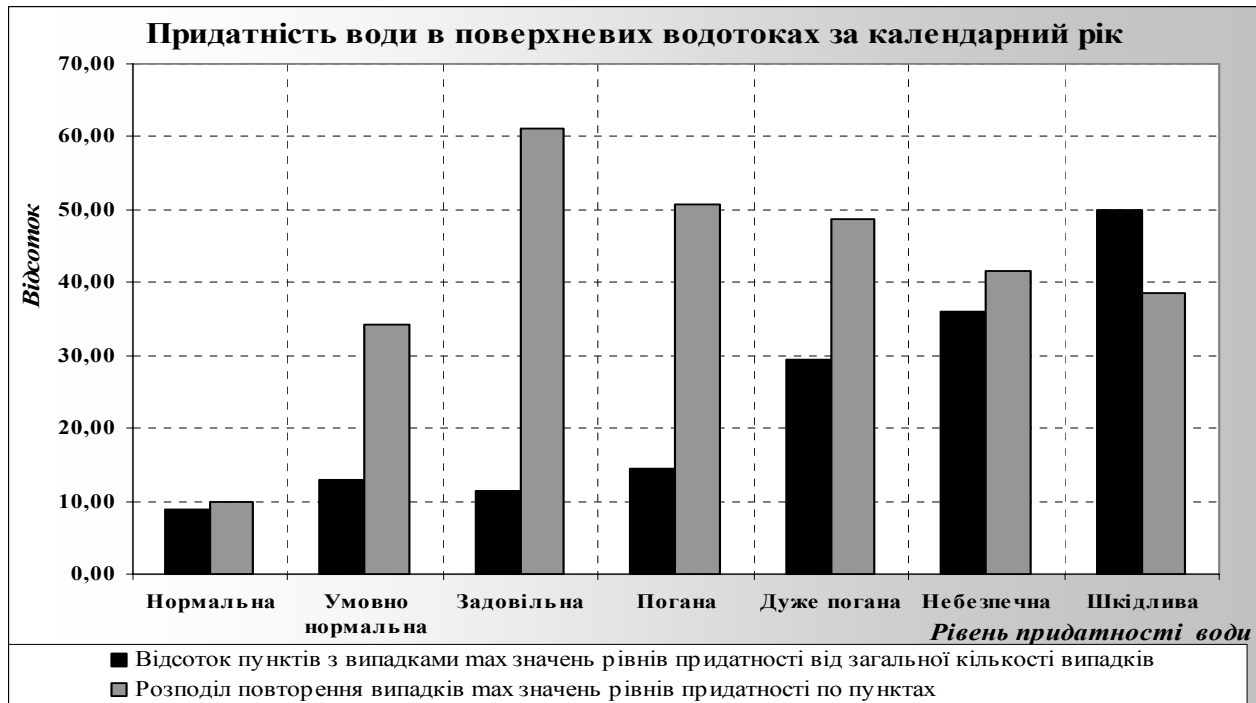


Рис. 2. Розподіл за станом якості поверхневих вод України у календарному році (жовтень 2007 року – вересень 2008 року)

Зріст відсотку пунктів за рівнем забруднення відносно загальної кількості проб вказує на значну увагу до більш проблемних об'єктів

водокористування (збільшення пунктів/створів спостереження на об'єктах особливої уваги тощо).

Зменшення коефіцієнту повторювання максимальних рівнів забруднення від «задовільного» стану води в обидва боки (рис. 2) вказує не на погіршення загального стану поверхневих вод, а на більш рідкіше обстеження ще незабруднених поверхневих водотоків та на ефективність дій щодо поліпшення якості зворотних вод.

На рис. 3. наведено просторове розташування на території України точок з крайніми значеннями рівнів придатності води відповідно до розглянутого пакету даних.



Рис. 3. Розташування гідрологічних пунктів спостережень на території України де за період гідрохімічних обстежень не виявлене хімічне забруднення і виявлене повторювання екстремальне високих рівнів хімічного забруднення поверхневих вод

Результати отримані на основі аналізу сукупних даних від суб'єктів моніторингу поверхневих вод (а саме від санепідемстанцій, водогосподарств і екологічних інспекцій) можна використати для досліджень загального стану виявлених проблемних місць.

Так, на рис. 4 відображено співвідношення кількості пунктів спостереження, розподілених за виявленим станом придатності води, між суб'єктами моніторингу. З нього витікає, що спостереження в місцях, вода в котрих відповідає рівням придатності «погана», «дуже погана» і «небезпечна» в об'ємі понад 2/3 від загальної кількості залучених пунктів спостережень, виконують Держводгосп і Держекоінспекція.

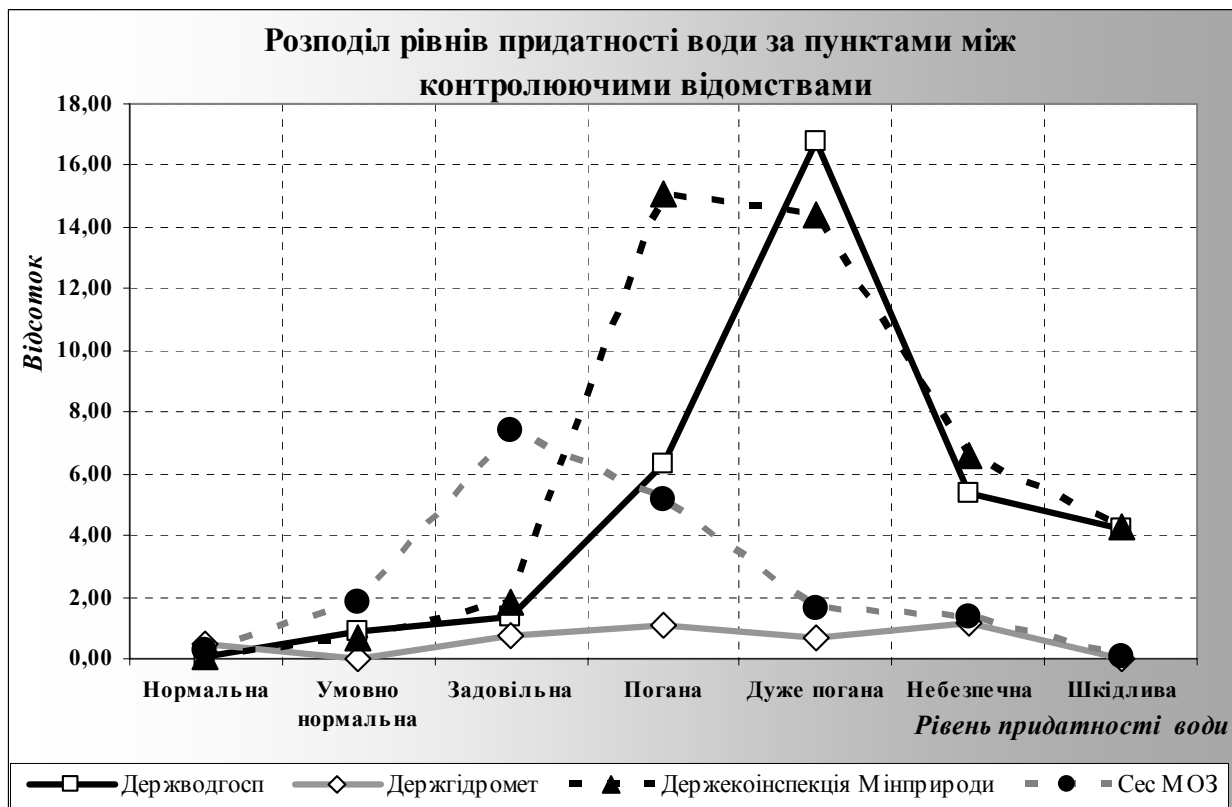


Рис. 4. Співвідношення кількості пунктів спостереження, розподілених за виявленим станом придатності води, між суб'єктами моніторингу забруднення поверхневих водотоків

На рис. 5 і 6 відображено відсотковий розподіл виявлених рівнів придатності води та повторювання випадків по пунктах спостережень окремих суб'єктів моніторингу. Де показано, що принципова різниця між розподілом виявлених рівнів придатності води та повторюваннями випадків по пунктах спостережень Держводгоспу, Держекоінспекції і Державної санітарно-епідеміологічної служби практично відсутня.

Але відсотковий розподіл пунктів підконтрольних Держгідромету за виявленими рівнями придатності води та повторювання випадків суттєво різняться. Так, на діаграмі виявлених рівнів придатності (рис. 5) спостерігається три піки за наступними рівнями: «нормальна», «погана» і «небезпечна». А на діаграмі виявлених повторювань рівнів придатності (рис.6) – два піки: «задовільна» і «дуже погана».

Висновки. З виконаної роботи витікає, що намагатися робити загальні висновки відносно екологічного стану якого-небудь регіону тільки на основі гідрохімічної інформації не зовсім правомірно, оскільки така інформація характеризує виключно підконтрольні об'єкти.

Тільки після спеціальної підготовки (фільтрації, виділення і відбір адекватної інформації за синхронністю часу та частоти відбору проб і відповідності просторового розташування на гідрологічній мережі) ці дані можливо використовувати як окремі додатки до репрезентативного пакету базової еколого-гідрохімічної інформації при аналізі загальної якості поверхневих вод на певній території.

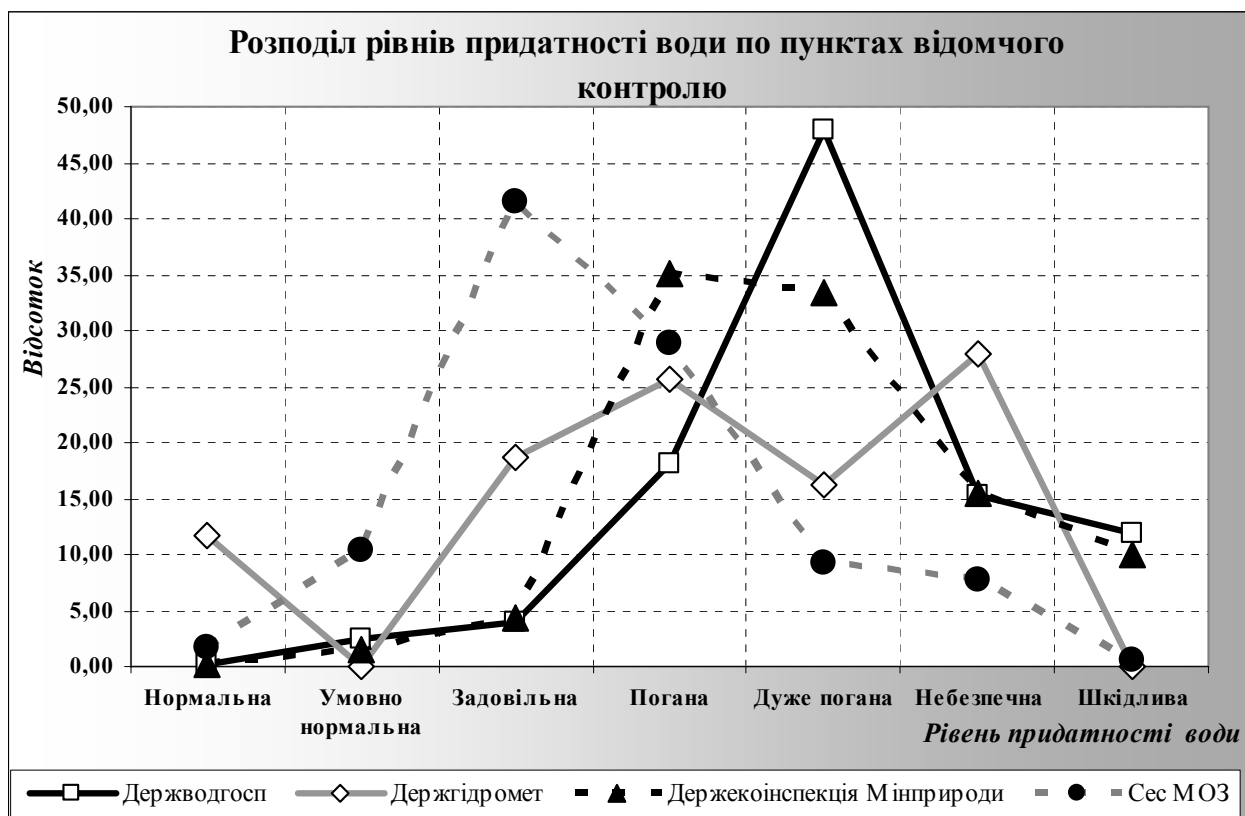


Рис. 5. Розподіл рівнів придатності води по пунктах спостережень окремих суб'єктів моніторингу поверхневих водотоків в дослідному пакеті гідрохімічних даних

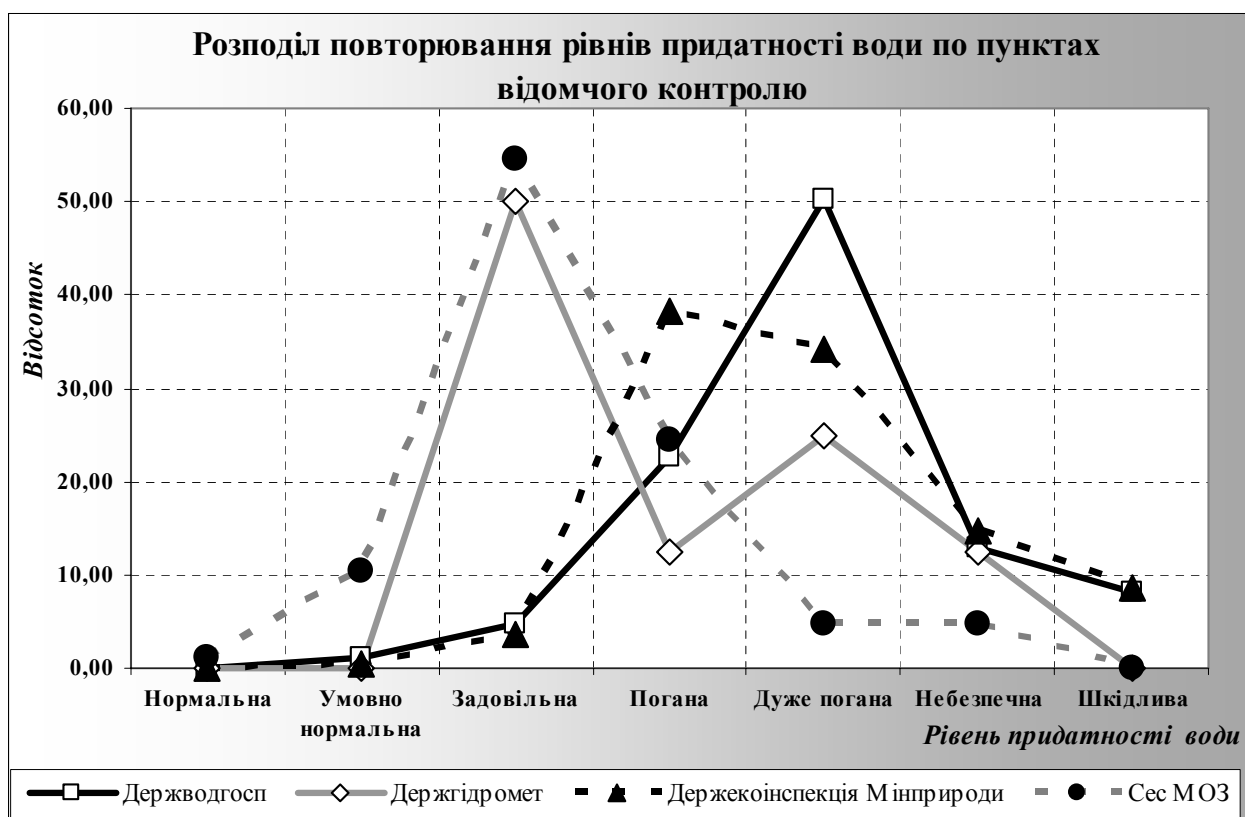


Рис. 6. Розподіл повторювань рівнів придатності води по пунктах спостережень окремих суб'єктами моніторингу поверхневих водотоків в дослідному пакеті гідрохімічних даних

За доцільне наявний пакет гідрохімічної інформації щодо стану поверхневих водотоків розглядати за наступними тезами:

- загальне фоновий гідрохімічний стан поверхневих водотоків (малі, середні та великі річки безпосередньо до населених пунктів і виробничих підприємств та поверхневі водотоки заповідних зон тощо);
- гідрохімічний стан місць масового відпочинку населення і курортних зон;
- гідрохімічний стан питних водозаборів;
- гідрохімічний стан проблемних місць на поверхневих водотоках (зони впливу скидів з очисних споруд зворотних вод, шахтних вод та вод з хвостосховищ гірничої промисловості тощо).

Автори щиро дякують Набиванцю Ю.Б. та Хільчевському В.К. за співробітництво і конструктивні коментарі, враховані при написанні статті.

Список літератури

1. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязненности природных вод – коэффициента загрязненности (КЗ) / Утв. Минводхозом СССР N 13-3-05/532 от 28.05.82. – Харьков : ВНИИВО, 1982. – 10 с.
2. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (СанПиН №4630-88). – М.: МЗО СССР, 1988. – 15 с.
3. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм. – М.: Мінрибгосп СРСР, 1990 р. – 49 с.
4. Додатковий перелік 1 гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм до «Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) і орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) шкідливих речовин для вод рибогосподарських водойм». – М. : Главрибвод СССР, 28.12.1990. – (електронний ресурс) : режим доступу: http://kerch.us/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=56&task=view.download&cid=8.
5. Лист Мін. охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України №12-6/5 від 30.03.95 р. – (електронний ресурс) : режим доступу: http://kerch.us/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=56&task=view.download&cid=8.
6. Правила охорони поверхневих вод., Державний комітет СРСР з охорони природи., 21.02.1991 <http://zakon.nau.ua/doc/?code=n0002400-91>.
7. Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами (Розд.1 Інструкції)., Мін. охорони навколишнього середовища України., Наказ N116 від 15 грудня 1994 року. – режим доступу <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0313-94>.
8. Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується. Кабінет Міністрів України; Постанова від 11.09.1996 №1100 <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1100-96-%EF>.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. ; Затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.03.98 N 44. – К. : Символ–Т, 1998. – 28 с.
10. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. – К. Міністерство екології та природних ресурсів України. Наказ N 485, 24.12.2001. http://uazakon.com/documents/date_8r/pg_izgvxm/index.htm.
11. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Наказ Держбуду України 19.02.2002 року N37 - <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z0403-02>.
12. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання Людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)., МОЗ України; Вимоги від 12.05.2010 №400, Зареєстровано: Мін'юст України від 01.07.2010 № 452/17747 <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0452-10&c=1#Current>.
13. Верниченко

А.А., Комплексная оценка экологического состояния водных объектов. / Системы контроля окружающей среды: / А.А.Верниченко, Д.Ю.Верниченко-Цветков // Сб. научн. тр. / НАН Украины. МГИ: Севастополь, 2002. – С. 349–353 – режим доступа: http://scholar.google.com/scholar_host?q=info:tepL5aaFb4J:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0&pg=347&output=viewport. 14. Гагарина О.В. Обзор методов комплексной оценки качества поверхностных вод. / О.В. Гагарина / Науки о земле. – 2005. – №11. – С. 45–58. 15. Новоселов А.А. Математическое моделирование финансовых рисков: теория измерения. / А.А.Новоселов. – Новосибирск : Наука, 2001. – 99 с. 16. Колісник А.В., Юрасов С.М. Вдосконалення методики комплексної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. / А.В.Колісник, С.М.Юрасов / Вісник ОДЕУ. – 2009. – Вип. 7. – С. 192–202. 17. Палагин Е.Д Совершенствование системы прогнозирования и оценки загрязненности водных объектов : автореф. дисс. на стиск. уч. степени канд.. тех. наук / Палагин Евгений Дмитриевич. – Самара, 2007. – 19 с.

Гідрохімічна інформація й стан поверхневих вод

Шумов С.М., Терлик Т.А., Вишар І.С.

Дослідження гідрохімічної інформації отриманої на мережі спостережень чотирьох державних суб'єктів моніторингу поверхневих водотоків показало, що аналізований матеріал доцільно розглядати щодо стану окремих місць поверхневих водотоків (зони масовий відпочинок населення, райони водозаборів і зони впливу збросів з очисних гідротехнічних споруд) і використовувати при загальному аналізі гідрохімічного стану поверхневих вод як інформація про проблемні місця.

Ключові слова: інформація; забруднення; придатність; частота; проблемні місця.

Гидрохимическая информация и состояние поверхностных вод

Шумов С.Н., Терлык Т.А., Вишар И.С.

Исследование гидрохимической информации полученной на сети наблюдений четырех государственных субъектов мониторинга поверхностных водотоков показало, что анализируемый материал целесообразно рассматривать относительно состояния отдельных мест поверхностных водотоков (зоны массового отдыха населения, районы водозаборов и зоны влияния сбросов из очистных гидротехнических сооружений) и использовать при общем анализе гидрохимического состояния поверхностных вод в качестве информации о проблемных местах.

Ключевые слова: информация; загрязнение; пригодность; частота; проблемные места.

The hydrochemical information and condition of superficial waters

Shumov S.N., Terlyk T.A., Vishar I.S.

Research of the hydrochemical information received on a network of supervision of four state subjects of monitoring of superficial water-currents has shown, that the analyzed material is expedient for examining concerning a condition of separate places of superficial water-currents (a zone mass rest of the population, areas of water-fences and zones of influence of dumps from clearing hydraulic engineering constructions) and to use at the general analysis of a hydrochemical condition of superficial waters as the information on problem places.

Keywords: the information; pollution; suitability; frequency; problem places.

Надійшла до редколегії 19.10.2011

Хільчевский В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Гончар О.М.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІСТРА

Ключові слова: гіdroхімічний режим, головні іони, мінералізація, весняна повінь, літньо-осіння межень, зимова межень, паводки

Постановка проблеми. Природний стан річкових вод у світі, і в Україні зокрема, у значній мірі трансформується під впливом антропогенного навантаження, а також в результаті регулювання стоку. Різноманітність природних факторів і антропогенного впливу на води річок вже знаходять негативне відображення у їх хімічному складі. Знання про хімічний склад води і його поведінку необхідне для вирішення як теоретичних, так і практичних питань, зокрема, під час оцінки питних, технічних, зрошувальних властивостей води, дозволяє вирішувати завдання прогнозування гіdroхімічного режиму тих чи інших водних об'єктів при тривалій експлуатації.

Дністер є другою за розмірами рікою України і головною водною артерією Західної України. Питною водою з Дністра та його приток забезпечуються Львів, Івано-Франківськ, Чернівці, Одеса та інші менші міста. В басейні Дністра сконцентрована видобувна промисловість нафти і газу, солей, розвинута хімічна, деревообробна, цукрова, паперово-целюлозна промисловість, енергетика, сільське господарство. Звідси стає зрозумілим, наскільки важливим є стан водних ресурсів Дністра та його басейну в цілому. Отже, дослідження динаміки вмісту головних іонів та мінералізації води, тенденції зміни їх параметрів є вкрай актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню хімічного складу води річки Дністер присвячено чимало робіт. Однак як за характером, так і за методикою постановки досліджень вони досить різноманітні. Аналітичний матеріал неоднорідний і роз'єднаний, відноситься до різних ділянок річки і гирла, різноманітний за своїм складом і об'ємом, використаними для хімічного аналізу методами. Хімічний склад вод річок України, переважно великих та середніх, досить добре вивчений і висвітлений у працях В.І. Пелешенка (1975, 1985, 1992), Л.М. Горєва (1985, 1992, 1996), А.М. Никанорова (1982, 1987, 1989, 1990), В.К. Хільчевського (1993, 1997, 1999). У більшості праць систематизація природних вод проводиться за класифікацією О.А. Алекіна із визначенням класу і групи, рідше типу.

Гідрологія, гіdroхімія і гіdroекологія. – 2011. – Т.3(24)

Багаторічні систематичні спостереження за гідрохімічним режимом Дністра та його приток не проводились. Окремі дані наведені у працях 50-60-х років. Як вже зазначалось, у роботах вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка і В.К. Хільчевського, присвячених дослідженню хімічного складу річкових вод України в цілому, наводиться діапазон середніх багаторічних даних про хімічний склад води р. Дністер. Н.М. Осадча та В.І. Осадчий розглядаючи особливості формування хімічного складу поверхневих вод України в 2000 р. відзначають зміни сольового складу у водах Дністра. Умови формування гідрохімічного режиму річок басейну Верхнього Дністра охарактеризовані у роботі Т.В. Боднарчук Формуванню стоку хімічних речовин, зокрема сульфат-іонів, та його оцінці присвячена робота В.К. Хільчевського та С.Д. Аксьом

Постановка завдання. Завданням даної роботи було дослідити довготривалі тенденції зміни у воді річок басейну Дністра мінералізації та основних компонентів сольового складу води (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ та K^+) та їх просторово-часову динаміку за період 1994-2009 рр.

Матеріали та методика дослідження. Інформаційною основою для дослідження гідрохімічного режиму поверхневих вод басейну Дністра слугували матеріали первинних статистичних і відомчих матеріалів Гідрометслужби України та Дністровського басейнового управління на мережі спостережень за станом поверхневих вод за період 1994-2009 рр. В роботі задіяно 40 пунктів спостереження: 17 – на р. Дністер, 23 – на його притоках.

Басейн Дністра неоднорідний за фізико-географічними умовами. Його територія в геоморфологічному відношенні поділяється на три частини – гірську (Верхню), Середню (Подільську) та Нижню (Південну), що прилягає до Чорного моря. В межах кожної з них сформовані особливі кліматичні, орографічні, гідрологічні та ґрунтові умови, які безпосередньо відображаються на умовах формування хімічного складу річок басейну Дністра. В роботі гідрохімічний режим поверхневих вод басейну Дністра досліджувався у розрізі частин басейну відповідно до зміни геологічної будови та природних умов території: Верхньої, Середньої та Нижньої частин басейну. Зокрема до Верхньої частини басейну р. Дністер відносяться басейни верхніх, головним чином правих, приток Дністра, верхів'я самого Дністра та верхніх лівих його приток до р. Стрв'яж включно. В межах Середньої частини басейну нами розглядається територія басейну розташована в межах Волино-Подільської плити до якої включено всі лівобережні притоки р. Дністер. Нижня частина басейну орографічно приурочена до Причорноморської низовини і прилягає до Чорного моря. Слід відзначити, що в даній роботі представлено результати гідрохімічних досліджень української частини басейну р. Дністер. Територія басейну, розташована в межах Молдови, не включена до дослідження.

Гідрологічний режим річок басейну Дністра характеризується значною мінливістю за короткі проміжки часу. Неперервне чергування паводків різної

величини та інтенсивності є однією з головних особливостей гідрологічного режиму Дністра і його приток, які мають зону живлення в Карпатах. Вихідну гідрохімічну інформацію за період 1994-2009 рр. по кожному пункту спостереження було сформовано відповідно до основних гідрологічних сезонів (характерних для річок басейну Дністра): весняної повені, літньо-осінньої межені, літньо-осінніх паводків, зимової межені. Це дало змогу виділити генетично однорідні сукупності, що характеризують періоди з переважанням тих чи інших процесів формування хімічного складу річкових вод під впливом сезонних змін.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, хімічний склад поверхневих вод не постійний у часі і змінюється відповідно до переважання протягом року в стоці вод різних генетичних категорій, таких як: поверхнево-схилових, ґрунтово-поверхневих та підземних вод. Гідрохімічний режим річок басейну Дністра формується в різних фізико-географічних умовах, що в першу чергу відображається на особливостях зміни вмісту головних іонів. Зокрема, іонний склад річкових вод гірської території басейну Дністра формується в умовах гірського рельєфу та високої вологості і характеризується малими величинами мінералізації та вираженим гідрокарбонатно-кальцієвим складом їх вод. В межах рівнинної частини басейну Дністра, іонний склад поверхневих вод формується під впливом карбонатних та гіпсоносних порід Подільського плато.

Головними іонами сольового складу річкових вод є HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ та K^+ , походження яких у водах пов'язано, в основному, з розчиненням солей, які утворюють гірські породи і ґрунти, та з процесами іонного обміну.

Гідрокарбонатні іони HCO_3^- є найважливішою частиною хімічного складу природних вод і в більшості випадків зумовлюють їх клас – гідрокарбонатний чи карбонатний [2]. Вміст їх у річкових водах коливається від 50 до 500 мг/дм³ (в рідких випадках його вміст буває і вище 500 мг/дм³). Концентрація HCO_3^- у природних водах має суттєве значення при використанні їх для водопостачання, так-як наявність $\text{Ca}[\text{HCO}_3]_2$ у воді зумовлює їх, так звану, карбонатну жорсткість, яка викликає утворення накипу.

Із проаналізованої динаміки вмісту іону HCO_3^- у воді річок басейну Дністра (за багаторічний період досліджень), можна відзначити виявлену закономірність, щодо зміни концентрацій гідрокарбонатів відповідно до зміни гідрологічних сезонів (рис. 1, табл. 1). Зменшення концентрації HCO_3^- у багатоводні періоди (весняна повінь, літньо-осінні паводки), та підвищення їх кількості в меженні періоди. А саме, виявлена закономірність підтверджується по 26 пунктах спостережень за хімічним складом поверхневих вод басейну Дністра, що становить 65% від досліджуваних створів. Слід відзначити просторову відмінність у зміні вмісту гідрокарбонатів в межах басейну Дністра. Зокрема, концентрація HCO_3^- у воді приток басейну збільшується у південно-східному напрямку (див. табл.

Таблиця 1. Середні концентрації головних іонів і величини мінералізації води р. Дністер у різних частинах басейну (1994-2009 рр.), мг/дм³

Головна річка чи її притоки	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Σ _i
<i>Весняна повінь</i>							
р. Дністер Верхня частина	179,5	17,4	28,4	54,8	9,4	15,0	304,4
р. Дністер Середня частина	184,5	53,3	40,3	57,4	11,2	31,1	404,5
р. Дністер Нижня частина	166,4	95	51	48,8	26,7	38	387,9
Гірські притоки р. Дністер	126,3	48,1	75,9	43,7	9,4	53,9	357,3
Притоки середньої частини р. Дністер	235,8	40,9	25,4	77,7	11,6	15,1	406,5
<i>Літньо-осіння межень</i>							
р. Дністер Верхня частина	196,4	30,5	44,7	64,9	11,7	23,6	371,7
р. Дністер Середня частина	182,3	54,8	41,3	58,4	12,5	34,7	411,9
р. Дністер Нижня частина	188,42	85,83	43,8 6	59,0 8	24,7 2	43,2	445,1
Гірські притоки р. Дністер	146,4	32,7	48,2	46,4	11,4	30,2	315,3
Притоки середньої частини р. Дністер	256,4	23,0	28,6	77,2	11,4	17,2	413,9
<i>Літньо-осінні паводки</i>							
р. Дністер Верхня частина	179,5	17,4	28,4	54,8	9,4	15,0	304,4
р. Дністер Середня частина	184,5	53,3	40,3	57,4	11,2	31,1	404,5
р. Дністер Нижня частина	166,4	95	51	48,8	26,7	38	425,9
Гірські притоки р. Дністер	126,3	48,1	75,9	43,7	9,4	53,9	357,3
Притоки середньої частини р. Дністер	235,8	40,9	25,4	77,7	11,6	15,1	406,5
<i>Зимова межень</i>							
р. Дністер Верхня частина	215,7	42,6	51,8	71,6	11,4	34,8	427,9
р. Дністер Середня частина	199,2	52,6	43,5	67,1	12,7	23,7	420,1
р. Дністер Нижня частина	234,55	101,78	59,2 1	62,0 4	28,5	40,1	520,0
Гірські притоки р. Дністер	141,4	51,7	65,7	48,2	11,8	52,2	371,0
Притоки середньої частини р. Дністер	299,3	25,8	31,1	92,3	13,7	18,3	480,5

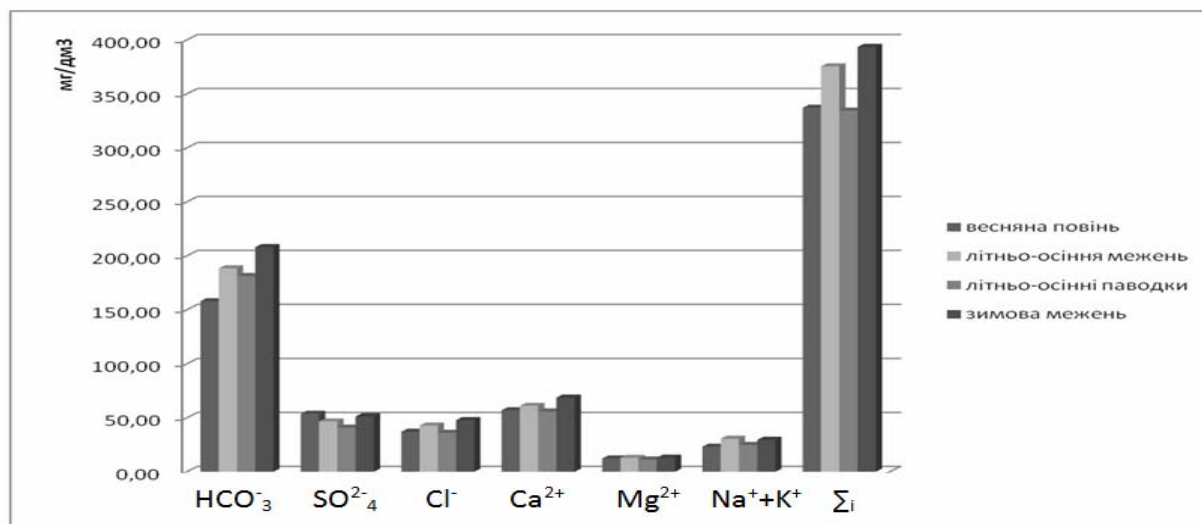


Рис. 1. Розподіл концентрацій головних іонів у воді р. Дністер за багаторічними показниками (1994-2009 рр.), мг/дм³

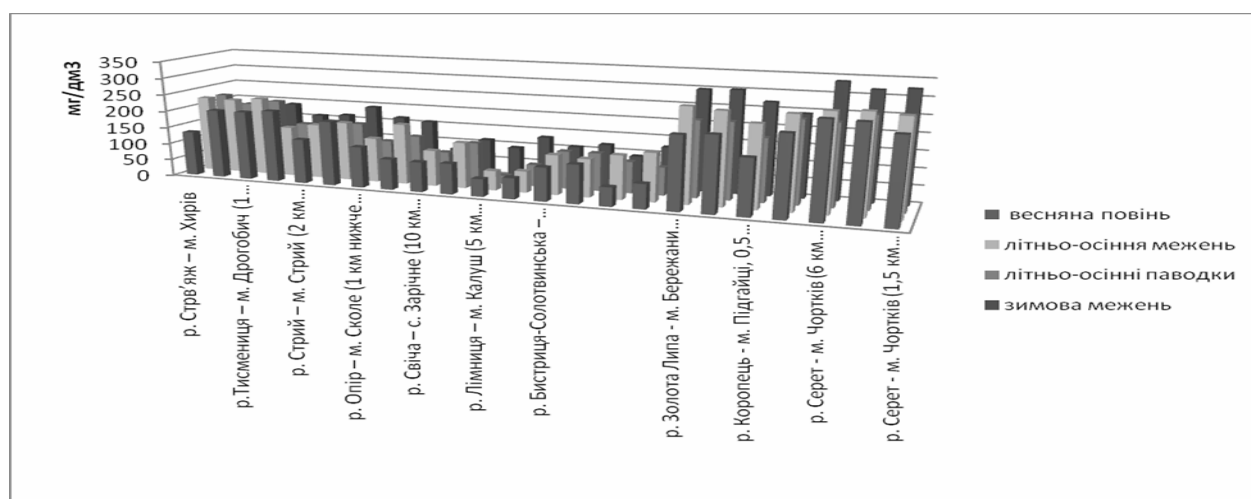


Рис. 2 Сезонний розподіл гідрокарбонатів у воді приток басейну Дністра (1994-2009 рр.), мг/дм³

1, рис. 2). Більші значення концентрації гідрокарбонатів як абсолютні, так і усереднені за багаторічний період відмічаються у воді рівнинних приток басейну, в той час коли у воді гірських та передгірних приток Дністра концентрація HCO₃⁻ є нижчою у середньому на 100-150 мг/дм³. По довжині власне р. Дністер така закономірність також спостерігається, та слід відзначити, що підвищення концентрації гідрокарбонатів у південно-східному напрямку є значно меншою і у середньому збільшується на 10-30 мг/дм³.

Сульфатні іони (SO₄²⁻) присутні практично у всіх природних водах і, зазвичай, займають друге місце за вмістом після HCO₃⁻. Вони потрапляють у воду головним чином в результаті хімічного вивітрювання з осадовими породами, під час окиснення сульфідів (поширених у земній корі), розчинення мінералів що містять сірку (зазвичай гіпсу). Є також сульфати антропогенного походження, вміст яких зумовлюється розкладанням

речовин, наявних у промислових і господарсько-побутових стічних водах [2, 3]. Отже, режим сульфатів визначають окисно-відновні процеси, біологічна ситуація у водному об'єкті та господарська діяльність людини.

Концентрація SO_4^- у поверхневих водах басейну Дністра значно менша ніж HCO_3^- і приблизно еквівалентна концентрації Cl^- , що пов'язано із особливостями хімічного складу води. Чіткого зв'язку зміни вмісту сульфатних іонів із зміною водності річок басейну Дністра не виявлено (див. табл. 1, рис. 1). Середня концентрація сульфатних іонів у воді р. Дністер (за багаторічними показниками) під час весняної повені становить $53,8 \text{ мг/дм}^3$, зменшуючись у меженний період до $46,6 \text{ мг/дм}^3$, під час літньо-осінньої межені та $51,4 \text{ мг/дм}^3$ під час зимової межені. Щодо територіальних відмінностей у концентраціях SO_4^{2-} то високі значення вмісту SO_4^{2-} у всі гідрологічні сезони виявлено у воді р. Тисмениця (м. Дрогобич, вище і нижче міста) (рис. 3). Відтак, середнобагаторічна концентрація сульфатних іонів у період зимової межені у воді р. Тисмениця становить 230 мг/дм^3 , виходячи за межі встановлених нормативів. Під час весняної повені вміст SO_4^{2-} також вищий за ГДК і становить $295,1 \text{ мг/дм}^3$. Високі концентрації сульфатних іонів у воді р. Тисмениця пов'язані з особливостями геологічної будови даної частини басейну. У воді р. Дністер помітна тенденція до збільшення середнобагаторічних концентрацій SO_4^{2-} у південно-східному напрямку з максимальними значеннями у воді створу с. Маяки (Нижня частина басейну). Також високий вміст сульфатних іонів, слід відмітити у воді Дністровського водосховища.

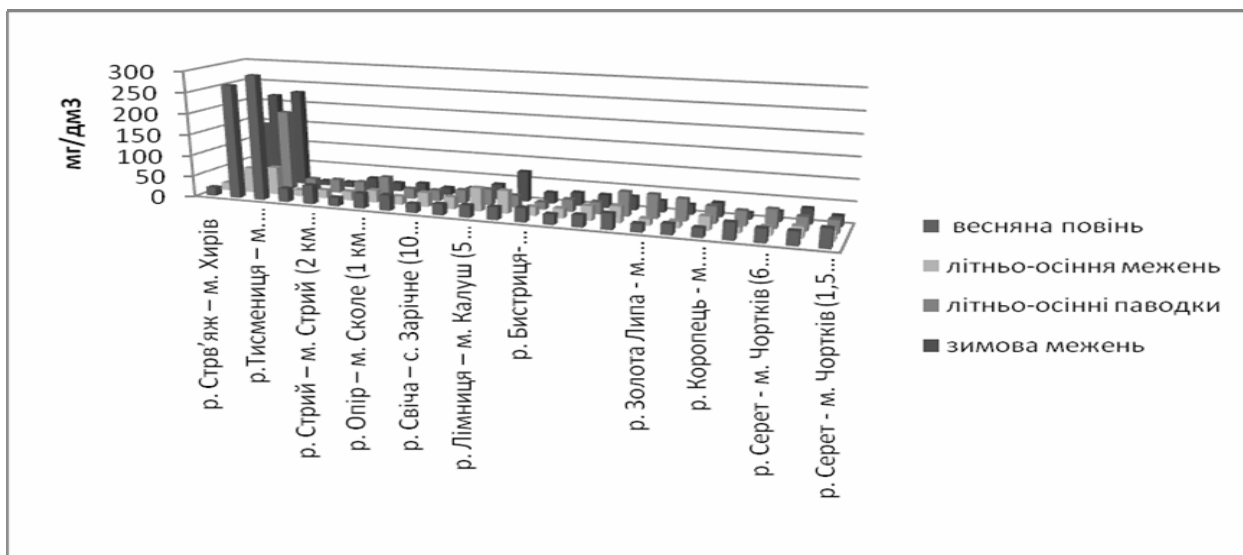


Рис. 3. Сезонний розподіл сульфатних іонів у воді приток басейну р. Дністер (1994-2009 рр.), мг/дм^3

Хлоридні іони (Cl^-) відносять до головних іонів хімічного складу природних вод. Вони характеризуються високою міграційною здатністю, що пояснюється їх доброю розчинністю, слабкою здатністю до сорбції на завислих речовинах та до споживання водними організмами. У природні води Cl^- надходять шляхом розчинення хлорвмісних мінералів та соленосних

відкладів. У річкових водах слабкої та середньої мінералізації вміст хлору зазвичай не перевищує 50 мг/дм³. Підвищений вміст його в цих водах пов'язаний із забрудненням промисловими і господарсько-побутовими стічними водами.

Сезонна динаміка хлоридних іонів у воді басейну Дністра характеризується збільшенням їх вмісту під час меженних періодів та зменшенням у періоди підвищення водності. Під час весняної повені середньобагаторічна концентрація хлоридних іонів у воді р. Дністер становить 37,1 мг/дм³. Збільшення їх вмісту характерне під час зимової межени і становить 47,8 мг/дм³. Просторова динаміка хлоридних іонів у поверхневих водах басейну Дністра характеризується збільшенням їх концентрації у рівнинній частині басейну (лівобережних приток р. Дністер) (див. табл.1). Максимальні значення концентрації у всі сезони СГ відзначено у воді р. Дністер по створу м. Розділ, що пов'язано із функціонуванням в даному районі Роздільського гірничо-добувного підприємства «Сірка». Зокрема по створу м. Розділ виявлено високі значення майже усіх показників сольового складу води. Зокрема, така особливість хімічного складу р. Дністер на ділянці біля м. Розділ пов'язана з заляганням в даному районі нерудних корисних копалин (кухонної та калійної солей). Слід відзначити критичне збільшення у всі сезони вмісту хлоридів у воді р. Тисмениця (вище і нижче міста), що пов'язано з особливостями геологічної будови даного регіону (рис.4).

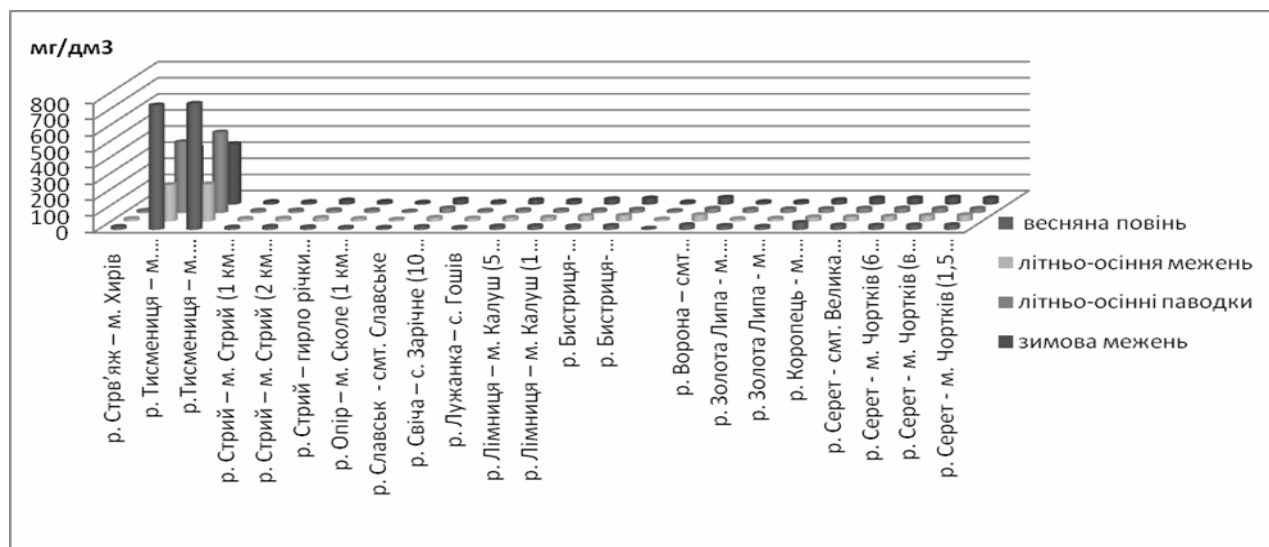


Рис. 4 Сезонний розподіл вмісту хлоридних іонів у воді приток басейну р. Дністер (1994-2009 рр.), мг/дм³

Кальцій (Ca^{2+}) є домінуючим катіоном для слабомінералізованих вод. При зростанні мінералізації відносний вміст Ca^{2+} швидко зменшується. Головними джерелами надходження кальцію у поверхневі води є процеси хімічного вивітрювання і розчинення мінералів (вапняків, доломітів, гіпсу тощо). Значні кількості Ca^{2+} виносяться з стічними водами силікатних,

металургійних, скловарних, хімічних підприємств та з сільськогосподарських угідь [2, 4].

В результаті аналізу просторо-часової динаміки вмісту кальцію у поверхневих водах басейну р. Дністер, виявлено прямий зв'язок його з водністю річок. А саме, підвищення концентрації Ca^{2+} у меженні періоди та зниження у паводкові сезони (див. рис. 1). Мінімальна концентрація іонів кальцію у воді р. Дністер виявлена під час літньо-осінніх паводків і становить $55,8 \text{ мг/дм}^3$, максимальна – $68,8 \text{ мг/дм}^3$ у період зимової межені. Слід відзначити також, збільшення концентрації іонів кальцію у південно-східному напрямку в басейні Дністра, із зміною відповідних орографічних, кліматичних та гідрологічних умов формування хімічного складу поверхневих вод. Спостерігається подвоєння концентрації Ca^{2+} у воді річок рівнинної частини басейну відповідно до його концентрації у водах гірських приток Дністра (див. табл. 1, рис. 5).

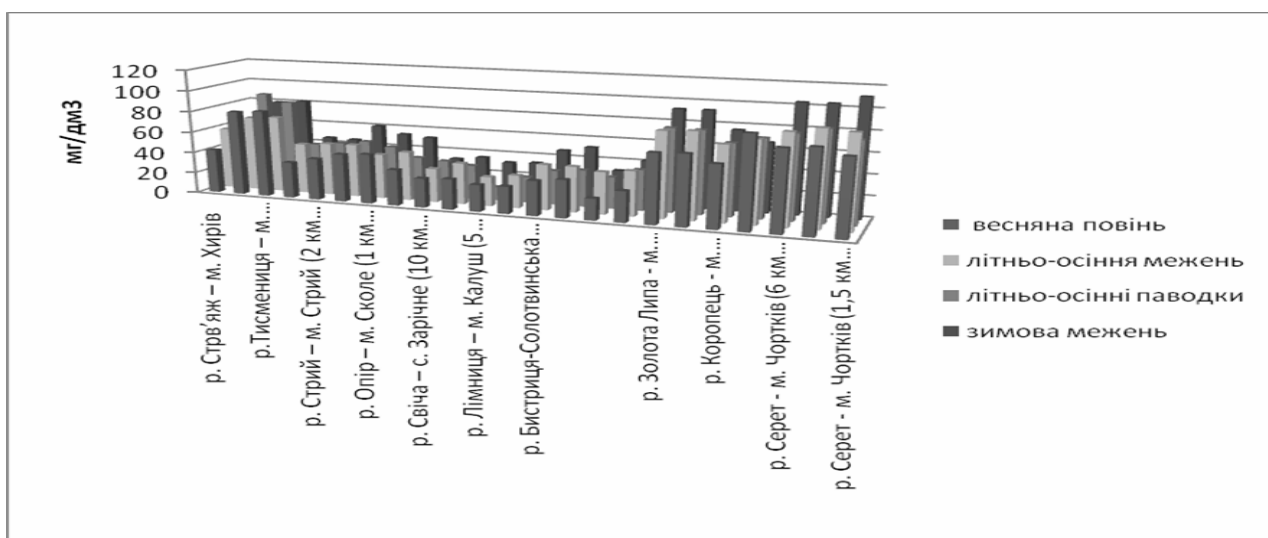


Рис. 5 Сезонний розподіл іонів кальцію у воді приток басейну р. Дністер (1994-2009 рр.), мг/дм^3

Магній (Mg^{2+}) присутній майже у всіх типах природних вод, проте нечасто домінує серед катіонів. Надходить у поверхневі води за рахунок процесів хімічного вивітрювання та розчинення доломітів, мергелів та інших мінералів, зі стічними водами металургійних, силікатних, текстильних та інших підприємств. У сезонних коливаннях вмісту іонів магнію у воді річок басейну Дністра, за середньо багаторічними показниками, також спостерігається закономірність до підвищення його вмісту у меженні періоди, а саме, максимальне значення концентрації Mg^{2+} становить $14,4 \text{ мг/дм}^3$ під час зимової межені (див. рис.1). Просторових змін вмісту магнію у водах річок басейну відповідно до фізико-географічних відмінностей у досліджуваному районі не виявлено.

Сезонна динаміка вмісту іонів $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у водах річок басейну Дністра відзначається помітним збільшенням їх вмісту під час літньо-осінньої та зимової межені, в той час як під час паводкових періодів концентрація $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у воді річок басейну дещо зменшується. У воді р. Дністер концентрація $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ змінюється не залежно від зміни фізико-географічних

умов формування хімічного складу. Максимальними показниками вмісту $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у воді річок басейну Дністра відзначається р. Тисмениця. У всі гідрологічні сезони концентрація $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у воді р. Тисмениця виходить за встановлені межі. Найбільше значення вмісту натрію у воді р. Тисмениця виявлено у період весняної повені і становить $574,2 \text{ мг/дм}^3$, що майже в 5 раз перевищує ГДК.

Мінералізація води (Σ_i) – це сумарний вміст всіх виявлених під час хімічного аналізу води мінеральних речовин. Коливання мінералізації поверхневих вод має сезонний характер відповідно до зміни протягом року ролі різних видів живлення. Як правило, під час водопілля і паводків мінералізація виявляється мінімальною, а у меженні періоди досягає найбільших значень [2, 4].

У результаті проведених досліджень виявлено сезонну динаміку мінералізації поверхневих вод басейну Дністра, яка при зростанні поверхневого стоку знижується, а при його зменшенні та збільшенні підземного живлення зростає (див. рис.1). В результаті аналізу просторової динаміки величини мінералізації поверхневих вод басейну Дністра виявлено збільшення її від витоків до гирла річки, та підвищення у водах приток рівнинної частини басейну (див. табл.1, рис. 6).

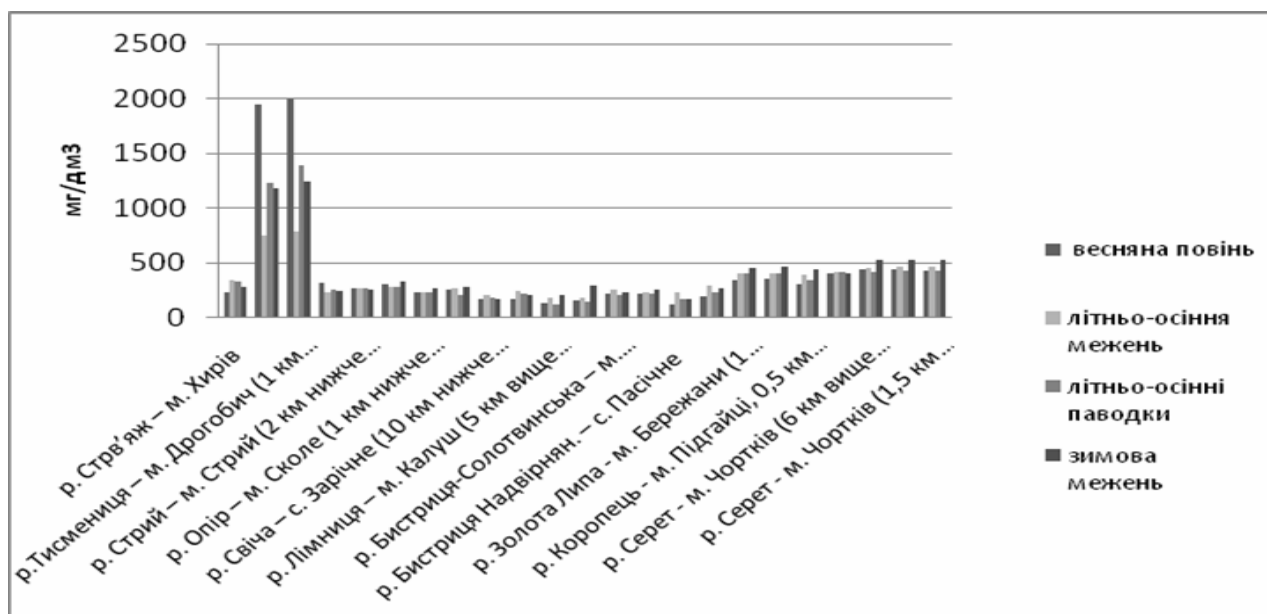


Рис. 6 Значення мінералізації води приток басейну р. Дністер (1994-2009 рр.), мг/дм^3

Для відображення основних властивостей хімічного складу поверхневих вод басейну Дністра концентрацію головних іонів представлено у вигляді формули Курлова, для якої розраховано %-еквівалентний вміст іонів. За визначеною формулою Курлова, яка відображає внесок кожного іону виявлено, що у всі сезони у воді р. Дністер та її приток переважають іони HCO_3^- та Ca^{2+} , що в першу чергу визначається впливом карбонатних і гіпсоносних порід, які складають водозбір басейну. У табл. 2 наведено формули Курлова за сезонами для різних частин басейну р. Дністер.

Таблиця 2. Сольовий склад води р. Західний Буг за формулою Курлова (% - еквівалентна форма), 1994-2009 рр.

Головна річка або її притоки	Весняна повінь	Літньо-осіння межень	Літньо-осінні наводки	Зимова межень
р. Дністер, Верхня частина	$\text{HCO}_3^- 71\text{Cl}^- 20 \text{SO}_4^{2-} 9$ 0,304 $\text{Ca}^{2+} 67\text{Mg}^{2+} 19(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 14$	$\text{HCO}_3^- 63\text{Cl}^- 25 \text{SO}_4^{2-} 12$ 0,371 $\text{Ca}^{2+} 63\text{Mg}^{2+} 19(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 18$	$\text{HCO}_3^- 72\text{Cl}^- 19 \text{SO}_4^{2-} 9$ 0,304 $\text{Ca}^{2+} 66\text{Mg}^{2+} 19(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 15$	$\text{HCO}_3^- 60\text{Cl}^- 25 \text{SO}_4^{2-} 15$ 0,428 $\text{Ca}^{2+} 61\text{Mg}^{2+} 23(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 16$
р. Дністер, Середня частина	$\text{HCO}_3^- 57\text{Cl}^- 22 \text{SO}_4^{2-} 21$ 0,405 $\text{Ca}^{2+} 54(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 28\text{Mg}^{2+} 18$	$\text{HCO}_3^- 56\text{Cl}^- 22 \text{SO}_4^{2-} 22$ 0,412 $\text{Ca}^{2+} 55(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 25\text{Mg}^{2+} 20$	$\text{HCO}_3^- 57\text{Cl}^- 22 \text{SO}_4^{2-} 21$ 0,404 $\text{Ca}^{2+} 52(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 31\text{Mg}^{2+} 17$	$\text{HCO}_3^- 58\text{Cl}^- 22 \text{SO}_4^{2-} 20$ 0,420 $\text{Ca}^{2+} 60(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 21\text{Mg}^{2+} 19$
р. Дністер, Нижня частина	$\text{HCO}_3^- 45 \text{SO}_4^{2-} 32\text{Cl}^- 23$ 0,388 $\text{Ca}^{2+} 40\text{Mg}^{2+} 6(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 24$	$\text{HCO}_3^- 51 \text{SO}_4^{2-} 29\text{Cl}^- 20$ 0,445 $\text{Ca}^{2+} 49\text{Mg}^{2+} 3(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 18$	$\text{HCO}_3^- 42 \text{SO}_4^{2-} 32\text{Cl}^- 23$ 0,425 $\text{Ca}^{2+} 40\text{Mg}^{2+} 6(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 24$	$\text{HCO}_3^- 50 \text{SO}_4^{2-} 28\text{Cl}^- 22$ 0,520 $\text{Ca}^{2+} 41\text{Mg}^{2+} 1(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 28$
Гірські притоки р. Дністер	$\text{HCO}_3^- 40\text{Cl}^- 41 \text{SO}_4^{2-} 19$ 0,357 $\text{Ca}^{2+} 42(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 43\text{Mg}^{2+} 15$	$\text{HCO}_3^- 54\text{Cl}^- 31 \text{SO}_4^{2-} 15$ 0,315 $\text{Ca}^{2+} 52(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 27\text{Mg}^{2+} 21$	$\text{HCO}_3^- 41\text{Cl}^- 40 \text{SO}_4^{2-} 19$ 0,357 $\text{Ca}^{2+} 44(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 42\text{Mg}^{2+} 14$	$\text{HCO}_3^- 44\text{Cl}^- 35 \text{SO}_4^{2-} 21$ 0,371 $\text{Ca}^{2+} 46(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 35\text{Mg}^{2+} 19$
Притоки Середньої частини р. Дністер	$\text{HCO}_3^- 71 \text{SO}_4^{2-} 16\text{Cl}^- 13$ 0,407 $\text{Ca}^{2+} 71\text{Mg}^{2+} 18(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 11$	$\text{HCO}_3^- 76\text{Cl}^- 15 \text{SO}_4^{2-} 4,5$ 0,414 $\text{Ca}^{2+} 70\text{Mg}^{2+} 7(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 12$	$\text{HCO}_3^- 71 \text{SO}_4^{2-} 16\text{Cl}^- 13$ 0,406 $\text{Ca}^{2+} 71\text{Mg}^{2+} 8(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 11$	$\text{HCO}_3^- 77\text{Cl}^- 14 \text{SO}_4^{2-} 9$ 0,480 $\text{Ca}^{2+} 73\text{Mg}^{2+} 18(\text{Na}^+ + \text{K}^+) 9$

Висновки. 1. Таким чином, як серед аніонів, так і серед катіонів проявилась тенденція до підвищення їх вмісту у річкових водах басейну Дністра у період формування менших витрат, в той час як зменшення їх концентрації виявлено в період збільшення водності поверхневих вод басейну (весняної повені та у паводкові періоди).

2. У просторовій динаміці виявлено закономірності у збільшенні концентрації гідрокарбонатних іонів, хлоридних іонів, іонів кальцію у південно-східному напрямку. Спостерігається збільшення вмісту даних показників як за довжиною річки, так і у водах лівобережних приток (середньої частини басейну). Виключення становлять високі концентрації головних іонів (сульфатних, хлоридних, іонів натрію та калію) у воді р. Дністер біля м. Розділ, та у воді р. Тисмениця, що пов'язано як з особливостями геологічної будови так і з діяльністю в даних районах значних промислових підприємств (Роздільського гірничо-добувного підприємства «Сірка» та Стебниківського ДГХП „Полімінерал”).

3. Відтак можна зробити висновок, що виявлено певну залежність між зональним розподілом величин мінералізації річкових вод басейну Дністра та характером ґрунтів, розподілом середньорічних сум опадів та ландшафтом. Загальна мінералізація річок басейну Дністра збільшується у напрямку з північного-заходу на південний-схід. Слід відзначити максимальні значення мінералізації у воді р. Тисмениця, що пов'язано з гідрогеологічними особливостями даного регіону. Зокрема, відомо, що в районі м. Дрогобича води алювіальних відкладів зв'язані із водами соленосних відкладів нижнього міоцену, що підвищує мінералізацію підземних вод до 2,3 г/дм³. Також, в районі басейну р. Тисмениця розташовані значні промислові об'єкти (як, наприклад, ВАТ «Галичина», «Бориславводоканал»), які чинять значний антропогенний вплив на води р. Тисмениця скидами стічних вод і можуть впливати на природний сольовий склад річки.

Список літератури

1. Горєв Л.М. Гідрохімія України: Підручник/ Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Вища шк., 1995. – 307 с. 2. Зенин А.А. Гидрохимический словарь / А.А. Зенин, Н.А. Білоусова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с. 3. Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384 с. 4. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : Підручник / С.І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с. 5. Хільчевський В.К. Оцінка впливу гіпсового карсту на стік хімічних речовин у верхній частині басейну Дністра / В.К.Хільчевський, С.Д. Аксьом // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С.546-551.

Характеристика гідрохімічного режиму річок басейну Дністра

Хільчевський В.К., Гончар О.М.

В роботі аналізується просторово-часова динаміка головних іонів і мінералізації води у річках басейну Дністра (української частини басейну). Виявлені загальні закономірності вмісту головних іонів у водах басейну: збільшення концентрації в межений період і зменшення під час повені та паводків.

Ключові слова: гідрохімічний режим, головні іони, мінералізація, весняна повінь, літньо-осіння межень, зимова межень, паводки.

Характеристика гидрохимического режима рек бассейна Днестра

Хильчевский В.К., Гончар О.Н.

В работе анализируется пространственно-временная динамика главных ионов и минерализации воды в реках бассейна Днестра (украинской части бассейна). Установлены общие закономерности содержания главных ионов в водах бассейна: увеличение концентрации в меженный период и уменьшение во время половодья и паводков.

Ключевые слова: гидрохимический режим, главные ионы, минерализация, весеннее половодье, летне-осенняя межень, зимняя межень, паводки.

Description of the hydrochemical mode of the rivers of pool of Dniestr

Khil'chevsky V.K., Gonchar O. N.

In the research the spatio-temporal dynamics of main ions and mineralizacii is in-process analysed in the rivers of pool of Dnestr (to Ukrainian part of pool). Was established general conformities to law of maintenance of main ions are set in waters of pool.

Keywords: hydrochemical regime; main ions; mineralization, spring high water, summer-autumn low-water, winter low-water, floods.

Надійшла до редколегії 18.11.11

УДК 574.52: 556

Тімченко В.М., Гільман В.Л., Коржов Є.І.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Херсонська гідробіологічна станція НАН України

ОСНОВНІ ФАКТОРИ ПОГІРШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОНИЗЗЯ ДНІПРА

Ключові слова: *пониззя Дніпра; стан екосистем; попуски ГЕС*

Стан проблеми. Становлення сучасного водного режиму р. Дніпра відбувалося у 1947–1976 роки, коли поступово створювалися водосховища дніпровського каскаду ГЕС. У цей час збільшувалися безповоротні забори води (до 10–15 км³/рік). Середній стік зменшився з 52–54 до 40–44 км³/рік. Частка стоку у весняний період зменшилась до 36%.

Період стабілізації гідрологічного режиму Дніпра, у тому числі в районі його пониззя (рис.1), почався після заповнення останнього в каскаді – Канівського водосховища. Він складається з двох циклів: маловодного (до 1993 року) та близького до середньої водності (останні 18 років).



Рис.1. Схема пониззя Дніпра

За сучасного циклу, при середній водності у створі Каховської ГЕС 42,5 км³/рік, суттєво підвищився стік у зимовий та літньо-осінній періоди, весняне водопілля стало мало вираженим [5,6]. Лише останні декілька років спостерігаються підвищені витрати води у весняні місяці.

Змінилися деякі гідрохімічні та гідрофізичні показники водних мас, що надходять до гирлової ділянки ріки через створ Каховської ГЕС. Зокрема, намітилась тенденція підвищення мінералізації води (рис. 2). Порушилась її залежність від величини річкового стоку. Сума іонів у дніпровській воді в районі Каховської ГЕС за останні п'ять років складає 348–354 мг/дм³, найменші величини оцінюються в 324, найбільші – в 395 мг/дм³. Вміст хлорид-іонів тримається на рівні 30–35 мг/дм³.

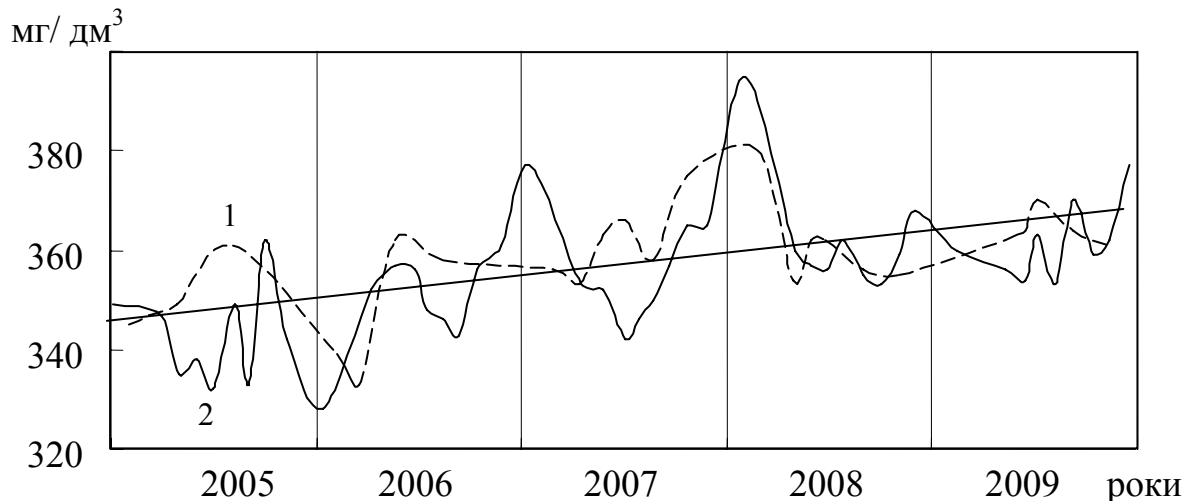


Рис. 2. Мінералізація води Дніпра в районі Каховської ГЕС [1]:

1 – верхній б'єф; 2 – нижній б'єф

У перші роки функціонування Каховського гідровузла річний стік нітратного азоту з водами Дніпра в гирловій області коливався в межах від 6,8 до 16,2 тис. т; нітритного – 0,5–1,1; амонійного – 7,3–25,5; розчинених фосфатів – 1,4–2,9; розчиненого заліза – 2,5–7,3; кремнію – 145–221 тис. т. Загальний стік мінерального азоту складав 24,0–42,7; загального фосфору – 2,9–6,6 тис. т/рік. Пізніше, впродовж 1971–1990 років, Дніпро приносив до гирла в середньому: загального азоту – 20,3 тис. т/рік; амонійного азоту – 11,8; нітритного азоту – 0,38; нітратного азоту – 8,11; загального фосфору – 45,5, у тому числі: розчиненого – 6,17; завислого – 23,1; органічного – 16,2 тис. т/рік. У 1980–90-ті роки стік сполук фосфору з водами Дніпра збільшувався.

Протягом останніх п'яти років (2006–2010) на ділянці нижче Каховської ГЕС вміст амонійного азоту у воді складає в середньому 0,31 мг/дм³, нітритного азоту – 0,012 мг/дм³, нітратного азоту – 0,33 мг/дм³. Кількість мінерального фосфору коливається в межах від 0,02 до 0,04 мг/дм³.

Є інформація про зменшення стоку заліза в 70–80-х роках, що було наслідком регулювання стоку Дніпра і седиментації заліза у водосховищах. Зараз у дніпровській воді в районі Каховської ГЕС вміст заліза дуже низький.

Стік кремнію в гирлі Дніпра досить великий – 69–180 тис. т/рік. В 50-х роках він становив 175 тис. т/рік, в 70–80-х – зменшився до 120 тис. т/рік. Сучасний вміст кремнію у воді Дніпра в районі Каховської ГЕС – 3,1–3,3 мг/дм³ при коливанні в межах 2,2–3,8 мг/дм³.

Найбільший стік біогенних речовин з водами Дніпра припадає на квітень–травень, влітку він різко падає і до кінця року складає за місяць близько 3–4 % річного стоку, а з січня по березень відбувається його поступове зростання.

Відмічається тенденція поступового зменшення вмісту у воді розчиненого кисню, хоча протягом року насичення води цим компонентом коливається у значних межах – від 6,7 до 13,9 мг/дм³ [1] (рис. 3).

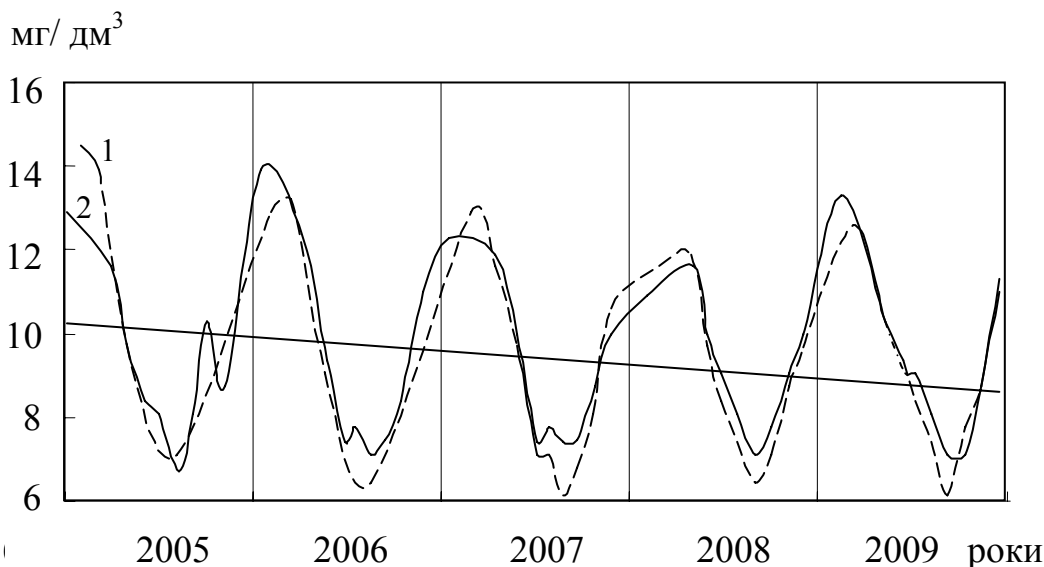


Рис. 3. Концентрація розчиненого у воді Дніпра кисню в районі Каховської ГЕС: 1 – верхній б'єф; 2 – нижній б'єф

Вміст лабільної органічної речовини (за БСК₅) у воді, що надходить до греблі Каховської ГЕС і в її нижній б'єф, не перевищує нормативних показників і складає в середньому 2,8–2,9 мг О₂/дм³. Спостерігаються суттєві коливання цього важливого екологічного показника – від 2,2 до 5,7 мг О₂/дм³. В останні роки відмічається поступове збільшення БСК₅ (рис. 4).

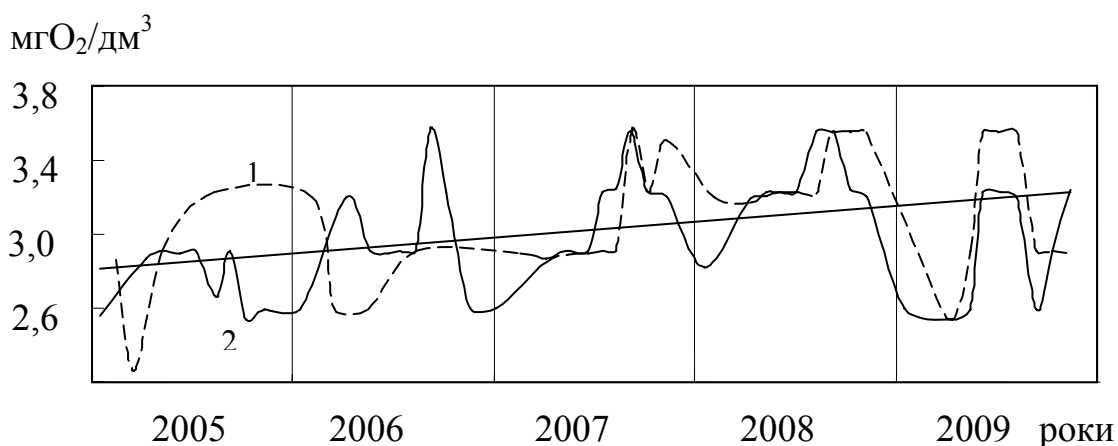


Рис. 4. Біохімічне споживання кисню (за БСК₅) водами Дніпра в районі Каховської ГЕС [1]: 1 – верхній б'єф; 2 – нижній б'єф

На тепловий стан руслової мережі нижнього Дніпра суттєво впливають теплові характеристики вод Каховського водосховища. Під впливом

водосховища температура води в першу половину літа (квітень–липень) знижується у порівнянні з природною на 2–3°. Решту часу температура тут підвищена на 1–2°. На тепловий режим заплавних водойм, крім попусків Каховської ГЕС, впливають місцеві морфологічні, гідрологічні умови.

Зарегулювання стоку Дніпра призвело до того, що основна маса завислого у воді матеріалу седиментує і акумулюється в ложах водосховищ. У пониззя ріки вода надходить значною мірою освітленою. Навіть у період весняної повені мутність води тут не перевищує 10–15 мг/дм³. У складі зависей переважають мулисті частки розміром від 0,005 до 0,15 мм – їх вміст становить у середньому 85%. Завислий матеріал містить 10–15% завислих часток (детрит, планктон тощо). Завдяки малій мутності в пониззі Дніпра спостерігається досить висока прозорість води – до 3,0–3,3 м.

Основні результати дослідження. Зміни хімічних і фізичних властивостей водних мас, що надходять до пониззя Дніпра, безперечно є чинниками зміни стану екосистеми в цілому і окремих її складових – головного русла, рукавів, заток, проток, озер, лиманів тощо. Нагадаємо, що пониззя Дніпра являє собою велику територію (біля 500 км²) і включає 185 км² водної поверхні та 300 км² заплавних земель.

В той же час, на фоні загального зменшення стоку Дніпра, зниження висоти весняного водопілля, наведених змін хімічних і фізичних властивостей водних мас та суттєвого антропогенного навантаження, вирішальне значення для функціонування екосистеми нижнього Дніпра мають нерівномірні протягом діб та тижнів попуски Каховської ГЕС. Більшу частину року (крім весняних місяців) вони зумовлюють короткочасні коливання рівня води (рис. 5). Практично лише завдяки цим коливанням у літні періоди значні об'єми дніпровської води проникають у заплавні водойми і понижені ділянки заплави, що забезпечує існування гідробіоценозів і реалізацію їх очисних спроможностей. Функціонування екосистем водних об'єктів пониззя Дніпра, співвідношення в них процесів само забруднення і

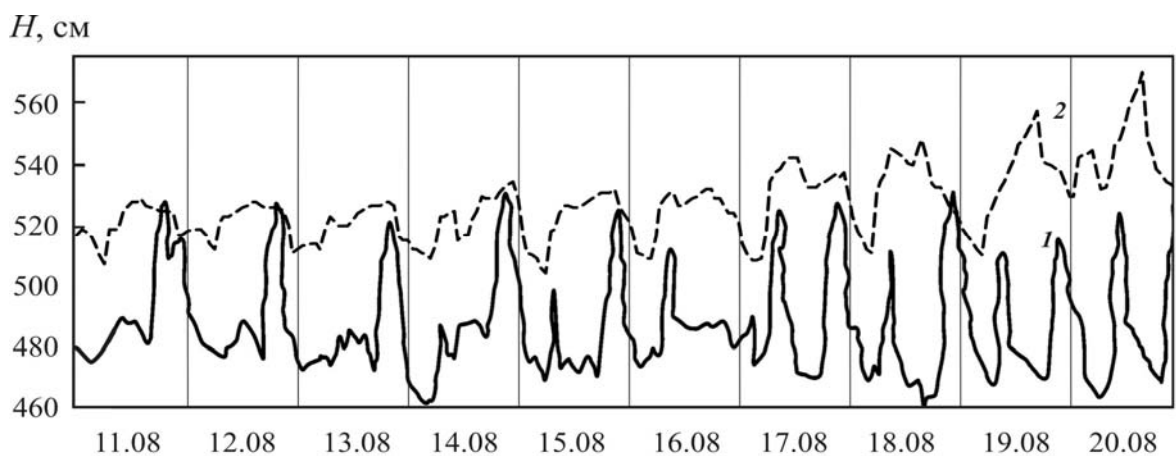


Рис.5. Типові коливання рівня води в нижньому б'єфі Каховської ГЕС в літньо-осінній період: серпень 1982 (1) та 2010(2) років

самоочищення, якість води та біопродуктивність залежать від режиму (частоти та інтенсивності) і об'ємів попусків цієї ГЕС.

Раніше [4, 7] ми вже зазначали, що попусковий (нерівномірний) режим роботи Каховського гідровузла сприятливий для функціонування всіх елементів екосистеми нижнього Дніпра, яка формувалась в умовах цього режиму останні півстоліття. Характерним для роботи ГЕС в літньо-осінні періоди протягом багатьох років був режим з двохразовим за кожну добу попуском, за винятком періодів з підвищеною водністю Дніпра. При цьому перевищення витрат води при вказаних попусках над базовими (міжпопусковими) складало в середньому $1350 \text{ м}^3/\text{с}$.

Баланс продукційно-деструкційних процесів у всій водній системі гирлової ділянки Дніпра за умов зазначеного нерівномірного режиму попусків, в цілому мав місце при об'ємі попусків $40,6 \text{ млн. м}^3$ за добу [4,7]. При зменшенні об'ємів процеси самозабруднення в пониззі Дніпра починали переважати. Збільшення ж об'ємів попусків обумовлювало посилення процесів самоочищення та покращення якості води. Встановлено, що таке покращення спостерігалось при добових об'ємах стоку в діапазоні від $40,6$ до 108 млн. м^3 .

Мінімальний добовий об'єм попусків Каховської ГЕС в літній період, необхідний для нейтралізації екосистемою гирлової ділянки Дніпра сумарного забруднення, що продукується самою екосистемою і надходить ззовні, дещо вищий. Згідно з даними щодо антропогенного навантаження на водну систему нижнього Дніпра у 80–90-х роках такий об'єм оцінювався в 46 млн. м^3 за добу.

Таким чином, дослідженнями останніх десятиріч минулого віку було доведено, що для підтримання екосистеми пониззя Дніпра в нормальному стані Каховська ГЕС в літньо-осінній період повинна працювати в режимі двох попусків протягом доби з діапазоном витрат води не менше $1350 \text{ м}^3/\text{с}$. При цьому добовий об'єм стоку в створі ГЕС має перевищувати 46 млн. м^3 .

Аналіз сучасних досліджень стану екосистеми пониззя Дніпра показує, що в ній відбуваються незворотні негативні зміни [3]. Перш за все це стосується придаткової мережі (особливо заплавних водойм, стариць, проток тощо). Спостерігається евтрофування водних об'єктів, замулення, заростання водяною рослинністю. Загальна чисельність бактерій, як показник трофічного стану водойм, вказує на те, що вода в руслі Дніпра „помірно забруднена”. За показником „кількість сапрофітних бактерій”, що характеризує забруднення побутовими стоками, лише в самому Дніпрі вода відповідає категорії „добра”. В деяких водоймах і протоках вода „брудна”. Суттєво погіршилися і багато інших показників екологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки Дніпра.

Однією з головних причин такого положення, наряду з зазначеним погіршенням фізико-хімічних показників водних мас, що надходять з Каховського водосховища, є безперечно послаблення водообмінних процесів у придатковій мережі, зумовлене переходом режиму роботи Каховської ГЕС з двохпікових на переважно однопікові попуски протягом доби (рис.5 та 6).

Не дивлячись на те, що максимальні амплітуди витрат води при одноразових попусках можуть навіть перевершувати $1350 \text{ м}^3/\text{с}$, вплив їх на водообмін між русловою і придатковою мережами нижнього Дніпра майже вдвічі слабкіший.

Нез'ясовуючи причини переходу ГЕС на одноразові протягом доби попуски води в нижній б'єф, зазначимо, що така зміна режиму роботи гідровузла не на користь екосистемі пониззя Дніпра, у тому числі якості її водного середовища.

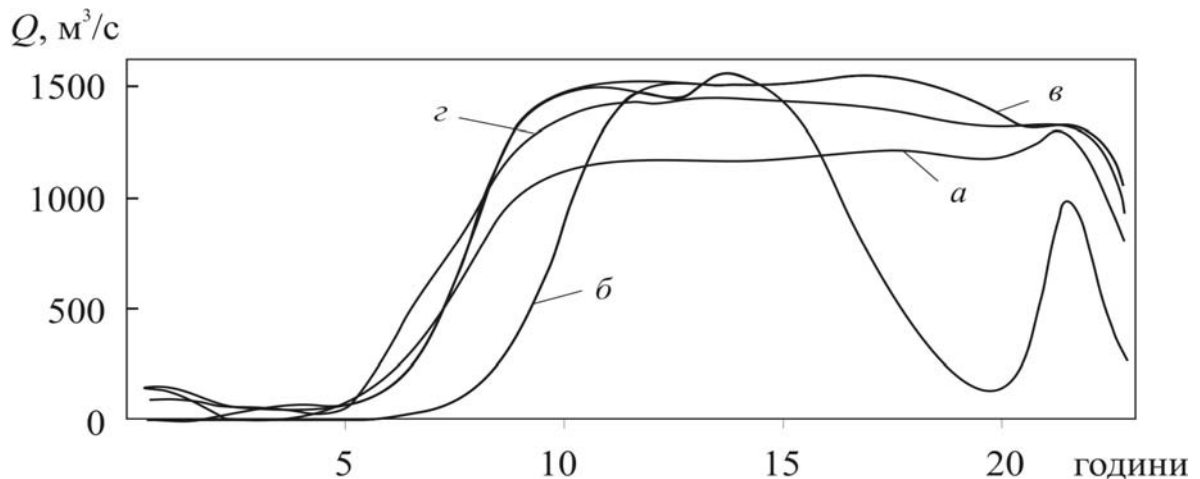


Рис. 6. Сучасний розподіл стоку в створі Каховської ГЕС протягом доби (Q) – осереднені витрати води за липень 2007 (а), 2008 (б), 2009 (в) та 2010 (г) років (за [2])

Висновок. Сучасні гідроекологічні дослідження фіксують поступові негативні зміни в екосистемах водних об'єктів пониззя Дніпра. Особливо потерпають заплавні водойми та інші елементи придаткової мережі (стариці, затоки, протоки та ін.). Спостерігається евтрофування водних об'єктів, замулення, заростання водною рослинністю тощо.

Серед причин погіршення екологічного стану та якості водного середовища елементів нижнього Дніпра провідну роль відіграє зміна режиму роботи Каховської ГЕС – з переважно двохразових на переважно одноразові попуски води протягом доби. Останні забезпечують лише одноразовий підйом рівня води в системі пониззя Дніпра, що майже вдвічі ослаблює водообмін в придатковій мережі.

Таким чином, проблема розробки та узгодження екологічно обґрунтованого режиму роботи Каховського гідровузла на сьогодні остається актуальною.

Список літератури

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши за 2005 – 2010 гг. – Ч. 2, вып. 2. (рукопись).
2. Матеріали моніторингу почасових даних вироблення електроенергії у створі Каховської ГЕС за червень – серпень 2006–2010 років.
3. Наукові читання, присвячені Дню науки. Вип.3. Збірник наукових праць.– Херсон : вид-во: ПП Вишемирський В.С., 2010.
4. Управление состоянием экосистем и качеством воды в устьевом участке Днiпра : в 2-х ч. [О.П. Оксiюк, В.М.

Тимченко, В.С. Полищук и др.] – К.: ВИПОЛ, 1996–1997. 5. Тимченко В.М. Вопросы экологической гидрологии устьевой области Днепра. / В.М. Тимченко, В.Л. Гильман // Вопросы гидробиологии Нижнего Днепра и лиманов Северного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1987. – С. 8–17. 6. Тимченко В.М. Об экологически обоснованном режиме стока в устье Днепра летом / В.М. Тимченко, В.Л. Гильман. – Н. Каховка, 2004. 7. Timchenko V. A model for ecosystem state and water quality management in the Dnieper River delta / V. Timchenko, O. Oksiyuk, J. Gore // Ecological Engineering. – 2000. – 16. – P. 119–125.

Основні фактори погіршення екологічного стану пониззя Дніпра

Тимченко В.М., Гільман В.Л., Коржов Є.І.

Погіршення стану екосистем водних об'єктів нижнього Дніпра обумовлено погіршенням фізико-хімічних показників водних мас та сучасним режимом попусків Каховської ГЕС.

Ключові слова: пониззя Дніпра; стан екосистем; попуски ГЕС.

Основные факторы ухудшения экологического состояния низовья Днепра

Тимченко В.М., Гильман В.Л., Коржов Е.И.

Ухудшение состояния экосистем водных объектов нижнего Днепра обусловлено ухудшением физико-химических показателей водных масс и современным режимом попусков Каховской ГЭС.

Ключевые слова: низовье Днепра; состояние экосистем; попуски ГЭС.

The main factors of environmental state deterioration of the Lower Dnieper system

Timchenko V.M., Hilman V.L., Korzhov E.I.

The state deterioration of the Lower Dnieper water bodies ecosystems has been determined by the physicochemical characteristics change of water masses and the present discharges regime of Kakhovka HEPS.

Keywords: the Lower Dnieper system; ecosystems state; HEPS discharges.

Надійшла до редколегії 11.11.2011

Дараган С. В.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ОЗЕРО СИНЄ – ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ключові слова: водний баланс, зовнішній водообмін, динаміка водних мас

Вступ. Водні об'єкти м. Києва знаходяться під постійним антропогенним тиском. Одним із таких об'єктів є озеро Синє (рис. 1), яке входить до групи



*Рис. 1. Схема розташування озера Синє
Умовний розподіл водойми: 1 – північна ділянка; 2 –
південна ділянка; 3 – затока; 4 – канал*

безстічних водойм [1]. Тому питання оцінки еколого-гідрологічних умов у ньому є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що багато урбанізованих водойм досліджувалось раніше. Вивчались різнотипні за походженням водойми Києва [1], визна-

чався флористичний склад вищих водяних рослин [10], еколого-токсикологічний стан водойм [2], їхні гідролого-гідрохімічні характеристики [3, 9]. Однак гідрологічні умови функціонування екосистем водойм вивчені недостатньо.

Постановка завдання. Для оцінки можливих наслідків антропогенного впливу на екосистему озера Синє необхідно визначити абіотичні умови її функціонування, в тому числі гідрологічні: зовнішній водообмін, внутрішньоводоймові процеси та гідрофізичні характеристики.

Методика. Оцінка еколого-гідрологічних умов функціонування екосистеми озера визначалась нами шляхом натурних досліджень навесні та влітку 2010 року, а також аналізу літературних даних. Зазначимо, що натурні спостереження здійснювались в періоди з аномальними погодними умовами. Аналіз результатів досліджень проводився з використанням сучасних методів обробки інформації. Для оцінки режиму течій використано метод математичного моделювання сталих течій в мілководних морях [5].

Виклад основного матеріалу. Озеро Синє розташоване в житловому масиві Виноградар. За формою і морфологічними показниками озеро поділяється на північну (верхню) і південну (нижню) ділянки, які з'єднані каналом (рис.1). Північна ділянка має невелику затоку, протяжністю близько 100 м. Довжина берегової лінії озера складає 1,5 км. Максимальна глибина – 1,85 м, середня – 0,85 м. Площа водної поверхні – 44 тис. м², об'єм – 37,6 тис. м³. Довжина кожної ділянки досягає 250 м. Мінімальна ширина верхньої та нижньої ділянок озера – 56 і 28 м, відповідно; максимальна – 78 і 64 м, середня – 68 і 48 м. Ширина озера разом із з'єднувальним каналом дорівнює 176 м, ширина самого каналу – 20 м, його довжина – близько 40 м. За результатами натурних досліджень уточнено морфометричні характеристики і побудовано карту розподілу глибин (рис. 2), криві об'ємів та площ озера (рис. 3). Прибережна смуга озера використовується як зона відпочинку.

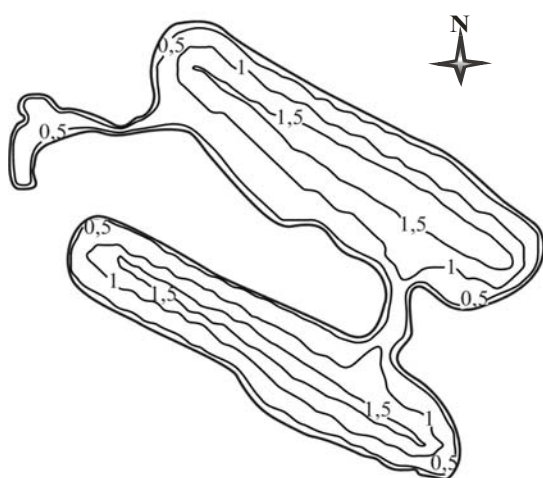


Рис. 2. Схема озера в ізобатах (м).

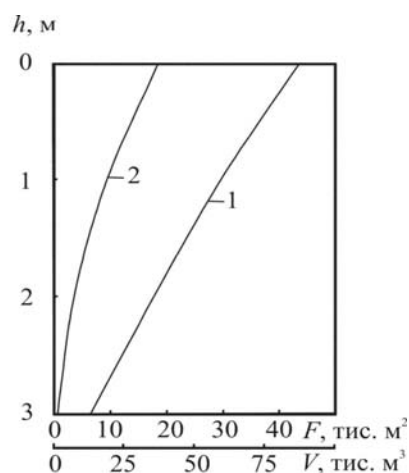


Рис. 3. Криві площ (1) та об'ємів (2).

Одним із основних чинників формування в озері водних мас, розчинених та завислих речовин, якості води і біопродуктивності є зовнішній водообмін, який формується складовими водного балансу.

Рівняння водного балансу озера має вигляд:

$$W_{on} + W_{нов} - W_{зр} - W_{вип} = \pm W_a, \quad (1)$$

де (W_{on}) – атмосферні опади; $(W_{нов})$ – притік поверхневих вод; $(W_{зр})$ – підземний відтік; $(W_{вип})$ – випаровування з водної поверхні; (W_a) – акумуляція води у водоймі в кінці розрахункового періоду (року).

В районі озера за рік випадає близько 645 мм атмосферних опадів [4]. В холодний період року (листопад–березень) їх кількість складає в середньому 233 мм. В теплий період (квітень–жовтень) шар опадів досягає 412 мм. Максимальна кількість опадів припадає на липень, мінімальна – на жовтень. Завдяки атмосферним опадам протягом року на площу водного дзеркала озера надходить в середньому 28,4 тис. м³ води.

Величина випаровування взимку складає 22 мм, навесні – 143, влітку – 282, восени – 80 мм. Максимальні місячні значення відмічаються у червні–липні, мінімальні – у грудні–січні. За рік з водної поверхні водойм в районі Києва випаровується біля 527 мм вологи. Це обумовлює втрату з озера Синє 23,2 тис. м³ води за рік.

Притік поверхневих вод, розрахований за даними про опади, площу водозбору і втрати на просочування і випаровування з земної поверхні, складає 81,4 тис. м³ за рік.

Підземний відтік визначено шляхом співставлення прибуткової та видаткової частини водного балансу озера з урахуванням факту збереження його об'єму. Він складає близько 87 тис. м³ за рік.

Таким чином, прибуткова та видаткова частини водного балансу озера Синє складають в середньому 109,8 тис. м³ на рік. Це зумовлює зовнішній водообмін, який оцінюється річним коефіцієнтом 2,92 або періодом водообміну 4,1 місяці. Тому озеро Синє можна охарактеризувати як подібне до помірно проточної водойми.

Динамічна активність водних мас, яка визначається в основному вітровими течіями, відіграє важливу роль у функціонуванні екосистеми озера Синє та формуванні якості води в ньому. На рис. 4. наведено схеми течій, отримані нами шляхом математичного моделювання при середньому за швидкістю вітрі (3 м/с). Течії формують інтенсивне горизонтальне перемішування водних мас водойми, а це в свою чергу сприяє вирівнюванню їх фізичних, хімічних та біологічних показників.

За довідковими даними [4], в районі м. Києва найбільшу повторюваність (30 %) мають західні вітри. При таких вітрах циклональні та антициклональні вихори формуються по всій акваторії озера (рис. 4, з). Найбільш потужний циклональний вихор виникає у північно-східних частинах верхньої та нижньої ділянок. Сумарна витрата цього потоку складає 0,4 м³/с. Середні по вертикалі швидкості течії коливаються від 1,94 до 3,8 см/с. Антициклональні вихори при західному вітрі формуються в південно-західних частинах верхньої та нижньої ділянок та частково в затоці. Витрати потоків досягають 0,1–0,6 м³/с. Середні по вертикалі швидкості течії коливаються від 1,94 до 3,8 см/с. При східному вітрі форми циркуляцій схожі, а напрямки функцій токів протилежні (рис. 4, б).

Розташування ліній функцій токів на схемі циркуляцій при північному вітрі (рис. 4, а) практично співпадає з їх розташуванням при південному (рис. 4, в). Напрямки течій діаметрально протилежні, тому циклональні вихори розміщуються вздовж берегів верхньої та нижньої ділянки озера в південно-західних зонах, антициклональні – у північно-східних. При середньому вітрі 3 м/с по всій акваторії озера сумарна витрата потоку коливається від 0,1 до 0,4 м³/с. Середні по вертикалі швидкості течії в місцях скупчення ізоліній функцій токів досягають 1,97–3,55 см/с.

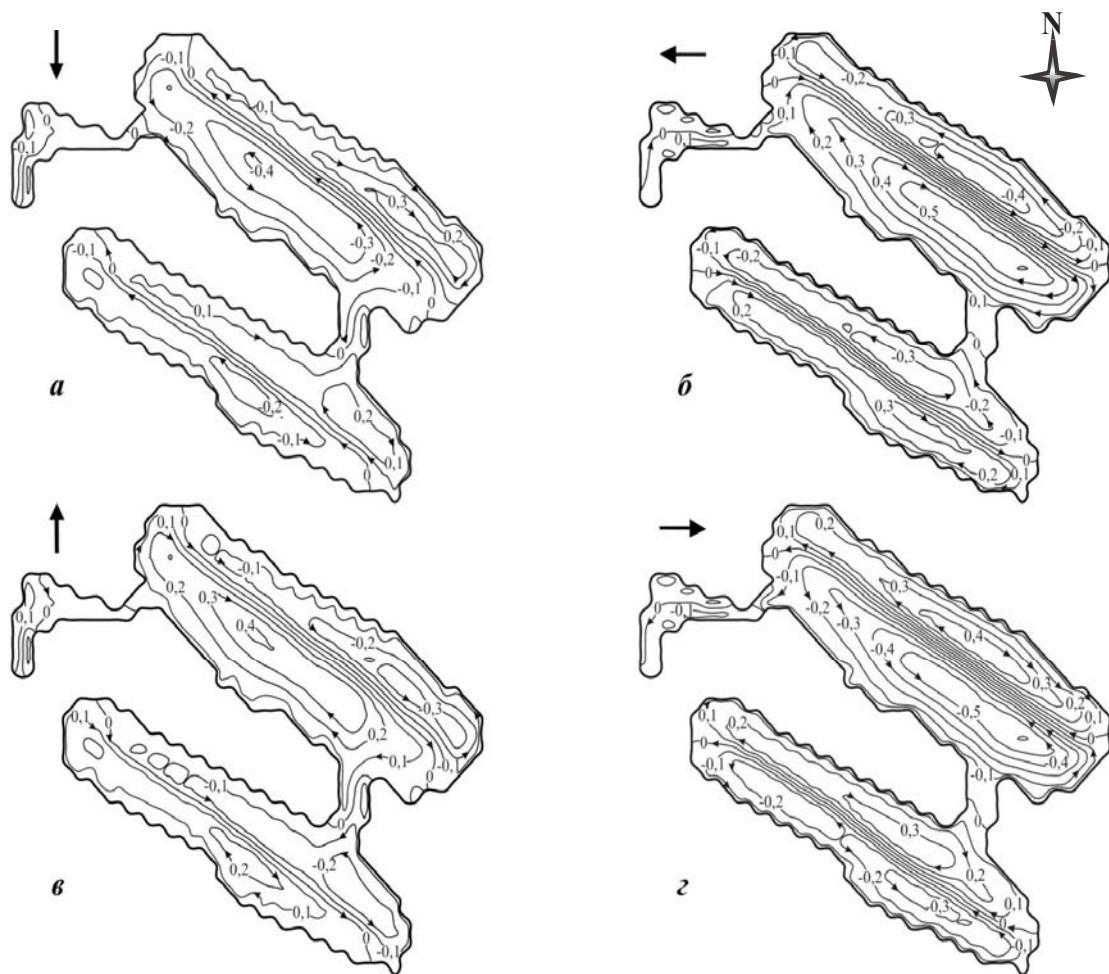


Рис. 4. Циркуляції вод (функції токів, $\text{м}^3/\text{с}$) в озері Синє при вітрі 3 м/с північного (а), східного (б), південного (в) та західного (г) напрямків

Витрати води в озері при східному та західному вітрах зі швидкістю 5 м/с варіюють від 0,1 до 0,9 $\text{м}^3/\text{с}$, зі швидкістю 10 м/с від 0,1 до 2 $\text{м}^3/\text{с}$. При північному та південному напрямках вітру зі швидкістю 5 м/с витрати води коливаються в межах 0,1–0,6 $\text{м}^3/\text{с}$, зі швидкістю вітру 10 м/с – 0,1–1,2 $\text{м}^3/\text{с}$.

Аналізуючи схеми циркуляцій вод, можна зробити висновок, що верхня та нижня ділянки озера у вегетаційний період мають значну динамічну активність. При різних напрямках вітру переміщення води досить інтенсивне.

Внутрішньоводойменні процеси, в основному течії, є одними з вирішальних факторів самоочищення озера. Відомо [7], що збільшення швидкості течії від 0 до 0,2 м/с призводить до посилення процесу перетворення забруднювальної (неконсервативної) речовини в 20 разів. За отриманими розрахунками, швидкість течії в озері знаходиться саме у вказаних межах.

Для оцінки динамічної складової процесу самоочищення водних об'єктів використовують відношення динамічного коефіцієнту трансформації забруднювальних речовин до статичного K_d/K_{cm} , яке залежить від швидкості течії (v) і може розраховуватися наступним чином [8]:

$$K_{\partial}/K_{cm} = v/(0,0031+0,0348 \cdot v), \quad (2)$$

де K_{cm} – коефіцієнт біохімічного окиснення речовин в нерухомому середовищі; K_{∂} – те ж в умовах переміщення водної маси.

В озері Синє при вітрах східного та західного напрямків середня швидкість течії складає 0,027 м/с. Така течія посилює самоочисний потенціал озера в 6,68 разів відносно статичного, а при північному та південному вітрах – в 6,30 разів (табл. 1).

Таблиця 1. Динамічна складова самоочисного потенціалу озера Синє при різних напрямках вітру

Напрямок вітру	Середня швидкість течії (v_{cp}), <i>м/с</i>	Відношення динамічного коефіцієнту трансформації забруднювальних речовин до статичного (K_{δ}/K_{cm})		
		середнє	максимальне	мінімальне
Швидкість вітру 3 <i>м/с</i>				
Північний та південний	0,025	6,30	7,99	4,70
Східний та західний	0,027	6,68	8,59	5,14
Швидкість вітру 5 <i>м/с</i>				
Північний та південний	0,042	9,26	11,2	7,06
Східний та західний	0,045	9,68	11,9	7,65
Швидкість вітру 10 <i>м/с</i>				
Північний та південний	0,085	14,0	15,8	11,7
Східний та західний	0,090	14,5	16,8	12,1

З урахуванням вірогідності напрямків вітру при його швидкості 3, 5, 10 м/с, динамічну складову самоочисного потенціалу для всього озера можна в цілому оцінити співвідношеннями K_{∂}/K_{cm} , значення яких складають 6,41; 8,14; 12,2 відповідно. Озеро Синє належить до диміктичного типу. Водойма характерується сезонними змінами температур. Для оцінки температурних показників озера використано матеріали наших посезонних вимірювань 2010 року. У квітні 2010 р. температура в поверхневому шарі озера складала 14°C. У серпні значення температур коливалися від 27°C в центральній акваторії ($h=1,6$ м) до 30°C в прибережній ($h=0,4$ м).

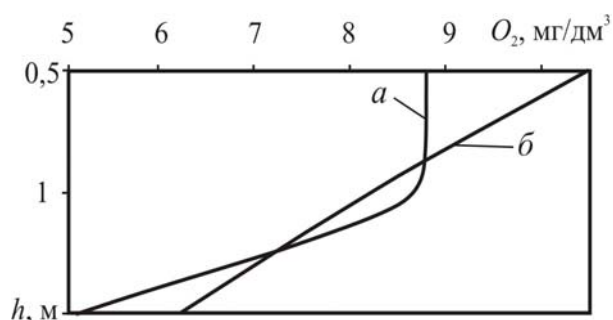


Рис. 5. Вертикальний розподіл розчиненого у воді кисню в оз. Синьому 5 серпня 2010 року:
а – південна; б – північна ділянки

Концентрація розчиненого у воді кисню в озері Синє, яка вважається інтегральним показником стану екосистем водойм [6], складає 8,8–11,2 мг/дм³ [2, 3]. Влітку 2010 року вміст розчиненого кисню у воді водойми по глибині коливався в межах від 5,15 до 10,5 мг/дм³ (рис. 5). Значення водневого показника (*pH*) за тими ж літературними даними [2, 3] варіює від 6,84 до 8,70. В період наших досліджень *pH* складав 7,50.

Висновки. Результати наведених вище досліджень свідчать про сприятливі гідрологічні умови функціонування екосистеми оз. Синього. Завдяки цьому озеро, незважаючи на потужний протягом тривалого часу антропогенний прес, успішно використовується як рекреаційний об'єкт.

Список літератури

1. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов г. Киева / С.А. Афанасьев // Вестник экологии. – 1996. – № 1–2. – С. 112–118.
2. Екологічний стан водойм м. Києва: [відп. ред. В. А. Кундієв]. – К. : Фітосоціоцентр, 2005. – 219 с.
3. Екологічний стан кийвських водойм / [Афанасьєва О.А., Багацька Т.С., Оляницька Л.Г. та ін.]. – К. : Фітосоціоцентр, 2010. – 256 с.
4. Клімат України / [В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко та ін.] : ред. В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
5. Методика расчета установившихся течений в мелководных морях / [под. ред. Г. В. Еремеевой]. – М. : Наука, 1970. – 64 с.
6. Оксиук О. П. Управление качеством воды в каналах / О.П. Оксиук, Ф.В. Стольберг. – К. : Наук. думка, 1986. – 176 с.
7. Охрана водных ресурсов / [Бородавченко И.И., Зарубаев Н.В., Васильев Ю.С. и др.]. – М. : Колос, 1979. – 247 с.
8. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко – К. : Наук. думка, 2006. – 383 с.
9. Хільчевський В.К. Гідролого-гідрохімічна характеристика озер і ставків території м. Києва / В.К. Хільчевський, О.В. Бойко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 529–535.
10. Щербак В.И. Типизация водоемов урбанизованных территорий по разнообразию фитопланктона / В.И. Щербак, Н.Е. Семенюк // Гидробиол. журн. – 2006. – Т. 42, № 5. – С. 3–18.

Озеро Синє – еколого-гідрологічні характеристики

Дараган С.В.

Визначено екологічно значущі гідрологічні елементи озера Синє (м. Київ). Озеро характеризується значним зовнішнім водообміном та активними процесами самоочищення.

Ключові слова: водний баланс, зовнішній водообмін, динаміка водних мас.

Озеро Синее – еколого-гидрологические характеристики

Дараган С.В.

Определены экологически значимые гидрологические элементы озера Синее (г. Киев). Озеро характеризуется значительным внешним водообменом и активными процессами самоочищения.

Ключевые слова: водный баланс, внешний водообмен, динамика водных масс.

The ecohydrology characteristics of Lake Blue

Daragan S.V.

Ecologically meaningful hydrological elements of Lake Blue (Kyiv) have been defined. The lake is characterized by sizeable external water exchange and active self-clarification process.

Keywords: water balance; external water exchange; dynamics of water masses.

Надійшла до редколегії 11.11.2011

УДК 504.453 (083)

Яцик А.В.

Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем, м. Київ

Гопчак І.В., Басюк Т.О.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ВСТАНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ЯКОСТІ ВОДИ В КРАЇНАХ ЄС ТА УКРАЇНІ

Ключові слова: *нормативи, якість, річка, екосистема*

Екологічні нормативи якості води - науково обгрунтовані кількісні значення показників якості води, які відображають природний стан водного об'єкта та цілі водоохоронної діяльності по покращенню або збереженню його екологічного благополуччя [1]. Він необхідний для оцінки екологічного благополуччя водних об'єктів за якістю води та визначення комплексу водоохоронних заходів для його досягнення і підтримання.

Впродовж останніх років в Україні у відповідності з постановою уряду [2] здійснюється гармонізація національних природоохоронних нормативних документів з відповідними нормативними документами високорозвинених країн Європи. Пошук рівноваги між суперечливими напрямками водогосподарської діяльності лежить в основі водної політики європейської співдружності (ЄС) [3].

В матеріалах, де викладаються політичні, стратегічні та інші аспекти водних проблем [3, 4], водогосподарська діяльність ґрунтується на трьох головних положеннях:

1) застосування екосистемного підходу щодо водогосподарської діяльності з метою забезпечення цілісного екологічного обґрунтування використання водних ресурсів річок, а також прилеглих до них заболочених земель і річкових заплав. При такому підході людина є центральним чинником благополуччя екосистем, оскільки їхнє нормальне функціонування залежить від сукупності екологічних, соціальних, технічних і політичних аспектів використання води;

2) поєднання водогосподарської діяльності і захисту здоров'я людей, насамперед, забезпечення надійного питного водопостачання;

3) забезпечення водою потреб промисловості, транспорту та енергетики, сільського і рибного господарства у межах раціонального її використання.

В країнах ЄС по-різному підходять до питань визначених нормативів якості води, які є пороговими значеннями такої якості води, яку необхідно зберігати або досягти за певний час [4]:

1) – цільові показники якості води встановлюються для окремих водних об'єктів. Оскільки кожна екосистема є унікальною, при розробці класифікацій поверхневих вод з позиції їх екологічного благополуччя, виникають проблеми нормування показників з врахуванням регіонального аспекту. Не випадково в таких країнах як Норвегія вважається за доцільне розробляти нормативи для кожного водного об'єкта окремо. Тут значення цілових показників якості води відповідають найжорсткішим серед всіх критеріїв в якості води, що встановлюються для різних видів водокористування, але не є обов'язковими обмежувальними нормами. Такий принцип підходу використовують і в Німеччині, де обов'язкові граничні показники якості води встановлюються в процесі здійснення планів управління водогосподарською діяльністю компетентними водогосподарськими органами, які визначають конкретні види використання водного об'єкта і відповідні цільові показники якості води цього об'єкта.

2) – встановлення загальних цілових показників якості води для всіх поверхневих вод на території країни є характерним в Нідерландах. Тут цільові показники встановлюються двома способами:

- як компромісний варіант, де вимоги до якості води для деяких видів водокористування пов'язані з технологічними, економічними, соціальними і іншими питаннями їх дотримання в рамках країни;

- визначення цілових показників якості води проводиться з урахуванням тих критеріїв якості води, які встановлені для найбільш вимогливих видів водокористування (наприклад, питне водопостачання або життєздатність гідробіонтів).

При обох способах розглядається обмежений набір параметрів, по яких встановлюються контрольні величини, що вказують на кінцеву мету екологічної якості, яка має бути досягнута і граничні величини, які є результатом досягнення збалансованості поміж тим, що є бажаним з екологічної точки зору, і тим чого практично можна досягти. Граничні величини встановлюються в тих випадках, коли вони дорівнюють, або вищі за контрольні величини цілових показників якості води і повинні досягатися впродовж певного часу.

3) – встановлення цілових показників якості вод на основі класифікацій якості води. Наприклад, в Швеції згідно національної класифікації якості водних ресурсів є обов'язковим досягнення І класу якості води у всіх водних об'єктах країни в перспективі. Тут для кожного водного об'єкта цільові показники якості води встановлені з урахуванням конкретних вимог – середня і максимальна концентрації важких металів у воді не повинні більш, ніж у 3 і в 6 разів відповідно, перевищувати природний фоновий вміст, а

концентрація фосфору може перевищувати природний фон не більше ніж в 2 рази.

Саме введення цільових показників якості води спрямовано на поліпшення екологічного стану поверхневих вод з встановлення кінцевих термінів досягнення відповідності стандартів якості води на території Сполученого Королівства.

4) – встановлення цільових показників якості води для транскордонних вод. Найпершими в Європі цільові показники встановлені для двох транскордонних річок: Рейну і Дунаю. Цільові показники для Рейну ґрунтуються на основних положеннях відповідно програми дій для р. Рейн, а саме:

- поліпшення екологічного стану річки з метою відновлення популяції видів риб, які населяли річку;
- зменшення забруднення річки до рівня, який дозволить використовувати донні відклади на сільськогосподарських землях або скидати їх безпечно в море;
- гарантоване забезпечення населення питною водою в майбутньому;
- розробка і використання цільових показників якості води для захисту водних екосистем.

Програмою передбачено, що для визначення бажаної цілісності екосистеми цього водного об'єкта необхідно мати набір кількісних і якісних критеріїв якості води в ньому. Якісними критеріями (індикаторами якості водних екосистем) є фауна води (безхребетні тварини, риби, рептилії і т. п.). Наприклад, присутність чи відсутність атлантичного лосося є індикатором функціональної цілісності річкової екосистеми Рейну.

В одних країнах ЄС цільові показники якості води використовують для обмеження, скорочення та попередження забруднення водного середовища. В інших – є основою для встановлення пріоритетних цілей щодо зниження забруднення водних об'єктів.

В деяких країнах Європи вважається, що цільовий показник якості води буде вважатися дотриманим в тому разі, якщо 90% всіх даних, одержаних впродовж трьох років, відповідають цільовому показнику якості води, або менші (дорівнюють) половині його значенню.

У червні 1985 року Рада ЄС і Комітет з довілля Європарламенту поставили вимогу про перегляд водної політики ЄС, що явилась наслідком прийняття в лютому 1996 року „Доповіді з водної політики ЄС”, в якій були сформульовані основні принципи водної політики ЄС. Велике значення має передбачена проектом Директиви [3] організація багатостороннього моніторингу стану поверхневих вод, а також оцінки результатів моніторингу за п'ятикласною системою, які визначили два найвищі класи екологічного стану „Високий екологічний стан” і „Добрий екологічний стан”.

Ці визначення є досить загальними і неконкретними, в зв'язку з тим, що вони не мають кількісного виразу, проте орієнтують держави-члени ЄС на досягнення високих показників якості водних екосистем.

В жовтні 2000 року Директива Європейського парламенту і Ради ЄС стосовно водної політики була затверджена як офіційний документ, чинність її 20 років. Основними завданнями, які витікають із Директиви є [3]:

- сприяння сталому використанню води шляхом довготермінового захисту водних ресурсів;
- впровадження заходів по поступовому скороченню та припиненню скидання у водні об'єкти забруднюючих речовин.

Узагальненої для країн-членів ЄС комплексної екологічної класифікації якості поверхневих вод, яка б ґрунтувалась на кількісних критеріях, досі не існує. Це справа майбутнього. На основі такої комплексної класифікації, яка в Директиві зазначена як „Екосистемна класифікація якості поверхневих вод”, буде можлива розробка єдиної для країн-членів ЄС методики встановлення цільових показників якості поверхневих вод [5].

Ст. 37 „Водного кодексу України” передбачає розробку і встановлення екологічних нормативів якості води для оцінки екологічного благополуччя водних об'єктів та визначення комплексу цілеспрямованих водоохоронних заходів по їх досягненню. У 2001 р. в Україні розроблено проект методики [1], в якій визначається зміст і методи роботи по встановленню і використанню екологічних нормативів щодо різних показників якості води у водних об'єктах України, а також містяться правила викладення і подання одержаних результатів.

Методологічною засадою для встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод є екосистемний принцип знаходження репрезентативних показників складу і властивостей води, які водночас є важливими компонентами абіотичної і біотичної складових водних екосистем в стані їх екологічного благополуччя.

Екологічні нормативи встановлюються диференційовано щодо основних показників якості води трьох блоків: сольового складу, трофо-сапробності і специфічних речовин токсичної дії. При цьому повинен бути дотриманий басейновий принцип оцінки та нормування якості поверхневих вод, оскільки головні річки України та їх притоки мають характерні особливості гідрологічного, гідрохімічного і гідробіологічного режимів, а тому і процесів формування якості води, які суттєво відрізняються між окремими річковими басейнами. Крім того, відбуваються істотні закономірні зміни якості річкових вод повздовж їх течій (від витoku до гирла), які також слід враховувати при встановленні категорій і абсолютних значень екологічних нормативів.

Вихідними даними для визначення значень оптимальних і допустимих екологічних нормативів стосовно будь-якого водного об'єкту, насамперед, мають бути результати систематичного контролю за якістю води, який здійснюється мережею пунктів державного контролю за якістю води в системах Мінекоресурсів і Держводагенства України.

Вихідні дані повинні характеризувати якість поверхневих вод в їх натуральному екологічному стані за умов відсутності або слабкого антропогенного впливу. Для цього слід відшукати систематизовані

ретроспективні дані якості води в поверхневих водних об'єктах за ті періоди регулярних спостережень (переважно у віддаленій ретроспективі), коли їх антропогенне забруднення не виявлялося або було незначним. Тому при встановленні екологічних нормативів стосовно кожного з показників трьох блоків беруться до уваги такі положення [6]:

- показники сольового складу (перший блок) детермінуються, насамперед, природними чинниками, які менш змінюються під впливом антропогенних факторів;

- специфічні показники (третій блок), навпаки, детермінуються переважно антропогенними чинниками;

- встановлення екологічних нормативів стосовно трофо-сапробіологічних показників (еколого-санітарних, другий блок), порівняно з першим і третім блоками, є досить складною справою тому, що вони визначаються водночас спільно як природними, так і антропогенними чинниками.

Доцільність встановлення значень екологічних нормативів якості поверхневих вод полягає в визначенні такого рівня якості води (її чистоти або допустимого забруднення), який відповідає складу і властивостям води водних об'єктів при оптимальних умовах функціонування водних екосистем. Значення екологічних нормативів якості води характеризують притаманний для кожного водного об'єкта природний (фоновий) екологічний стан, або воду, якість якої вища, ніж в сучасних умовах антропогенного забруднення води річок.

Список літератури

1. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / [В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін.] – К. : ВПОЛ, 2001. – 48 с. 2. План заходів щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів: Затверджено постановою КМ України від 19 березня 1997 р. №244 // Екологія і закон: Екологічне законодавство України. У 2-х кн. [від. ред. В.І. Андрейцев]. – К. : Юрінком Інтер, 1997. – Кн.1. – С. 194-196. 3. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с. 4. Разнообразные подходы к экологическому управлению: краткий курс по практике оценки риска, установлению экологических стандартов и разработке программ сокращения загрязнения в ЕС и США // Материалы семинара по стандартам качества воздуха и воды, проведенного Минэкобезопасности Украины и Центром политики по охране атмосферы США (Киев, 9-13 дек. 1996 г.). – К., 1997. 5. Гопчак І.В. Встановлення цільових показників якості води в країнах ЄС та Україні / І.В. Гопчак // Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій: Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 2010. – С. 93-94. 6. Гопчак І.В. Встановлення категорій і абсолютних значень екологічних нормативів якості води для річок Волинської області / І.В. Гопчак // Вісник НУВГП. – 2005. – Вип. 5(33). – С. 71-78.

Встановлення екологічних нормативів якості води в країнах ЄС та Україні

Яцик А.В., Гопчак І.В., Басюк Т.О.

Подано визначення "екологічний норматив якості води", проведено аналіз та порівняння встановлення нормативів якості води в країнах Європейського Співтовариства та Україні.

Ключові слова: нормативи, якість, річка, екосистема.

Установление экологических нормативов качества воды в странах ЕС и Украине

Яцык А.В., Гончак И.В., Басюк Т.О.

Дано определение "экологический норматив качества воды", проведен анализ и сравнение установления нормативов качества воды в странах Европейского Содружества и Украине.

Ключевые слова: *нормативы, качество, река, экосистема.*

Establishment of ecological norms of water quality is in countries of ES and Ukraine

Yatsyk A.V., Gopchak I.V., Basyuk T.O.

The definition of "the water quality ecological standard" is given, an analysis and comparison of establishment norms water quality in the countries of European Union and Ukraine is conducted.

Keywords: *standard, quality, river, ecosystem.*

Надійшла до редколегії 06.10.2011

УДК 504.453 (477)

Косяк Д.С.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ЩОДО УПОРЯДКУВАННЯ ВОДООХОРОННИХ ЗОН НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ ЛЮТИЦЯ (УКРАЇНСЬКЕ ПОЛІССЯ)

Ключові слова: *річка, водоохоронна зона, еколого-економічна оцінка, природоохоронні заходи, економічна ефективність*

Вступ. Еколого-економічна оцінка ефективності заходів щодо упорядкування водоохоронних зон річок здійснюється шляхом порівняння еколого-економічних ефектів з відповідними витратами на впровадження цих заходів за різними технологіями [1, 3, 4, 7].

Умовою проведення розрахунків економічної ефективності витрат на природоохоронні заходи є вибір варіантів у межах однієї території, де досягається однакова (нормативна) якість навколишнього середовища.

Комплексні дослідження еколого-економічної оцінки ефективності заходів щодо упорядкування водоохоронних зон річок України, які виконувалися в УНДІВЕП із залученням фахівців різних напрямів знань, довели, що еколого-економічна оцінка ефективності заходів в багатьох випадках залежить від капітальних вкладень у природоохоронні заходи басейнів річок, а особливо, їх водоохоронних зон і прибережних захисних

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

смуг. Результати цих досліджень викладено у розробленій в інституті "Методиці упорядкування водоохоронних зон річок України" [4]. Більш детальніше методами оцінки екологічних втрат займалися такі фахівці економісти як Л.Г. Мельник та О.І. Корінцева [3].

Для вивчення еколого-економічної оцінки ефективності заходів щодо упорядкування водоохоронних зон річок України необхідно звернути увагу на основні поняття, що включає дана оцінка.

Загальна ефективність показує у скільки разів ефективність проведених заходів перевищує витрати на проведення природоохоронної діяльності, а показник порівняльної економічної ефективності використовують при порівнянні варіантів окремих природоохоронних рішень [9].

Еколого-економічні втрати являють собою витрати економічних суб'єктів від порушення природного середовища (збитки та додаткові витрати на їх запобігання). Існують методи оцінки еколого-економічного збитку – методи, що дають змогу визначити кількісну величину збитку; засновані на трьох підходах: прямому обліку (порівняння умовно "чистого" і "забрудненого" районів); аналітичному, що передбачає одержання кількісних залежностей за допомогою методів багатфакторного математичного аналізу; емпіричному, що передбачає використання залежностей, отриманих за допомогою перших двох методів.

Оцінки збитку прямим рахунком і за допомогою аналітичного методу потребують щоразу збору й опрацювання величезного обсягу інформації і внаслідок великої трудомісткості не придатні для широкого використання в економічних розрахунках. Ці два методи використовуються лише як інструменти для створення інформаційної бази. У розрахунках використовуються ще два поняття – можливого і упередженого збитків. Можливий (очікуваний) збиток – це умовне теоретичне значення збитку, що очікується в перспективі чи в передбачуваному стані забруднення навколишнього середовища. Величина ліквідованого збитку внаслідок проєктованих чи фактично виконаних заходів, що захищають середовище, становить упереджений збиток.

Витрати на відтворення факторів природного середовища, що несе виробник, складають основу витратного підходу оцінки природних ресурсів. Ефект споживача – основа рентного (результатного) підходу. Витратні оцінки враховують витрати, які необхідні для відтворення кількісних або якісних властивостей природних факторів. Результатна оцінка визначається за величиною економічного ефекту, який може одержати споживач внаслідок використання природних благ.

Еколого-економічні оцінки характеризують зміну параметрів господарської діяльності економічних суб'єктів, у відповідь на процеси використання природних благ і їх вплив на компоненти середовища. Основна функція еколого-економічних оцінок – інформаційна, їх завдання – з максимальним ступенем вірогідності відбити, яким чином пов'язані з використанням природних благ процеси, що відбуваються у природі,

суспільстві і технічних системах, як вони впливають на вартісні показники діяльності економічних суб'єктів [2, 3].

Обґрунтування й оцінку економічної ефективності інженерно-біотехнічних заходів (ІБЗ) щодо упорядкування водоохоронних зон (ВЗ), спрямованих на поліпшення екологічного стану річок, треба здійснювати на основі вихідних даних про використання водно-земельних ресурсів басейну та об'єктів їх забруднення. Для цього необхідно використовувати усі наявні інформаційні джерела та особливо матеріали результатів натурних досліджень.

Проведення водоохоронних заходів, до яких у першу чергу відноситься упорядкування водоохоронних зон (прибережних захисних смуг), це – проблема багатоцільова. Вирішувати її потрібно з використанням системного підходу. Забруднення річок, погіршення якості води та в цілому їх екологічного стану відбувається за рахунок поверхневих побутових і сільськогосподарських стоків, особливо тих, що збільшуються у період повеней і паводків, а також стоків з різних підприємств, що не мають ефективних очисних споруд.

Економічні збитки вимірюються сумою витрат на запобігання виникненню впливу забруднюючого об'єкту на стан річки та навколишнього природного середовища. Упорядковані водоохоронні зони та прибережні захисні смуги виконують функції буферу, що захищає від впливу антропогенного навантаження на стан річок.

Величина упереджених економічних збитків ($Z_{вз}$) дорівнює різниці між розрахунковими сумами можливих збитків (Z_m), наявних або можливих у разі невиконання ІБЗ, і залишковими збитками (Z_z) після їх виконання:

$$Z_{вз} = Z_m - Z_z. \quad (1)$$

Економічне обґрунтування та оцінку результативності ІБЗ слід виконувати виходячи з принципу порівняльної ефективності двох варіантів: перший – ІБЗ на річках впроваджується, стан річки та навколишнього природного середовища не погіршується, стабілізується або поліпшується; другий – ІБЗ на річках не здійснюється, екологічний стан річки та прилеглих територій погіршується, навколишнє природне середовище та інфраструктура зазнають негативного впливу.

Оцінку економічної ефективності під час упорядкування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг на річках необхідно виконувати з використанням методів, наведених у [1, 3, 7].

Згідно з [1, 7] можливі збитки (Z_m), що завдаються внаслідок забруднення річок, визначаються за формулою:

$$Z_m = \gamma * \delta_k * M_m, \quad (2)$$

де Z_m – річні можливі збитки, що зможуть виникнути у разі забруднення стоку річки шкідливими речовинами, грн./рік; γ - множник, що дорівнює 400

карбованців за одну умовну тонну (у цінах 1988 р.), що згідно з ДБН IV-16-96, частина II, перераховано у базисні ціни 2006 р. та дорівнює 422,8 гривнів за одну умовну тонну (грн./умов.т.) [5, 8]; δ_k – константа, що має різні значення для відповідних водогосподарських ділянок (басейнів річок), величина безрозмірна, її значення приймаємо згідно [6]; M_m – зведена маса можливого річного виносу біогенних речовин від джерела в i -й водогосподарській ділянці (басейні річки), умов.т/рік.

Значення величини M_m визначається за формулою:

$$M_m = \sum_i^n A_i * A_{mi} = \frac{1}{ГДК_{p/gi}} * A_{mi}, \quad (3)$$

де n – загальна кількість біогенних речовин на даному джерелі забруднення $i...$; i – номер біогенної речовини; A_i – показник відносної небезпечності виносу i -ої біогенної речовини до річки, умов.т/т; A_{mi} – загальна маса можливого річного виносу i -ої речовини, т; $ГДК_{p/gi}$ – граничнодопустима концентрація i -ої біогенної речовини у річці (водоймі) рибогосподарського значення, г/м³.

Залишкові збитки (Z_3) можна визначити аналогічно з можливими збитками за формулою:

$$Z_3 = \gamma * \delta_k * \sum_i^n \frac{1}{ГДК_{p/gi}} * A_{zi}, \quad (4)$$

де A_{zi} – загальна маса залишкового річного виносу i -ої біогенної речовини, т.

У випадку, коли відсутнє затверджене значення $ГДК_{p/gi}$ можна використовувати значення $ГДК$ i -ої біогенної речовини у воді водогосподарських об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. А у разі відсутності затверджених значень $ГДК_{p/gi}$ і $ГДК_{х/мі}$ у формулі замість величини, що визначається з $\frac{1}{ГДК_{p/gi}}$ можна

приймати $A_i = 5 * 10^4$ умовних тонн за тонну (умов. т/т). Значення $ГДК$ щодо забруднення водойм біогенними речовинами беремо з “Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами” або з інших літературних джерел.

Розрахунки економічних збитків у разі виносу азоту, фосфору, калію (НРК) з сільськогосподарських угідь здійснюються з використанням даних за площинними та точковими джерелами забруднення за формулою [7]:

$$M_{бр.i} = R * F \quad (5)$$

де $M_{бр.i}$ – маса річного виносу біогенних речовин від джерел i -ої водогосподарської ділянки, умов.т/рік; R – питома кількість забруднюючої речовини (біогенної) з ґрунту сільськогосподарських угідь, кг/га; F – площа, зайнята відповідною сільськогосподарською культурою, га.

На річці визначаються розрахункові створи по забрудненню.

Економічні збитки, що завдаються господарству внаслідок виносу біогенних речовин до річки, здійснюються у системному матричному вигляді за площинними та точковими джерелами забруднення.

Загальна економічна ефективність (E_z) витрат на упорядкування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг для запобігання забрудненню біогенними речовинами визначається за формулою:

$$E_z = \frac{P}{B} = \frac{P}{B_e + E_n * K}, \quad (6)$$

де P – економічний результат (ефект), отриманий внаслідок запобігання забрудненню річок біогенними речовинами у разі упорядкування ВЗ, грн./рік; B – зведені витрати, понесені на упорядкування ВЗ, грн./рік; B_e – річні експлуатаційні витрати на обслуговування та утримання основних фондів водоохоронних зон, грн.; K – капітальні вкладення на упорядкування ВЗ, грн.; E_n – нормативний коефіцієнт капіталовкладень, що дорівнює 0,12.

Річний економічний ефект ($E_{вз}$) внаслідок упорядкування ВЗ визначається як різниця між величиною річного економічного результату та витратами (B), понесеними на виконання заходів для захисту від забруднення, грн. тобто:

$$E = P - B. \quad (7)$$

Еколого-економічна оцінка ефективності заходів щодо упорядкування ВЗ здійснювалася порівнянням величини очікуваного економічного результату з величиною витрат, що його забезпечують, методом розрахунку показників річної загальної (абсолютної) економічної ефективності витрат і річного (чистого) економічного ефекту.

Розрізняють фактичний та очікуваний (проектний, прогнозний) чистий економічний ефект природоохоронних заходів. Фактичний чистий економічний ефект визначається для здійснення цільових заходів на основі порівняння фактичних витрат і фактично досягнутого економічного результату при реалізації проекту. Очікуваний чистий економічний ефект розраховується на етапах розробки прогнозів, програм, проектів, створення нової природоохоронної техніки, виробництва екологічно чистої продукції на основі багатоваріантного аналізу очікуваних витрат і результатів з метою вибору оптимального, який забезпечує максимального економічного ефекту при додержанні чинних вимог до якості навколишнього середовища.

Порівняльні варіанти повинні відповідати вимогам щодо умов праці, технічних та економічних показників, комплексного використання відходів, вторинних ресурсів тощо, передбаченим нормативними документами [8].

У межах басейну р. Лютиця здійснено розрахунок можливого залишкового фосфорного навантаження одного з найважливіших біогенних компонентів під час оцінки стану водних екосистем. Згідно з отриманими даними наявних тут природних фільтрів – лісів, лісосмуг, луків та боліт явно недостатньо для можливого поглинання фосфорного забруднення від

площинних та точкових джерел. Розраховане можливе залишкове фосфорне навантаження у межах водозбору є досить великим і становить 477,42 т/рік.

Тому як величина упереджених збитків розраховується вартість заходів щодо усунення можливого фосфорного забруднення на водозбірній площі р. Лютиця. Зважаючи на те, що прибуток внаслідок їх здійснення не розглянуто, то, у даному випадку, річний економічний ефект дорівнює річній величині упереджених економічних збитків й розраховується за формулою (2), де δ_k – регіональний коефіцієнт, що показує відносну небезпеку внаслідок забруднення водою і дорівнює 2,5 [6], тоді річна величина упереджених економічних збитків, що могли б виникнути внаслідок можливого залишкового фосфорного навантаження дорівнює:

$$P = Z_m = \gamma * \delta_k * M_m = 422,8 * 2,5 * 15898,1 = 1,68 \text{ млн.грн.}$$

Приведена маса фосфору розраховується за величиною річного можливого залишкового фосфорного навантаження з урахуванням показника відносної небезпеки виносу за формулою (5) становить:

$$M_m = m * A_m = 477,42 * 33,3 = 15898,1 \text{ ум. т/рік.}$$

Річна загальна економічна ефективність відображає економічний ефект внаслідок здійснення запланованих природоохоронних заходів, що припадає на 1 грн. вкладених коштів на їх здійснення й виражена двома показниками:

Показником загальної економічної ефективності витрат (E_3) що є співвідношенням річної величини відвернених економічних збитків (P) до загальних витрат (B) у річному обчисленні, що обумовили його отримання, яке визначається за формулою (6).

Приведені річні витрати на здійснення водоохоронних заходів визначаються величиною капітальних вкладень (з урахуванням нормативного коефіцієнту їх ефективності) та величиною річних експлуатаційних витрат на обслуговування та утримання основних фондів:

$$B = E_n * K + B_e, \quad (8)$$

де K – капітальні вкладення у створення основних фондів для здійснення заходів, млн.грн.

Капітальні вкладення у створення основних фондів запропонованих заходів складаються з:

$$K = K_{п.пс} + K_{р.р} + K_{с.н} + K_{с.вз}, \quad (9)$$

де $K_{п.пс}$ – капітальні вкладення на перезалуження прибережних смуг; $K_{р.р}$ – капітальні вкладення на розчистку русла; $K_{с.н}$ – капітальні вкладення на створення зимувальних ям та нерестилищ; $K_{с.вз}$ – капітальні вкладення на створення прибережної водоохоронної зони. Згідно [8] індекс споживчих цін за 2006 рік становив 111,6 %, а тому поточні капітальні вкладення на створення водоохоронних зон переводимо у базисні ціни 2006 року.

Наприклад, для р. Лютиця у 1993 році капітальні вкладення на створення водоохоронних зон становили $K = 16570,5$ млн. крб., а після переведення у ціни 2006 року $K = 1,02$ млн. грн.

$$K = 0,096 + 0,926 + 20,38 + 998,58 = 1019,98 \text{ тис.грн. або} \\ K = 1,02 \text{ млн.грн.}$$

Крім того, річні експлуатаційні витрати становлять – $B_e = 0,12$ млн.грн. B_e – річні експлуатаційні витрати на обслуговування та утримання основних фондів для здійснення заходів, млн.грн./рік; $E_n = 0,12$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, 1/рік.

Приведені річні витрати становлять:

$$B = E_n * K + B_e = 0,12 * 1,02 + 0,12 = 0,242 \text{ млн. грн./рік.}$$

Тому річні величини загальної ефективності витрат на водоохоронні заходи визначаються як:

$$E_{\text{вз}} = \frac{Z_m}{B} = 1,68 / 0,242 = 6,94 \text{ млн. грн. /рік.}$$

Показник загальної економічної ефективності капітальних вкладень (E_k) є співвідношенням річного економічного результату з урахуванням експлуатаційних витрат (B_e) до величини капітальних вкладень (K):

$$E_k = \frac{(Z_m - B_e)}{K} = (1,68 - 0,12) / 1,02 = 1,53 \text{ млн. грн./рік.}$$

Таким чином, термін окупності капітальних вкладень становить:

$$T_{\text{ок.}} = \frac{K}{E_k} = 1,02 / 1,53 = 0,7 \text{ років.}$$

Річний (чистий) економічний ефект. Чистий (господарський) економічний ефект ($E_{\text{вз}}$) внаслідок здійснення запроєктованих заходів є різницею між величиною річного економічного результату ($P = Z_m$) та величиною приведених витрат (B), що обумовили його отримання:

$$E = P - B = 1,68 - 0,242 = 1,438 \text{ млн. грн./рік.}$$

Висновок. Таким чином, розраховані показники ефективності внаслідок здійснення водоохоронних та санітарних заходів підтверджують економічну доцільність у їх здійсненні.

Аналогічні розрахунки економічних показників можна виконувати і для інших басейнів річок Українського Полісся.

Список літератури

1. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экологического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М : Экономика, 1986. – 86 с. 2. Мельник Л.Г. Екологічна економіка : Підручник / Л.Г.Мельник. – Суми: Університетська книга, 2002. – 346 с. 3. Методи оцінки екологічних витрат: монографія /

[за ред. Л.Г. Мельника та О.І. Корінцевої]. – Суми : Університетська книга, 2004. – 288 с. 4. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / [Яцик А.В., Томільцева А.І., Філімоненко Р.П. та ін.] – К. : Оріяни, 2004. – 128 с. 5. Порядок визначення вартості будівництва, що здійснюється на території України. ДБН IV-16-96, ч. II / Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. – К., 1996. - 139 с. 6. Постанова Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 р. за № 303 «Про порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» // Офіційний вісник України. – 1999. – 26 с. 7. Рекомендации по расчету поступления биогенных веществ в водоемы для прогноза эвтрофирования водохранилищ и выбора водоохраных мероприятий. – М. : Росагропромиздат, 1989. - 27 с. 8. Розрахунок розміру річного відсоткового доходу та ставки щомісячного купона (таблиця “Фактичний індекс споживчих цін з листопада 2005 року до листопада 2006 року”). Додаток до наказу Міністерства фінансів України 14.12.2004 № 779 // Газета “Урядовий кур’єр” від 30.12.2004, № 250. 9. Царенко О.М. Основи екології та економіка природокористування. Курс лекцій. Практикум / О.М. Царенко, О.О. Несветов, М.О. Кабацький. – Суми : Університетська книга, 2001. – 326 с.

Еколого-економічна оцінка ефективності заходів щодо упорядкування водоохоронних зон на прикладі річки Лютиця (Українське Полісся)

Косяк Д.С.

Наведена загальна та порівняльна оцінки ефективності заходів, приведені розрахунки еколого-економічної ефективності заходів на прикладі річки Лютиця.

Ключові слова: річка, водоохоронна зона, еколого-економічна оцінка, природоохоронні заходи, економічна ефективність.

Эколого-экономическая оценка эффективности мероприятий относительно упорядочивания водоохраных зон на примере реки Лютица (Украинское Полесье)

Косяк Д.С.

Приведена общая и сравнительная оценки эффективности мероприятий, приведенные расчеты эколого-экономической эффективности мероприятий на примере реки Лютица.

Ключевые слова: река, водоохранная зона, эколого-экономическая оценка, природоохранные мероприятия, экономическая эффективность.

Ecology-economic estimation of efficiency of measures in relation to arrangement of bank-protection zones on the example of the river of Lutyca (Ukrainian Polissya)

Kosyak D.S.

Resulted general and comparative estimations of efficiency of measures, the brought calculations over of ecology-economic efficiency of measures on the example of the river of Lutyca. A given general and comparative evaluation of effective the measures, a given calculation of ecology-economic effective the measures for example Lutyca river.

Keywords: the river, bank-protection zone, ecology-economic estimation, nature protection measures, economic efficiency.

Надійшла до редколегії 30.09.2011

Соловей Т.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Ключові слова: дистанційне зондування, фотоінтерпретація, заболочені території, болота

Вступ. Ідентифікація перезволожених територій є надзвичайно актуальною проблемою як у науково-теоретичному, так і господарському відношеннях. В умовах постійного перезволоження формуються унікальні фітоценози, специфічні органогенні відклади та, загалом, геосистеми високого рівня біотичного і ландшафтного різноманіття. Їх дослідження є пріоритетним завданням реалізації природоохоронних стратегій як на рівні держави, так і світового значення – Рамсарська (“Про захист водно-болотних угідь”), Бернська (“Про охорону дикої природи і фауни та природних середовищ життя в Європі”), Найробська (“Про біотичне різноманіття”) конвенції тощо. Особливого значення дослідження перезволожених геосистем набувають у зв’язку з глобальним потеплінням клімату. Виявлені зміни гідрокліматичних умов в Україні свідчать про зростання запасів підземних вод зони активного водообміну, що відображається у підвищенні мінімального стоку річок [Гребінь В.В., 2010]. У ході цих змін можлива також активізація процесів заболочення суходолу. В свою чергу болота виконують ключову роль в обігу парникових газів – CO_2 , CH_4 , N_2O . Узагальнені дані численних фінських досліджень свідчать про те, що болота в антропогенно незміненому стані щороку поглинають пересічно $75,3 \text{ г} / 1 \text{ м}^2$ двоокису вуглецю [Crill, 2000].

У статті висвітлено сучасні можливості використання супутникових і аерофотознімків для визначення локалізації перезволожених територій, особливостей їх зволоження, фітоценотичного складу тощо. Показано приклад застосування методів дистанційного зондування для ідентифікації перезволожених територій на Мазовецько-Підліській низовині (центральна Польща).

Постановка проблеми. Умови постійного перезволоження фіксуються тоді, коли верхній тридцятисантиметровий шар ґрунту упродовж більшої частини року (не менше 200 днів) містить кількість вологи, що перевищує рівень найменшої польової вологоємності. Перезволоженим територіям властивий перебіг своєрідних процесів, головними з яких є оглеєння і торфонакопичення, що відображається у поширенні гідроморфних ґрунтів і гідрофільної рослинності. До перезволожених земель належать гідроморфні

ландшафти, які розвиваються там, де існують умови тривалого затоплення або підтоплення територій. В умовах заболочення суходолу, зумовленого приповерхневим заляганням підземних вод, інтенсифікується процес оторфування дернового горизонту. У випадку, коли територія зазнає тривалого затоплення, органічна субстанція відкладається на земній поверхні, утворюючи нові відклади – мул або торф. Отже, до перезволожених територій ми зараховуємо торфовища, болотні масиви, заболочені землі, тобто ті об'єкти, яким властиві дві головні ознаки: 1) умови постійного перезволоження; 2) розвиток болотних процесів.

Одним зі способів ідентифікації перезволожених територій у просторі, а також отримання даних про їх властивості, може бути застосування методів дистанційного зондування. Вони охоплюють наземні спектральні вимірювання та аерофото- і супутникові знімки. Істотною частиною дистанційного зондування є фотоінтерпретація, тобто ідентифікація об'єктів на підставі пізнавальних рис, які є безпосередньою властивістю даного об'єкту і характеризують його з точки зору геометрії, структури, оптичних і спектральних властивостей.

Застосування методів дистанційного зондування для ідентифікації перезволожених територій. У моніторингу гідроморфних ландшафтів, тобто перезволожених територій, за допомогою супутникових спостережень можна виділити два головні дослідницькі напрямки: оцінку вологості ґрунтів та оцінку властивостей фітоценозів. У цих дослідженнях використовують дані, що презентують кількість відбитого випромінювання у видимому і червоному (400–2500 нм), тепловому (3000–16000 нм) і мікрохвильовому (0,9-25 см) спектрах. Стосовно ґрунтів – величина відбитого випромінювання у видимому спектрі залежить від їх вологості. Сухий ґрунт загалом відзначається вищою, ніж вологий, величиною відбиття електромагнітного випромінювання. Різниця у відбитті збільшується одночасно зі зростанням довжини хвилі. Це означає, що більший контраст між сухим і вологим ґрунтом спостерігається у червоному видимому спектрі. Головною перешкодою оцінки зволоження приповерхневих відкладів таким способом є наявність рослинного покриву. Клітини рослин є дуже ефективними розпорошувачами електромагнітних хвиль. Максимум відбиття спостерігається у зеленій частині видимого спектру – на рівні 10-15%. Різке зростання відбувається також і в червоній частині спектру, де, залежно від видів рослин, цей показник коливається у межах 30-70% [Almeida, 2004].

Кращі можливості для визначення просторової різноманітності вологості ґрунтів дають супутникові радарні знімки. Широко використовуються знімки із супутників ENVISAT ASAR, MERIS, AATSR, MODIS, ALOS, RADARSAT. Для досліджень зволоженості територій, непокритих рослинністю, застосовують радарні знімки, зареєстровані у спектрах С (довжина хвилі 5,7 см) або L (21 см). Мікрохвильове випромінювання проникає в ґрунт на глибину в 0,1-0,2 рази більшу, ніж довжина хвилі, і зменшується в міру зростання його вологості. У випадку спектру L глибина

проникнення хвилі становить майже 10 см в умовах середньої зволоженості [Engman і Chauhan, 1995]. Оцінка вологості ґрунтів, покритих рослинністю, характеризується значною похибкою. З метою її зменшення використовують коротші хвилі зі спектру Ku (2 см) і X (3 см), які допомагають окреслити вплив рослинності на ослаблення довгохвильового сигналу. В Інституті геодезії і картографії Польщі розроблено методику визначення заболочених територій з різноманітним ступенем зволоження на підставі інформації, отриманої з мікрохвильового спектру [Dabrowska-Zielinska, 2009]. У цій методиці про вологість ґрунтів свідчить величина коефіцієнту розпорошення відбитого сигналу, яку отримують з мікрохвильових знімків супутників ERS-2, ALOS, ENVISAT, ASAR і MERIS.

У 2009 р. стартувала місія ESA SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), метою якої є глобальний моніторинг вологості ґрунтів на суходолі і солоності океанів. На підставі отриманих даних з'ясовують глобальні умови обміну вод між суходолом і атмосферою на тлі глобальних кліматичних змін [www.esa.int]. Місія триватиме впродовж 3-5 років і постачатиме дані спостережень поверхні Землі з циклічністю 3-4 дні для того ж самого місця, що забезпечить репрезентативну періодичність для сезонних змін. SMOS використовує вимірювання температури радіаційної яскравості (Brightness Temperature) у мікрохвильовому спектрі L (1,4 ГГц). Це є радіометрична одиниця, яка означає емісію природного шуму у спектрі спостереження. Цю змінну величину потім перетворюють на показник вологості ґрунтів. Для калібрації вимірювань вологості ґрунтів із супутника SMOS на регіональному рівні використовують наземні спостереження за вологістю ґрунтів, температурою повітря на поверхні ґрунту і на висоті 2 м, рослинні показники LAI, fAPAR, які отримують на основі спектрального аналізу. SMOS веде спостереження за зоною аерації. Вміст води у зоні сатурації залишається поза межами спостережень SMOS. Інструмент SMOS не сканує територію по лінії за лінією у часовому порядку, а реєструє відбитий сигнал з поля зору всіх пікселей одночасно [Usowicz, 2009].

В теперішній час вважається, що найефективніші методи дистанційного моніторингу гідроморфних ландшафтів повинні базуватися на синергетичній інформації, отриманій на підставі електромагнітних, радарних (SAR) і радіометричних (SMOS) вимірювань.

На підставі фотоінтерпретації аерофотознімків можна ідентифікувати гідроморфні ландшафти, використовуючи біоіндикатори – рослинність. За специфічними фітоценозами заболочених територій часто можна робити висновки щодо водних умов біотопу. Визначення фотоінтерпретаційних рис гідрофільної рослинності є головним завданням при ідентифікації заболочених територій за аерофотознімками. Більшість аерофотознімків реєструє відбите від земної поверхні випромінювання у видимому (чорно-білі знімки, які називають панхроматичними, та кольорові, з природними барвами) та інфрачервоному спектрах [Ciolkosz, 1999]. Останні особливо придатні для виокремлення рослинності з-поміж інших об'єктів. Кольорові крупномасштабні знімки знаходять застосування при визначенні

заболочених територій, покритих лучною рослинністю, та ідентифікації перехідних і верхових боліт. З метою визначення ступеня зволоженості лучних фітоценозів добрі результати отримують, використовуючи знімки супутника Landsat з двох періодів – початку травня і вересня. На підставі візуального аналізу встановлено, що найкращі розпізнавальні характеристики дають 3 і 4 спектральні канали. Добрих результатів у виокремленні вологих і мокрих луків досягають, застосовуючи комбінацію спектральних каналів – суму каналу 4 з двох періодів (травень і вересень) і канал 3 (вересень) [Kozłowska, 2004].

Об’єкт дослідження. Територія досліджень, площею 1 164 км², розміщена у Польщі, в центральній частині Мазовецько-Підліської низовини і адміністративно належить до Мазовецького воєводства (рис. 1).



Рис.1. Локалізація території досліджень у Польщі

Типовою рисою сучасного рельєфу досліджуваної території є перевага пагорбистих місцевостей при коливанні абсолютної висоти від близько 110 м н.р.м. у долині р. Свідер до 220 м н.р.м. на щиті Калушинської височини. Вони утворюють три генетичні типи рельєфу: зденудовану моренну височину, перигляціально-денудаційну та флювіо-аккумуляційну рівнини. В їх межах домінують плейстоценові моренні піщанисті глини та глинисті піски. Пологі рівнини річкової аккумуляції спостерігаються у долинах р. Свідер та р. Лівець і її притоки Костшинь. На значній частині їх поверхонь поширені заболочені території, вкриті луками.

До найбільших торфовищ на території досліджень належать резервати

“Багно Рогожниця” і “Погожель” (низинні торфовища) та “Кривицькі Струги” (верхове торфовище). Perezволожені території розташовані головню у долинах річок Свідер, Вітувка і Костшинь.

Грунтові води на території досліджень поширені у піщаному алювії річкових долин і піщано-гравійних флювіогляціальних відкладах. Останні характеризуються найбільшим поширенням, з глибиною залягання рівня ґрунтових вод близько 2-5 м. У річкових долинах ґрунтові води залягають на глибині 1-2 м. Перший водоносний горизонт не ізольований від земної поверхні, що забезпечує його інфільтраційне живлення. Система кругообігу цих вод належить до локального рівня.

Методика дослідження. Ідентифікація Perezволожених територій, зокрема місць поширення природничо-цінних болотних угідь, виконана влітку 2010 р. в рамках норвезького проекту: “Розробка інструменту для ідентифікації природничо-цінних територій у межах агроландшафтів”. У роботі використано наступні матеріали:

- 1) ортофотокарти, розроблені на основі аерофотознімків з 2006 р. (серпень) у натуральних барвах і просторовій роздільній здатності 0,5 м;
- 2) супутникові знімки Landsat TM з 2006 р.;
- 3) ґрунтову карту в масштабі 1 : 25 000;
- 4) цифрову модель земної поверхні, роздільної здатності 10 м;
- 5) топографічну карту в масштабі 1 : 50 000;
- 6) гідрографічну карту в масштабі 1 : 50 000;
- 7) тематичні інформаційні шари ГІС “Болота Польщі”.

Весь графічний матеріал підлягав обробці у середовищі ГІС. Просторовий аналіз векторних і растрових даних, а також ортофотокарт здійснений у програмі ArcGIS 9.3 фірми ESRI.

У даній роботі головним методом досліджень є мануальна фотоінтерпретація аерофотознімків. В її основу покладено фотоінтерпретаційний ключ для ідентифікації болотних фітоценозів та зв'язок рослинного покриву з ґрунтово-геоморфологічними умовами. На підставі взаємозв'язку болотних фітоценозів з певними формами рельєфу і типом ґрунту розроблено ідентифікатори досліджуваних об'єктів. Орографічні і ґрунтові умови оцінено за допомогою цифрової моделі земної поверхні, геоморфологічної, геологічної та ґрунтової карт. В якості допоміжного методу застосовано аналіз рослинного покриву на основі показника NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), тобто коефіцієнта відбиття червоних хвиль [Sims, Gamon, 2003]. Показник NDVI розраховано на основі супутникових знімків Landsat TM.

Влітку 2010 р. сконфронтовано дійсний вигляд болотних фітоценозів (у польових умовах) з їх відображенням на ортофотокарті. На ній виділені об'єкти (Perezволожені території), що характеризуються специфічним фототонном, структурою і текстурою. У польових умовах перевірено їх наявність, ідентифіковано генетичний і фітоценотичний тип боліт.

Результати досліджень. На території дослідження за допомогою дешифрування аерофото- і супутникових знімків, а також польових

обстежень ідентифіковано 113 масивів, де поширені природничо-цінні гідроморфні геосистеми. Їх загальна площа становить 286 га. Гідроморфні геосистеми належали до трьох генетичних типів – флювіо-, солі- і топогенних. Найчисельнішими були торфовища (низинні і перехідні), але по площі переважали болота мулистого походження (табл.1).

На території дослідження найлегшими для виявлення на ортофотокартах були перехідні торфовища, які поширені навколо заростаючих оліготрофних лісових озер.

Очеретні фітоценози були добрими біоіндикаторами постійно затоплених територій (покриття водою – від кільканадцяти см аж до 2 м). Вони знаходилися переважно у береговій зоні евтрофних водойм або водотоків, рідше – на низинних торфовищах. Результати дистанційної ідентифікації цих територій характеризувалися високою вірогідністю – більше 80 %.

Таблиця 1. Генетичні види гідроморфних геосистем території досліджень

Тип гідроморфних геосистем згідно джерела живлення	Мулисті болота, га	Заболочені масиви, га	Торфовища, га	Всього
Флювіогенні	80,86	7,77	33,39	122,02
Солігенні	2,61	67,23	29,82	99,66
Топогенні	0	12,09	52,11	64,20

За допомогою осокових луків з ряду *Magnocaricetalia* можлива дистанційна ідентифікація періодично затоплюваних боліт, де рівень ґрунтових вод коливається від 0 м до 0,3 м. Натомість вологі лучні рослинні угруповання (союз *Calthion*) можуть бути добрими індикаторами заболочених масивів, які затоплюються весною. Разом з тим, на аерофотознімках дуже важко розрізнити ці два фітоценози у зв'язку з їх подібним відображенням. У даній ситуації кращим методом є дешифрування супутникових знімків на підставі показника NDVI. Нами встановлено, що більшість помірно вологих лучних фітоценозів відрізняються більшими величинами показника NDVI у порівнянні з луками болотних фітоценозів.

Досліджені гідроморфні геосистеми поширені переважно на флювіо-аккумуляційній рівнині у долинах головних річок – Свідра і Костшиня. Це здебільшого заплавні мулисті або торф'яні болота. Їх відрізняє велика різноманітність ґрунтів і рослинних формацій, зумовлена значною мінливістю водних умов у зв'язку з коливанням рівня води у річці і топографічними умовами долини. На вищих терасових рівнях спорадично поширені солігенні торфовища або ж заболочені масиви.

Топогенні болота зосереджені на межиріччях, переважно на перигляціально-денудаційній рівнині. Болота формуються у місцях, де перший водоносний горизонт виходить на поверхню і характеризуються мінімальним похилом рівня води. Це характерно для локальних заглиблень,

де утворюються застійні неглибокі озера, охоплені торфотвірним процесом. Топогенні болота представлені перехідними торфовищами.

Висновки. Висвітлений у даній роботі метод фотоінтерпретації аерофото- і супутникових знімків (Landsat TM), зареєстрованих у вегетаційний період, дозволяє за допомогою біоіндикації ідентифікувати перезволожені території та інтерпретувати відмінність їх зволоження. Цей метод опосередковано дозволяє оцінити глибину залягання ґрунтових вод. Його можна використовувати для моніторингу й оцінки просторово-часових змін рослинного покриву, особливо водно-болотних угідь.

Аналіз структурних характеристик і фототону аерофотознімків, а також величини показника NDVI на супутникових знімках дозволив:

- ідентифікувати перехідні торфовища, сформовані у ході заростання оліготрофних озер;
- виявити території, покриті невеликим шаром (до 1 м) застійних або протічних вод;
- відрізнити власне болота від заболочених масивів.

Власний досвід ідентифікації перезволожених територій у центральній частині Мазовецько-Підліської низовини (Польща) на підставі фотоінтерпретації аерофотознімків дозволив зробити наступні висновки:

1) для цих цілей придатні виключно аерофотознімки з високою просторовою роздільною здатністю (менше 1 м);

2) в якості робочого матеріалу, окрім аерофотознімків, варто використовувати супутникові знімки (наприклад, загальнодоступні й безплатні Landsat TM), цифрову модель території, крупномасштабні топографічні і тематичні (ґрунтові, геологічні) карти. Використання вищезазначеного методу дало можливість ідентифікувати в межах території дослідження 113 масивів з природничо-цінними гідроморфними геосистемами загальною площею 286 га, де 60 % – болота, решта – заболочені масиви.

Список літератури

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
2. Almeida T.I.R. Principal component analysis applied to feature-oriented band ratios of hyperspectral data: a tool for vegetation studies / Almeida T.I.R., De Suoza Filho C.R., Rossetto R. // International Journal of Remote Sensing. – 2004. – 25. – P. 5005-5023.
3. Ciolkosz A. Interpretacja zdjec lotniczych / Ciolkosz A., Miszalski J., Oledzki J. – Warszawa : Wyd. Nauk. PWN, 1999.
4. Crill P. The role of peat in Finnish greenhouse gas balances / [Crill P., Hargreaves K., Korhola A.] // Minist. Trade Ind. Finland Stud. – 2000. – Rep.10.
5. Application of remote and in situ information to the management of wetlands in Poland / Dabrowska-Zielinska K., Budzynska M., Lewinski S. oth. // Journal of Environmental Management. – 2009. – 90, – P. 2261–2269.
6. Engman E.T. Status of microwave soil moisture measurements with remote sensing / Engman E.T., Chaunhan N. // Remote Sensing of Environment. – 1995. – 51. – P. 189-198.
7. Zastosowanie wskaźnika NDVI do wyrozniania lak o roznym poziomie uzytkowania i uwilgotnienia / [Kozłowska T., Kosinski K., Szymczak R., Ziaja W.] // Woda, Srodowisko, Obszary Wiejskie. – 2004. – 4., 2(11). – P. 201-218.
8. Sims D.A. Estimation of vegetation water content and photosynthetic tissue area from spectral reflectance: a comparison of indices based on liquid water and chlorophyll

absorption features / Sims D.A., Gamon J.A. // Remote Sensing of Environment. – 2003. – 84. – P. 526-537. 9. Woda w glebie – pomiary naziemne i satelitarne w badaniach zmian klimatu / Usowicz B, Marczewski W., Lipiec J. oth. – Lublin :Wyd. Nauk. FRNA, 2009

Застосування методів дистанційного зондування для ідентифікації перезволожених територій

Соловей Т.В.

Розглядається можливість застосування аерофото- супутникових знімків для ідентифікації перезволожених територій на основі рослинних спільнот (на прикладі Мазовецько-Підліській низовині). В роботі використано ортофотокарти на основі аерофотознімків та супутникові знімки Landsat TM. На підставі фотоінтерпретації і розрахунку показника NDVI визначена локалізація перезволожених територій: торфовищ, боліт и заболочених земель. Оцінена заболоченість території, природна цінність її болотних фітоценозів и просторові закономірності їх розповсюдження.

Ключові слова: дистанційне зондування, фотоінтерпретація, заболочені території, болота.

Использование методов дистанционного зондирования для идентификации переувлажненных территорий

Соловей Т.В.

Рассматривается возможность применения аерофото- и спутниковых снимков для идентификации переувлажненных территорий на основании растительных сообществ (на примере Мазовецко-Подляской низменности). В работе использованы ортофотокарты на основании аерофотоснимков и спутниковые снимки Landsat TM. Способом фото-интерпретации и расчета показателя NDVI определена локализация переувлажненных территорий: торфяников, болот и заболоченных земель. Оценена заболоченность исследуемой территории, природная ценность ее болотных фитоценозов и пространственные закономерности их распространения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, фото-интерпретация, заболоченные территории, болота.

Identification of wetlands by using remote sensing method

Solovey T.V.

On the basis of plant communities, in the selected region of Mazovia-Podlasie Lowland, the attempt of implementation of aerial photos and satellite images for distinguishing and identification of woodless marsh and swamp areas was made. Orthophotomaps with natural color from the aerial images and the Landsat TM satellite images were used in this study. On the basis of the photo interpretation and the NDVI ratio, the transient peatlands created in the progress of lakes overgrowing, areas covered with shallow layer of water with typical occurrence of common rushes, swamp and marsh areas with meadow vegetation were distinguished. Size of these areas, natural value of their phytocoenosis and tendencies in spatial variation were estimated.

Keywords: remote sensing, photo interpretation, marsh, swamp.

Надійшла до редколегії 19.10.2011

Киналь О.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ОСОБЛИВОСТІ ХОДУ ОПАДІВ УПРОДОВЖ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ В ЧЕРНІВЦЯХ (2000-2010 рр.)

Ключові слова: *передгір'я Українських Карпат; суми опадів; тривалість опадів, мінливість опадів*

Актуальність проблеми. В умовах сучасних кліматичних змін існує необхідність аналізу ходу елементів клімату в межах окремих територій та виконання низки досліджень прогностичного змісту стосовно їх можливих змін, ходу опадів зокрема. Вагомість вишукувань кліматичного змісту зумовлена проблемами унеможливлення несприятливих наслідків природних явищ у регіонах з особливим режимом зволоження. Такою є територія Чернівецької області, що включає в себе різні за гідрокліматичними властивостями території: рівнинне лісостепове Прут-Дністровське межиріччя, лісо-лучне Прут-Сіретське межиріччя (Буковинське Підгір'я) та лісисті Буковинські Карпати.

Орокліматогенні чинники та властивості гідромережі сприяють формуванню упродовж теплового періоду року в передгірній частині області високих паводків, повеней (часто катастрофічного характеру - як у 2008 та 2010 рр.). Внаслідок цього виникають затоплення і підтоплення великих площ у долинах річок Пруту, Черемоша, Сірету та їх приток, активізуються несприятливі екзогенні процеси, в першу чергу - масштабні зсуви на численних схилах складно побудованої поверхні. Вони завдають неймовірно великих як матеріальних, так і моральних збитків господарству й населенню, оскільки методи сучасного господарювання й управління територіями не забезпечують місцеве населення від таких негативних впливів.

Проблема складає певний науковий інтерес в аспекті тих кліматичних змін, що спостерігаються у регіоні в останні тридцять років (що є предметом дослідження для автора упродовж деякого часу). Актуальними є і проблеми метеорологічного моніторингу: із-за недостатньої кількості пунктів режимних метеорологічних спостережень у передгір'ї Буковинських Карпат та в гірських районах Чернівецької області отримання достовірних характеристик опадів, що випадають у окремих природних районах є проблемою. Зазначимо, що метеорологічні спостереження, які проводяться у Чернівцях, є репрезентативними для буковинського Передкарпаття (Прут-Сіретського Підгір'я), значна частина якого знаходиться в межах допустимого радіусу репрезентативності пункту спостереження.

Попередні дослідження. Особливості ходу опадів в Україні найкраще досліджені фахівцями Українського наукового-дослідного гідрометеорологічного інституту (м. Київ), колектив науковців якого упродовж другої половини ХХ ст. виконував низку вагомих дослідницьких робіт стосовно особливостей клімату Українських Карпат [3, 6, 7]. Результати цих досліджень доцільно використовувати у нинішніх наукових вишукуваннях, що стосуються кліматичних особливостей окремих територій та кліматичних змін. Автором виконані деякі дослідження такого змісту [1, 2, 4], результати яких спонукають до подальшого вивчення особливостей просторового і часового розподілу елементів клімату в межах Українських Карпат та суміжних з ними територій.

Виклад основного матеріалу. Вихідними матеріалами слугували досвід попередників, літературні джерела [3, 5–7], дані метеорологічних спостережень Навчально-наукової геофізичної обсерваторії (ННГФО) Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, [8], результати власних досліджень на основі архівних даних метеоспостережень Гідрометеослужби у Чернівцях та Селятині (Путильський гірський район) [1, 2, 4].

Досліджені особливості часового розподілу опадів теплого (з квітня місяця по жовтень включно) за період 2000-2010 рр. Аналізу підлягали кількість днів з опадами, середньодобові та екстремальні величини шару опадів, міра відхилення середніх величин від багаторічної кліматичної норми (прийнятою такою [5] для ХХ століття). Розраховано середні величини тривалості й інтенсивності опадів зазначеного періоду. Визначені співвідношення кількості та тривалості опадів, тенденції змін річних сум опадів. Дослідження такого змісту (стосовно опадів, що випадають у Чернівцях упродовж теплого періоду) виконане вперше. Також зроблено спробу оцінки ймовірних змін річної кількості опадів у наступному десятиріччі.

Автор виходить з того, що однією з найхарактерніших рис клімату області є надзвичайно нерівномірний розподіл опадів у часі (і на теренах краю) та їх мінливість. Предмет аналізу складали як кількість та тривалість опадів протягом теплого періоду (ТП) у 2000-2010 рр., так і відхилення цих показників від багаторічної кліматичної норми (БКН) ХХ століття. Абсолютна більшість опадів упродовж ХХ ст. - понад 75% річної суми - випадали упродовж теплого періоду року. На початку ХХІ ст. у більшості випадків упродовж квітня-жовтня випадала більша за БКН (466 мм) кількість опадів. На початку нинішнього століття опади теплого періоду склали пересічно 73% річної суми опадів, а холодного - 27% (табл. 1).

Таблиця 1. Найбільший і найменший шар опадів (теплий період 2000-2010 рр.), Чернівці

Місяць \ Кількість опадів	Середня кількість	Зареєстрований максимум		Зареєстрований мінімум	
	мм	мм	Рік	мм	Рік
IV	49,6	153,9	2008	10,9	2003
V	68,5	111,9	2010	16,7	2003
VI	100,2	285,9	2010	27,8	2007
VII	122,0	229,9	2003	41,0	2009
VIII	92,2	283,2	2005	22,8	2003
IX	57,7	129,0	2001	8,3	2009
X	49,9	103,0	2007	3,0	2000

Найвологішим місяцем року залишається, як і в ХХ ст., липень (пересічно 122 мм). Зросли середні місячні суми опадів червня (на 14 мм) й серпня (на 19 мм). В окремі роки наявні тривалі посухи (як у 2009 р.), коли упродовж літніх місяців випало упр'ятеро менше опадів, ніж зазвичай. Кількість опадів ТП у 2000–2010 рр. коливається від 340,2 мм (2009 р.) до 735,7 мм (2008 р.), амплітуда величин складає 393,9 мм. У Чернівцях раніше спостерігались і більш екстремальні суми опадів теплого періоду: у 1955 р. - 811 мм, у 1952 р. - 248 мм. Найсухішими місяцями року є квітень та жовтень (49,6 мм і 49,9 мм відповідно), а сума опадів останнього зросла на 5 мм за останні 30 років. Екстремальні мінімуми опадів найбільш вірогідні у жовтні, максимумами - у липні. Пересічна кількість опадів календарних літніх місяців у два (чи у два з половиною) рази більша за шар опадів місяців календарної осені.

Мінливим є і добовий розподіл опадів. Найменша середня добова кількість опадів випадає у зимові місяці (2–3 мм), влітку вона збільшується удвічі-утричі і досягає 5–6 мм. За окрему добу може випасти кількість опадів, яка перевищує середню добову у 7-10 разів і більше. Середня добова кількість опадів, що випадали протягом теплого періоду на початку ХХІ ст., складає 6,3 мм. Найменша кількість опадів упродовж доби теплого періоду (3,6 мм) відмічена у 2009 році. Найбільші значення середньої добової кількості опадів спостерігались у 2008 р. та 2010 р., коли пересічно за добу випадало 8,0 мм опадів. Добовий максимум опадів у Чернівцях змінювався від 13,6 мм у квітні до 33,0 мм у липні місяці. Середній максимум добової кількості опадів коливався від 13,6 мм до 33,0 мм.

Кількість днів з опадами не має суттєвого значення для загрози наводнень, визначальним показником шкочинності опадів є їх інтенсивність. Кількість днів з опадами різної величини, як кліматична характеристика, допомагає скласти уявлення про частоту випадання опадів. Кількість днів з опадами $\geq 0,1$ мм характеризує частоту випадання опадів: від несуттєвих (0,1 мм) до катастрофічних ($\geq 30,0$ мм). Частота випадання опадів пропорційна їх кількості: зі збільшенням кількості опадів частота їх випадання зменшується. Уявлення про середньорічні кількості днів з

опадками ($\geq 0,1$ мм, $\geq 0,5$ мм, $\geq 1,0$ мм, $\geq 5,0$ мм, $\geq 10,0$ мм, $\geq 20,0$ мм, $\geq 30,0$ мм) дає зміст нижчеподаної табл. 2.

Таблиця 2. Середнє число днів з опадами різної величини (теплий період 2000-2010 рр.). Чернівці

Місяці \ Кількість опадів (мм)	Слабкі		Середньої інтенсивності		Інтенсивні		
	$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 5,0$	$\geq 10,0$	$\geq 20,0$	$\geq 30,0$
IV	10,6	9,2	8,2	2,8	1,5	0,1	0
V	12,3	11	9,8	4,8	2,4	0,5	0,2
VI	17,4	16,3	11,1	5,1	2,6	1,6	0,6
VII	13	12,1	10,8	6,3	4,2	1,7	0,6
VIII	11,6	10,5	9,6	4,8	2,5	0,8	0,5
IX	10,5	9,8	8,9	3,7	1,8	0,3	0,1
X	9,9	7,9	7,2	2,5	1,5	0,4	0,1
Всього	85,5	76,8	65,6	30	16,5	5,4	2,1

Дощ інтенсивністю ≥ 30 мм упродовж 12 год (і менше), який вважається сильним і відноситься до стихійного явища, у Чернівцях спостерігається кожного року, особливо часто - з червня по серпень включно. Розміри площ випадання сильних дощів порівняно невеликі. Найбільша ймовірність їх випадання у червні та липні - по 0,6 дні у кожному з місяців, а в серпні - 0,5 днів. Сильні дощі з кількістю опадів $\geq 50,0$ мм щорічно не спостерігалися, а були відмічені лише у чотирьох випадках. Найбільше днів з опадами спостерігається упродовж метеорологічного літа (періоду з середньодобовими температурами повітря вищими за 15°C). Найбільше днів з опадами ($\geq 0,1$ мм) упродовж теплового періоду буває у червні.

Тривалість опадів відповідає закономірностям просторово-часового розподілу в умовах помірного клімату і має добре виражений річний хід (рис.1). Опади в Чернівцях тривають від декількох хвилин до декількох діб. Максимальна тривалість опадів складає 20-24 год. У період з жовтня до квітня випадають головню облогові дощі, іноді у вигляді мряки, їм властиві найменші кількості опадів та найбільша тривалість. З травня до вересня, внаслідок значного розвитку конвекції, опади мають зливовий характер, їх кількість збільшується, а тривалість зменшується.

У літні місяці, незважаючи на те, що у цей час випадає найбільша кількість опадів, їх тривалість менша, ніж восени (або в порівнянні з холодним періодом). У теплий період – за найбільшої кількості опадів - їх тривалість найменша у році. Пояснюється це значною нестійкістю повітряних мас у теплий період, завдяки чому випадають зливи.

Незважаючи на те, що тривалість опадів є більш стійкою характеристикою, ніж кількість опадів, вона також зазнає значних коливань з року в рік і помітно відхиляється від середньої величини. У "сухі" роки тривалість опадів значно зменшується, у "вологі", навпаки, збільшується.

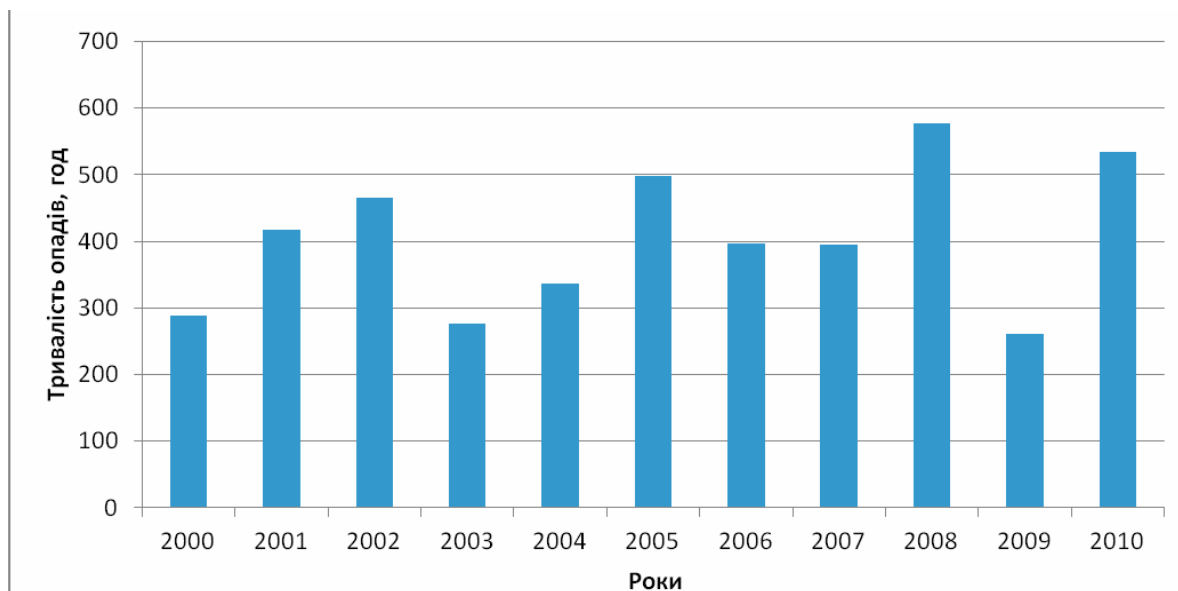


Рис. 1. Тривалість опадів (год) за теплий період по роках (2000-2010 рр.), Чернівці

Максимальна тривалість опадів ТП на початку ХХІ ст. склала 578 год (2008 р., що був найвологішим за досліджуваний період). Мінімальна тривалість - 261 год (2009 р.) - співпадає із мінімальною кількістю опадів теплового періоду, адже 2009 рік був найсухішим роком з останніх двадцяти. У Чернівцях середньорічна тривалість опадів теплового періоду в останнє десятиліття складає 403,4 год (у ХХ ст. - 313 год). Порівняно із нормою ХХ ст. середньорічна кількість опадів теплового періоду у Чернівцях зросла на 90,4 год. Розподіл тривалості опадів упродовж теплового періоду нерівномірний, максимум припадає на квітень. Найменшою є середня тривалість опадів у серпні. Загалом, розподіл максимальної та мінімальної тривалості опадів кожного з місяців теплового періоду співпадає з найбільшими та найменшими сумами опадів.

Зі зменшенням кількості опадів (рис. 2) збільшується їх тривалість, і, навпаки, зі збільшенням кількості опадів тривалість їх зменшується. Максимуми тривалості опадів припадають на весняні та осінні місяці. Велика тривалість опадів у липні зумовлена частим надходженням циклонів і випаданням фронтальних опадів. Характер кривої на рисунку свідчить про тенденції до зростання тривалості опадів.

Побудова гістограм та трендів розподілу характеристик кількості й тривалості опадів дала можливість з'ясувати тенденції росту у змінах цих величин (рис.3) . Це відбувається із-за збільшення в останні десятиліття кількості й тривалості опадів упродовж літніх місяців, головне - під час облогових дощів фронтального походження у червні-липні місяцях та з причин частіших випадків формування термоорографічних опадів у передгір'ях.

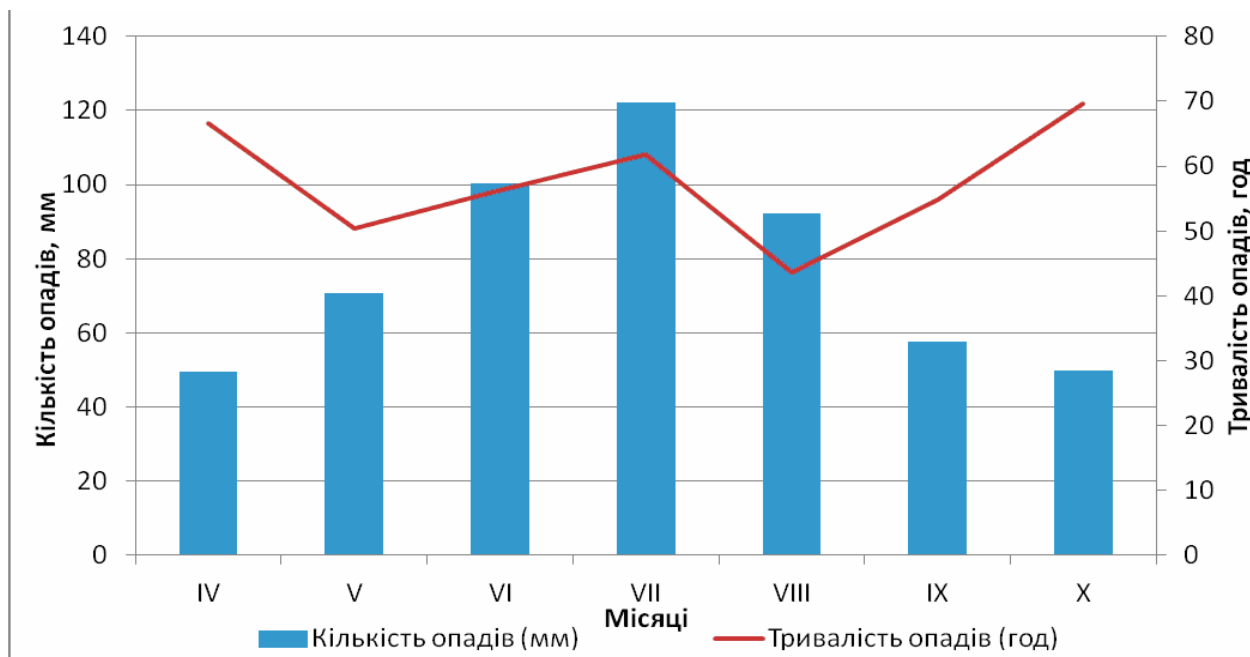


Рис. 2. Співвідношення кількості опадів (мм) та їх тривалості (год) упродовж місяців теплого періоду (2000-2010 рр.). Чернівці

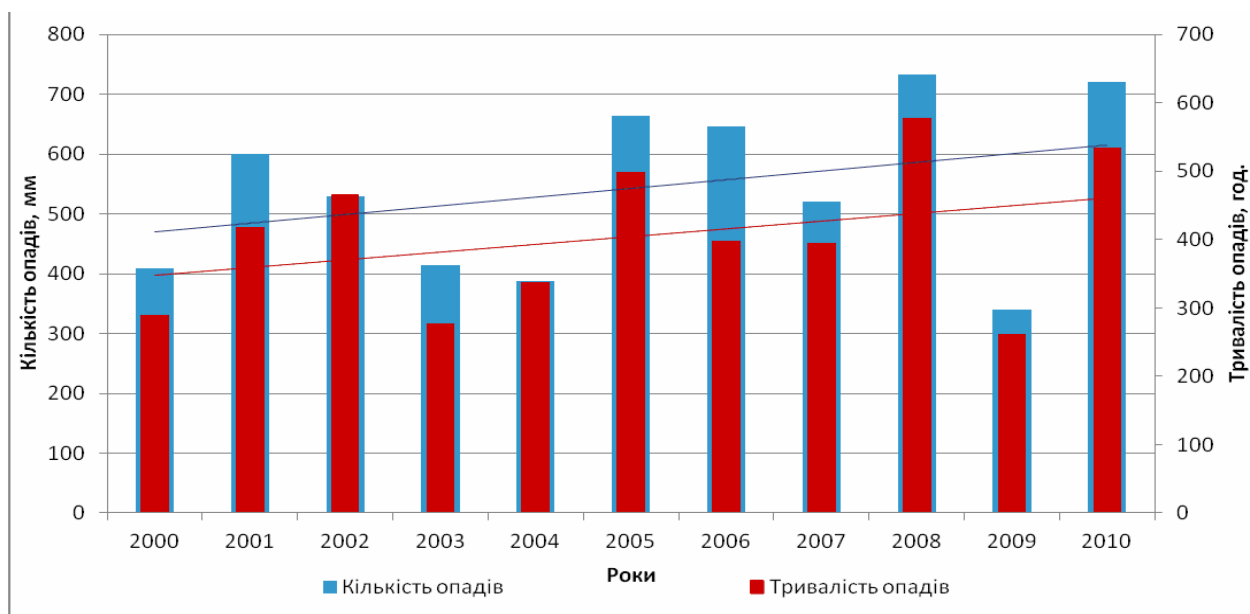


Рис. 3. Трендові криві часового розподілу кількості та тривалості опадів теплого періоду. Чернівці

Термоорографічне опадоутворення є наслідком мезомасштабних проявів впливу орографічного чинника кліматотворення, що яскраво проявляється у передгірній частині басейнів річок Сірету та Черемошу. Локальні термоорографічні зливи раптово наповнюють дощовими водами всі водотоки, в тому числі й тимчасові, формуючи непрогнозовані паводки й наводнення, в більшості -катастрофічного характеру. Особливо небезпечними є такі опади для малих річок передгір'їв, коли нестримні дощові води руйнують береги, ставкові греблі, спричиняють масштабні затоплення, підтоплення, зсуви. Таке спостерігалось у кінці червня - на початку липня 2010 року в басейнах малих річок Герцаївського горбогір'я

(Дерелуй, Мольниця, Тернавка), Брусницької височини (Брусниця) і Вашківської улоговини (Теплиця). Власні експедиційні дослідження автора того часу дали можливість з'ясувати масштабність руйнацій та причини особливо катастрофічного затоплення міста Герци (прориви дамб шести ставів) і підтоплення територій великих населених пунктів (м. Вашківці, смт. Лужани тощо).

Циркуляційні умови теплого періоду зумовлюють формування осередків максимуму опадів у Передкарпатті, де при відповідних синоптичних ситуаціях [7] на схилах східних і північно-східних експозицій складаються умови, сприятливі для орографічного посилення опадів. Тут, у Підгір'ї, влітку розвивається і місцевий циклогенез, а внутрімасові опади деколи набувають однакової (у зволоженні території) ваги з опадами фронтального походження.

Характерне чергування гістограмних стовпчиків побудованих діаграм спонукало звернутись до хвильової теорії Еліота, де подібні чергування розцінюються як "хвилі подій", що повторюються у певній закономірності. Основні положення цієї теорії розроблені на основі принципу чисел Фібоначчі, що стосуються усіх явищ і процесів, які відбуваються у природі. Згідно цього, хід будь-якого природного явища, що може мати графічний вираз, можна прогнозувати, оскільки подібні "хвилі" мають властивість зазнавати певних змін у певному порядку повторюваності - так званих "формаціях", що відображають можливі хвилеподібні зміни явища у майбутньому. На рис. 4 на тлі багаторічного (вікового) ходу опадів у Чернівцях (побудованого за аналізом даних періоду 1881-2009 рр.) вирізняються дві "хвилі імпульсу" та дві "хвилі корекції" основного тренду.

Помітні сім найбільших піків зростання та чотири піки зменшення кількості опадів. Результати аналізу режиму зволоження останніх 130 років [1, 2] у регіоні та основні положення теорії Еліота дають можливість скласти наближений прогноз ходу атмосферних подій у наступній десятирічці (до 2020 р.). Ми вважаємо, що, імовірно, триватиме друга хвиля корекції основного циклу, яка складатиметься з трьох менших хвиль (рис. 4).

Висновки. Пересічно упродовж теплого періоду в Чернівцях в останнє десятиліття випадає 542,7 мм, що складає близько двох третин річної суми опадів. Середня кількість днів з опадами в Чернівцях складає 85 з половиною днів. Упродовж теплого періоду можна очікувати надмірних опадів - 735 мм (річна норма!), що призводять до катастрофічних наводнень (як у 2008 р.). У той же період опадів буває і вдвічі менше - 340,2 мм (2009 р.), що зумовлює посуху. Більш посушливими, ніж у кінці ХХ ст., стають місяці квітень, вересень і жовтень.

Опади теплого періоду надзвичайно мінливі у часі й просторі. Випадання сильних опадів зумовлене складною взаємодією макро- і мезомасштабних атмосферних процесів. Кількість опадів і їх повторюваність залежить не тільки від характеру синоптичних процесів, а й від місцевих орографічних особливостей території. Надмірні опади спричинені динаміко-орографічним

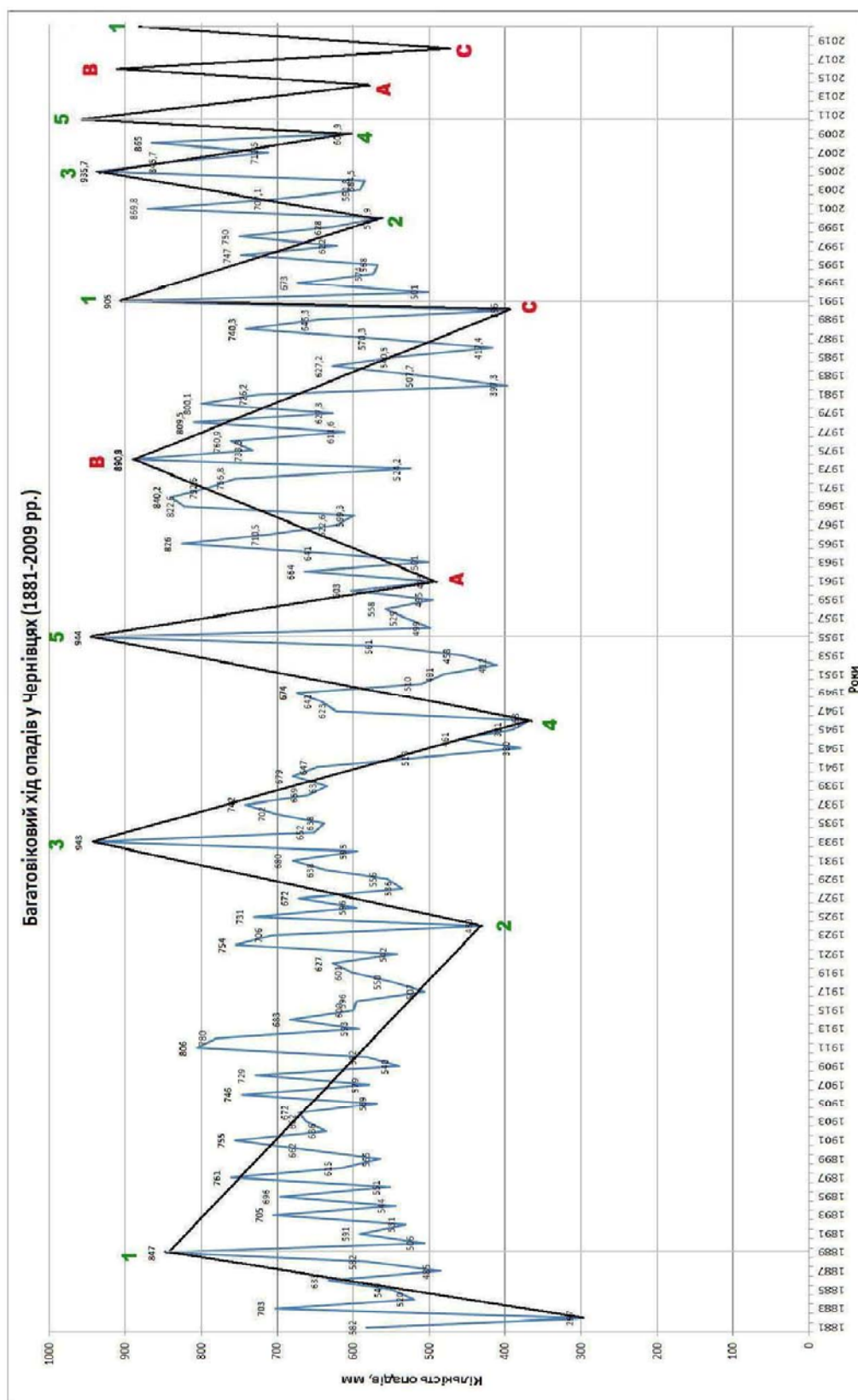


Рис. 4. Багатовіковий хід опадів у Чернівцях (1881-2009 рр.) та його прогностичні тенденції на друге 10-річчя XXI ст.

посиленням затяжних дощів та динамічною інтенсифікацією конвективних злив у передгір'ях.

Результати дослідження дозволяють скласти уяву про мінливість опадів та тенденції їх можливих змін. Прогностичні графіки вікового ходу опадів (із застосуванням основних положень теорії Еліота і чисел Фінабоначчі) свідчать про те, що у ході кількості опадів найближчого десятиліття у Чернівцях можлива тенденція до зменшення. З 2020 року, ймовірно, можна очікувати подальше зростання річних сум опадів. Інформація про можливі несприятливі атмосферні прояви упродовж кліматичних сезонів завжди актуальна для суспільства.

Список літератури

1. Киналь О.В. Регіональні кліматичні зміни у Східно-Карпатському регіоні з кінця XIX до початку XX століття / О.В.Киналь. // Українська історична географія та історія географії в Україні: Матеріали міжнародної наукової конференції (7-10 жовтня, Чернівці). – Чернівці, 2009. – С.47-48. 2. Киналь О.В. Гідрокліматичні особливості зволоження територій / О.В. Киналь, Е. Крогулець // Гідрокліматичні особливості зволоження територій. – Кам'янець-Подільський : ПП Мошинський В.С., 2009. - 108 с. 3. Клімат України / [За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко]. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с. 4. Моргоч О.В. Особливості місцевих кліматів Українських Карпат / О.В. Моргоч. Особливості місцевих кліматів Українських Карпат // Przemiany krajobrazu kulturowego Karpat: wybrane aspekty // Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG. - Sosnowiec, 2004. - Nr. 3. - S. 131-143. 5. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. - Л. : Гидрометеиздат, 1969. – Вып. 10, ч. IV – 696 с. 6. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М. Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М.Бабіченко. - К. : Ніка-Центр, 2006. - 312 с. 7. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. Л.И. Сакали. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 365 с. 8. Фондові матеріали навчально-наукової геофізичної обсерваторії Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича (Таблиці ТМ-1), 2000-2009 рр. - 480 с.

Особливості ходу опадів упродовж теплого періоду в Чернівцях (2000-2010 рр.)

Киналь О.В.

Метеорологічні спостереження в Чернівцях є репрезентативними для південно-східного передгір'я Українських Карпат. Досліджені особливості часового розподілу (кількості та тривалості) опадів теплого періоду (з квітня по жовтень включно). Визначено кількість днів з опадами, середньодобові та екстремальні величини, міру відхилення від багаторічної кліматичної норми. Отримано дані про середні величини тривалості й інтенсивності опадів зазначеного періоду. Визначено співвідношення кількості та тривалості опадів, тенденції змін річних сум опадів. Отримані результати дозволяють скласти уяву про мінливість опадів та тенденції можливих змін на найближче десятиліття.

Ключові слова: передгір'я Українських Карпат; суми опадів; тривалість опадів, мінливість опадів.

Особенности хода осадков на протяжении теплого периода в Черновцах (2000-2010 гг.)

Киналь О.В.

Метеорологические наблюдения в Черновцах репрезентативны для южно-восточного предгорья Украинских Карпат. Исследованы особенности временного

распределения (количества и продолжительности) осадков теплого периода (с апреля по октябрь включительно). Определено количество дней с осадками, среднесуточные и экстремальные величины, меру отклонения от многолетней климатической нормы. Получены данные о средних величинах продолжительности и интенсивности осадков указанного периода. Определены соотношения количества и продолжительности осадков, тенденции изменения годовых сумм осадков. Полученные результаты позволяют иметь представление об изменчивости осадков и тенденции возможных изменений в ближайшем десятилетии.

Ключевые слова: предгорья Украинских Карпат, суммы осадков, продолжительность осадков, изменчивость осадков.

Peculiarities of Precipitation Trend during Warm Season in Chernivtsi City (2000-2010)

Kynal' O.W.

Meteorological observations in Chernivtsi City are representative for south-eastern foothills of the Ukrainian Carpathians. The peculiarities of temporal distribution (number and duration) of precipitation during warm season (from April to October inclusive) are investigated. The number of days with precipitation, average and extreme values, and deviations from long-term climate norm are determined. The data about average values of the duration and intensity of precipitation are received. The correlation of the number and duration of precipitation, trends in annua precipitation amounts are defined. The results provide a picture of rainfall variability and trends of possible changes in the coming desade.

Keywords: *Ukrainian Carpathians foothills; precipitation; rainfall duration; rainfall variability.*

Надійшла до редколегії 14.11.2011

УДК 551.583.16:551.577.3

Пясецька С.І.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ЕТАПИ ЗМІН ВЕЛИЧИННИ ДОБОВОГО МАКСИМУМУ ОПАДІВ У МІСЯЦІ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ ТА ЦЕНТРАЛЬНІ МІСЯЦІ ВЕСНЯНОГО ТА ОСІНЬОГО СЕЗОНІВ ПРОТЯГОМ ДРУГОЇ ПОЛОВИНИ ХХ - ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ У ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ КРИМСЬКИХ ГІР

Ключові слова: *добовий максимум опадів, апроксимація, функція полінома четвертого ступеню, етапи зміни добового максимуму опадів, західна частина Кримських гір, північний та південний макросхил*

Вступ. Низкою провідних кліматологів, таких як М.І.Будико, О.О.Дроздов та ін. [3–5, 7, 8] було зроблено припущення, що причиною змін в умовах зволоження вважають зниження інтенсивності атмосферної циркуляції і переносу водяної пари на материк та при характерному для епохи потепління – зменшення меридіонального градієнту температури. Останнє призведе до зниження стабільності атмосферної циркуляції та збільшення частоти посух у середніх широтах континентів [8]. Тобто, у

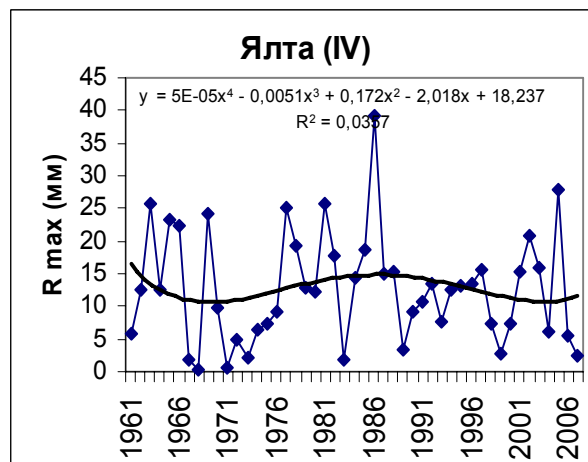
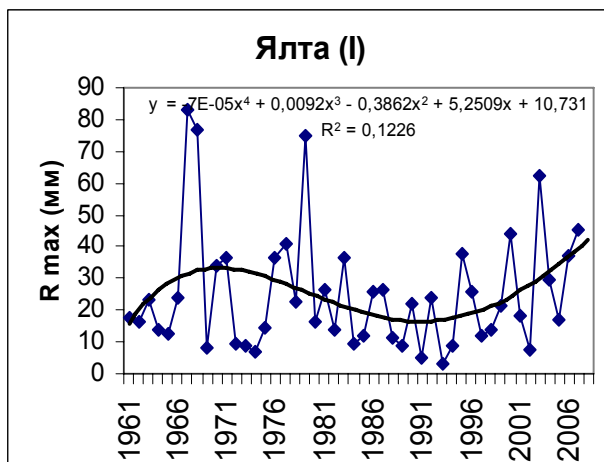
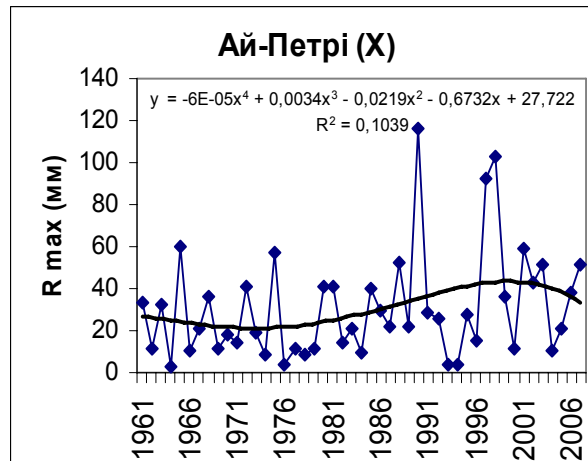
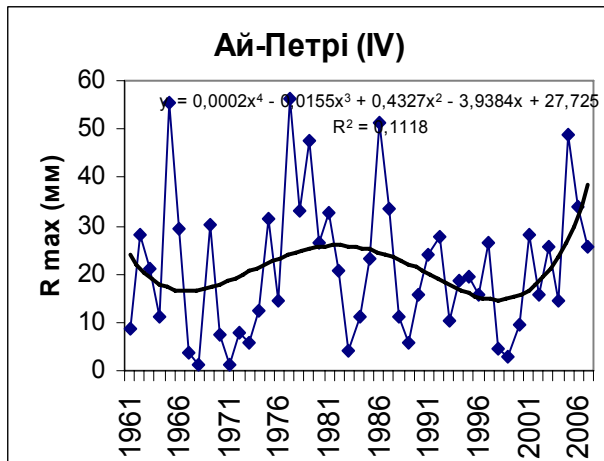
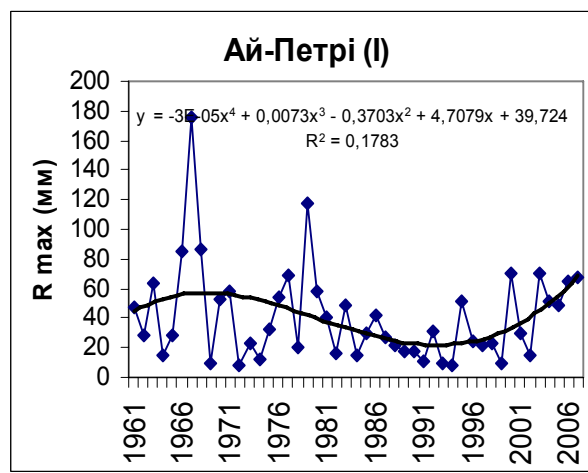
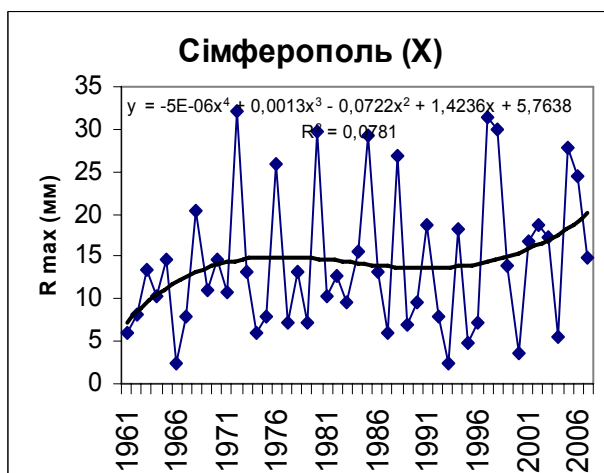
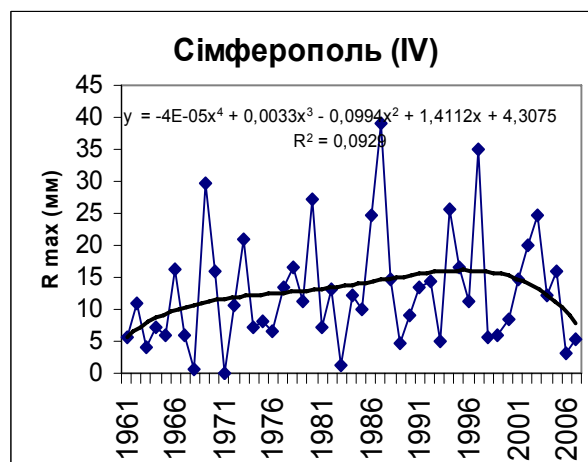
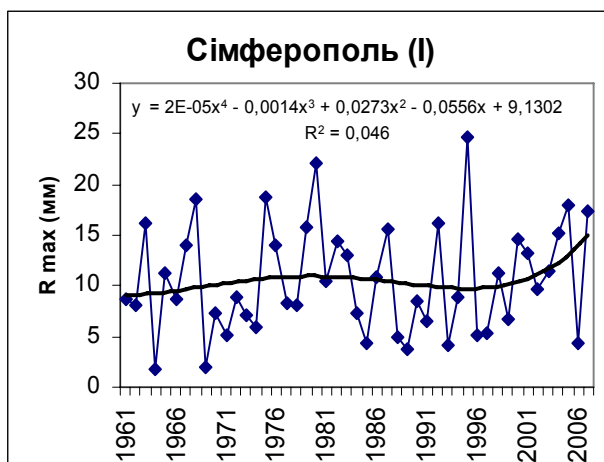
середньому для помірних широт в умовах сучасного клімату при зростанні температури, зволоження буде зменшуватись. Причому, саме у помірних широтах зменшення кількості опадів буде помітно у зимовий сезон. В цих же умовах зросте і мінливість опадів та їх екстремумів не тільки із року в рік, а й по території [6-8]. Таким чином, більшість дослідників оцінюючи сучасний стан кліматичної системи припускають, що кінцевим результатом цих змін принаймні до середини, або наприкінці ХХІ століття клімат Землі наблизиться до стану теплих епох голоцена, плейстоцена та пліоцена, які рекомендовано приймати за імовірні палеоаналоги клімату ХХІ століття [1, 2, 6, 7].

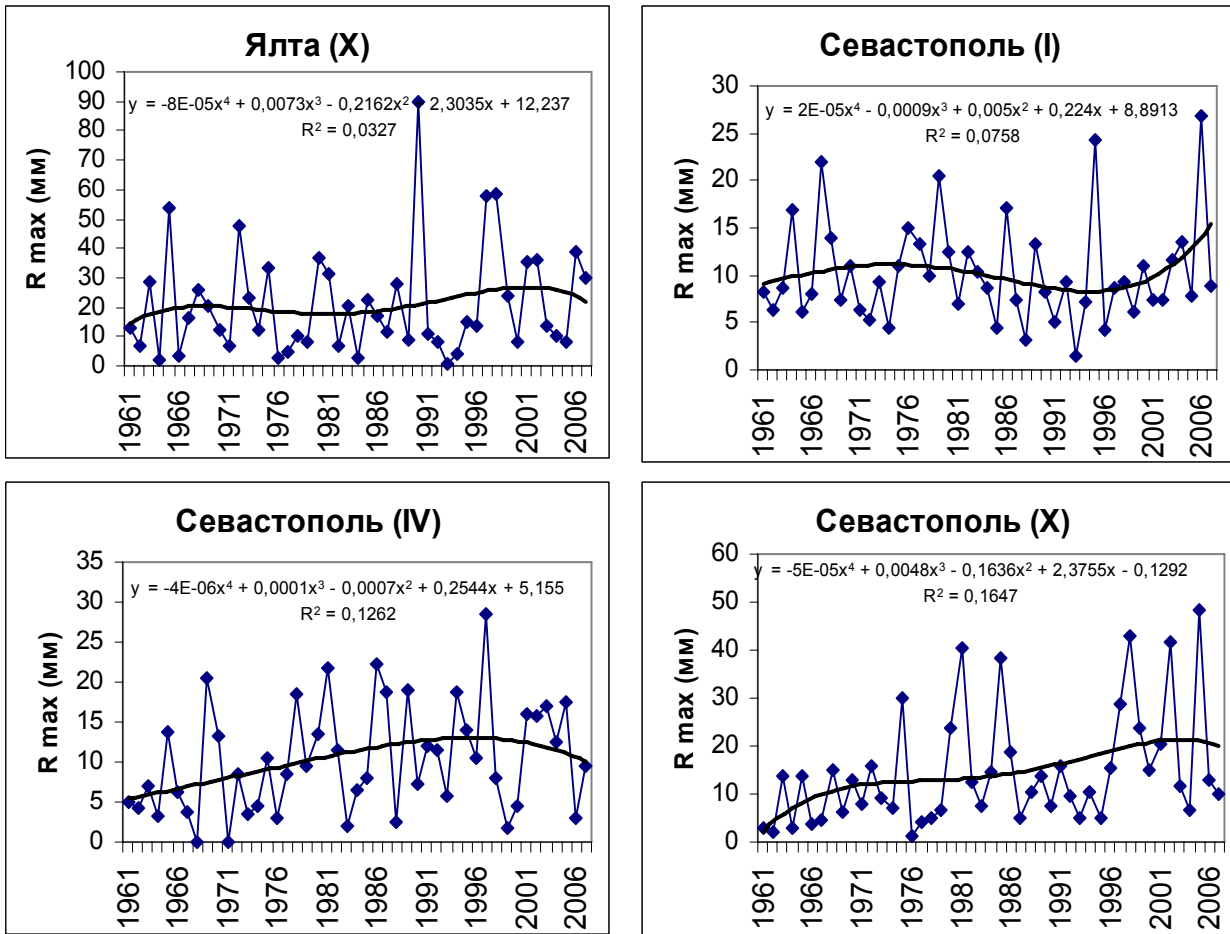
Зараз для отримання достовірної інформації про хід та спрямованість кліматичних змін на тлі сучасних глобальних процесів, потепління глобальної кліматичної системи постає нагальна проблема дослідження та всебічного аналізу зміни регіонального клімату, зокрема в Україні та її окремих регіонах.

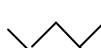
Мета дослідження. Метою дослідження було встановити та дослідити етапи зміни величини добового максимуму опадів у місяці холодного періоду року та центральні місяці весняного та осіннього сезонів на території західної частини Кримських гір протягом другої половини ХХ – початку ХХІ століття на фоні глобальних змін клімату.

Характеристика висхідного матеріалу. Для встановлення етапів та дослідження особливостей змін у величині добового максимуму опадів у місяці холодного періоду року та центральні місяці весняного та осіннього сезонів на території західної частини Кримських гір протягом другої половини ХХ - початку ХХІ століття було залучено фактичні дані величини добового максимуму опадів по кожному з досліджуваних місяців протягом 1961-2007 рр., тобто за 47 років спостережень. Для визначення етапів змін протягом означеного періоду часу ряди фактичних даних добового максимуму опадів апроксимувались рівнянням поліноміальної функції четвертого ступеня. Дослідження було проведено для усіх станцій західної частини Кримських гір та для усіх досліджуваних місяців, проте для прикладу на рис 1 отримані результати показані для станцій Сімферополь, Ай-Петрі, Ялти та Севастополя для центральних місяців сезонів – січня, квітня та жовтня (I, IV, X).

Обговорення результатів дослідження. Для території північного макросхилу західної частини Кримських гір для січня встановлено, що на станціях Сімферополь, Севастополь та Херсонеський маяк протягом перших 20 років (1961–1981 рр.) величина добового максимуму опадів мала тенденцію до повільного зростання, після чого намітилася тенденція до її зменшення. Цей період тривав до середини 90-х років ХХ сторіччя. Наприкінці 90-х років знову було помічено тенденцію до зростання величини добового максимуму опадів. В районі Поштового – істотних змін у величині добового максимуму опадів встановлено не було. Для Ангарського перевалу було виявлено, що з початку 60-х років до початку 70-х (приблизно у продовж 10 років) значення добового максимуму опадів за трендом






 Фактичний хід випадання
 добового максимуму
 опадів


 лінія апроксимації
 поліномом четвертого ступеня

Рис.1. Добовий максимум опадів у центральні місяці сезонів за період 1961-2007 рр. на станціях західної частини Кримських гір

зменшувалось після чого почало повільно зростати до середини 80-х років. З цього моменту і до середини 90-х років значення добового максимуму опадів, не дивлячись на міжрічні коливання, за трендом фактично не змінилось. Після 90-х років XX сторіччя і до кінця досліджуваного періоду величина добового максимуму опадів повільно зростала. У цілому можна сказати, що величина добового максимуму опадів мала тенденцію до деякого зростання, особливо в районі Ангартського перевалу. Для станцій південного макросхилу, окрім Алушти, типовим було те, що протягом перших 10 років за трендом величина добового максимуму опадів зростала, причому найбільш помітно в районі Ялти. Після цього було встановлено досить тривалий період зменшення величини добового максимуму опадів, який тривав до кінця 80-х початку 90-х років. Із закінченням цього періоду розпочався новий період зростання за трендом величини добового максимуму опадів.

Якщо оцінювати увесь період, то можна сказати, що величина добового максимуму опадів незначно зменшилася. В районі Алушти ситуація була дещо іншою. З початку 60-х років і до їх закінчення величина добового максимуму опадів за трендом зменшувалась, після чого незначно зростала до кінця 70-х років. З настанням 80-х років тенденція змінилась на протилежну. Цей етап тривав до кінця 90-х років ХХ сторіччя, після чого знову величина добового максимуму опадів почала зростати, причому найбільш інтенсивно після 2001 р. У цілому оцінюючи увесь досліджуваний період можна сказати, що величина добового максимуму опадів на станціях південного макросхилу суттєвих змін за останні 47 років не зазнала (див. рис. 1).

У лютому на станціях північного макросхилу окрім Поштового та Ангарського перевалу протягом перших 15 років величина добового максимуму опадів дуже повільно зменшувалась, після чого розпочався період його зростання до початку 2000 років. Після 2002-2003 рр. було помічено наступне його зменшення. В районі Поштового та Ангарського перевалу етапи змін величини добового максимуму опадів були дещо інші. З початку досліджуваного періоду і до середини 60-х років за трендом спостерігалось збільшення його величини, а після цього у продовж наступних 15 років і до початку 80-х років він зменшувався. Приблизно з середини 80-х років і до кінця 90-х за трендом величина добового максимуму опадів плавно зростала і знаходилась на рівні близькому до середини 60-х років. З настанням ХХІ сторіччя намітилося чергове зменшення за трендом його величини. Взагалі треба сказати, що у продовж досліджуваного періоду часу за трендом величина добового максимуму опадів на станціях північного макросхилу фактично не змінилась. На станціях південного макросхилу у лютому з 1961 р. і до середини 60-х років протягом 5-7 років величина добового максимуму за трендом зменшувалась, але з кінця 60-х років і до середини 80-х років (близько 20 років) величина добового максимуму опадів повільно зростала. У середині 80-х років вона наближалась за трендом до її значення початку 60-х років. Після цього протягом останніх 20 років досліджуваного періоду часу за трендом величина добового максимуму опадів здебільшого майже не змінилась. Деяке зменшення величини добового максимуму опадів було помічено лише в районі Ай-Петрі та Ялти. У цілому на станціях південного макро схилу величина добового максимуму опадів мала ледь помітну тенденцію до зростання.

У березні в районі Сімферополя та Поштового величина добового максимуму опадів протягом періоду з 1961 р. і до кінця 70-х років за трендом зменшувалась. Після цього в районі Сімферополя величина добового максимуму опадів до початку 2000 років, тобто протягом близько 30 років майже не змінювалась, після чого знову почала зменшуватись. На станції в цей час було помічено, що після вищезгаданого періоду зменшення величини добового максимуму опадів у 60-х – середині 70-х років, з кінця 70-х за трендом спостерігався період зростання його величини до кінця 80-х років. З настанням 90-х років його величина знову почала зменшуватись і на

кінець досліджуваного періоду за трендом вона була дещо меншою ніж у період середини 60-х - початку 70-х років. В районі Ангарського перевалу з початку 60-х років протягом короткого періоду часу (близько 5-7 років) величина добового максимуму опадів зменшувалась, після чого до 1984-1985 рр. досить швидко зростала. З кінця 80-х років і до кінця 90-х років величина добового максимуму опадів з приблизно такою ж швидкістю зменшувалась, після чого знов розпочалось стрімке зростання яке тривало до кінця досліджуваного періоду. В районі Севастополя та Херсонського маяка величина добового максимуму опадів протягом періоду початку 60-х - середини 70-х років поступово зменшувалася, а потім протягом близько 20 років майже не зазнавала змін. З кінця 90-х ХХ сторіччя – початку 2000-х років добовий максимум опадів почав повільно зростати. У цілому на станціях північного макросхилу величина добового максимуму опадів зазнала незначних змін, проте в районі Ангарського перевалу було помічено тенденцію до його більш помітної зміни у бік зростання, особливо у період з кінця 90-х років ХХ сторіччя. Усі з досліджуваних станцій південного макросхилу західної частини Кримських гір у березні мали схожі періоди змін величини добового максимуму опадів. А саме – до кінця 60-х років за трендом добовий максимум опадів зменшувався, після чого з настанням 70-х років він у продовж близько 15 років зростав. Наприкінці 80-х років розпочався етап у продовж якого величина добового максимуму зменшувалась. Тривалість цього етапу становила приблизно 20 років. Тільки після 2001 р. добовий максимум опадів мав тенденцію до зростання. Найбільш чітко ця тенденція проявилася в районі станцій Ай-Петрі та Ялти. У цілому на кінець досліджуваного періоду величина добового максимуму опадів змінилася незначно. В районі Ай-Петрі було більш помітне його зменшення, а в районі Нікітського саду зростання.

У квітні на станціях північного макросхилу в продовж досліджуваного періоду було встановлено декілька етапів у ході змін величини добового максимуму опадів. Спільним для станцій макросхилу стало те, що з початку досліджуваного періоду величина добового максимуму опадів повільно зростала до другої половини 90-х років у продовж приблизно 30 років, а потім з 2000 р. вона поступово зменшувалась. Найбільш помітним такий хід змін був на станціях Сімферополь, Поштове. Севастополь. В районі Ангарського перевалу за трендом зміни у величині добового максимуму опадів були мало помітні, але вищенаведені етапи мали місце. В районі Херсонського маяка за трендом зростання величини добового максимуму опадів відбувалось у продовж усього досліджуваного періоду часу. Загалом можна сказати, що на станціях макросхилу в цілому мала місце незначна тенденція до збільшення величини добового максимуму опадів, за виключенням Ангарського перевалу, де ці зміни протягом досліджуваного періоду були майже не помітні. Для станцій південного макросхилу також було встановлено спільні риси в етапах змін величини добового максимуму опадів протягом останніх 47 років. На більшості станцій макросхилу за виключенням Алушти з початку досліджуваного періоду за трендом

величина добового максимуму опадів зменшувалась до кінця 60-х років, після чого спостерігався період його зростання який тривав близько 15 років до початку 80-х років. Наступний період під час якого добовий максимум опадів зменшувався розпочався з середини 80-х років і тривав до другої половини 90-х. Тобто між двома періодами зменшення величини добового максимуму опадів був період його зростання. З кінця 90-х – початку 2000-х років і до кінця досліджуваного періоду (7-8 років) добовий максимум опадів зростає. Найбільш чітко це видно на станції Ай-Петрі. В районі Алушти у квітні протягом близько 30 років величина добового максимуму опадів практично не змінювалась. З 1991 р. величина добового максимуму опадів за трендом почала дуже повільно зменшуватись, а після 1996 р., тобто ще через 5 років її зменшення стало більш інтенсивним і тривало до кінця досліджуваного періоду Станом на 2006-2007 рр. за трендом величина добового максимуму опадів була значно меншою ніж на початку досліджуваного періоду. Таким чином можна сказати, що для більшості станцій південного макросхилу західної частини Кримських гір не дивлячись на суттєві міжрічні коливання на кінець досліджуваного періоду часу мало місце деяке збільшення величини добового максимуму опадів і тільки для однієї станції – Алушти помітне зменшення (див. рис. 1).

У жовтні спільним у етапах змін величини добового максимуму опадів для усіх станцій західної частини Кримських гір стало його зростання протягом останніх 7 років досліджуваного періоду часу. Однак інші етапи змін були різними навіть на станціях одного макросхилу. В районі Сімферополя та Ангарського перевалу з початку досліджуваного періоду значення добового максимуму опадів за трендом зростає близько 15 років до середини 70-х років. Після цього настає період певної стабілізації, який триває біля 10 років наприкінці якого величина добового максимуму опадів незначно зменшилася. Приблизно з 1997-1998 рр. і до кінця досліджуваного періоду за трендом добовий максимум опадів зростає. В районі Поштового, Севастополя та Херсонського маяка за трендом величина добового максимуму опадів зростає протягом перших 10 років. У подальшому, близько 10 наступних років (до початку 80-х) величина добового максимуму опадів повільно зменшується після чого так само повільно зростає до початку 2000-х років. В останні 7 років за трендом знову намітилася тенденція до поступового зменшення його величини. Загалом можна сказати, що незважаючи на певні етапи на яких значення величини добового максимуму опадів зменшувалось, все ж переважала тенденція до збільшення його величини протягом досліджуваних 47 років. На станціях південного макросхилу також було виявлено певні особливості у етапах змін величини добового максимуму опадів. В районі Ай-Петрі за трендом на початку досліджуваного періоду значення добового максимуму опадів повільно зменшується до середини 70-х років після чого протягом приблизно 20 років зростає і вже тільки з початку 2000 років має тенденцію до зменшення. В районі Ялти на початку 60-х років близько 5-6 років значення добового максимуму опадів зростало, після чого принаймні 30 років суттєво не

змінювалось. З початку 90-х років протягом наступних 10 років величина добового максимуму опадів дещо зросла. В останні 7 років досліджуваного періоду часу намітилася тенденція до зменшення величини добового максимуму опадів. Для району Нікітського саду та Алушти було типовим те, що з початку 60-х років за трендом добовий максимум опадів зростає протягом наступних 25 років. Ця тенденція найбільше виражена в районі Нікітського саду. Між 1991 та 1996-1997 рр. зростання величини добового максимуму опадів уповільнюється, після чого з кінця 90-х років ХХ сторіччя зростання величини добового максимуму опадів за трендом прискорюється. У цілому для станцій макросхилу помічено зростання величини добового максимуму опадів протягом останніх 47 років, особливо протягом останніх 7-10 років (див. рис. 1).

У листопаді на північному макросхилі в районі Сімферополя, Поштового та Херсонського маяка хід змін у величин добового максимуму опадів проходив наступним чином. На початку досліджуваного періоду помічено етап повільного зростання величини добового максимуму опадів, який мав місце протягом 10 років, після чого також приблизно протягом 10 років надзвичайно повільно відбувалося його зменшення. Цей етап суттєво не вплинув на його значення, яке мало місце на початку 70-х років. З другої половини 80-х років за трендом темп зростання його величини збільшився. Ця тенденція мала місце і у останні роки досліджуваного періоду часу. В районі Анггарського перевалу, на відміну від вище обговорених станцій, на початку досліджуваного періоду протягом перших 5 років величина добового максимуму опадів за трендом повільно зменшувалась. Між 1967 та 1997 рр. тобто протягом близько 30 років, не дивлячись на значні міжрічні коливання, за трендом спостерігався період певної стабілізації величини добового максимуму опадів. З початком 2000-х років розпочався новий етап зміни величини добового максимуму опадів у бік зростання. Тобто цей етап є подібний до раніш встановленого етапу на інших станціях північного макросхилу. На південному макросхилі в районі Ай-Петрі на початку досліджуваного періоду протягом близько 5 років, за трендом величина добового максимуму опадів зростала з другої половини 60-х років розпочався етап у продовж якого величина добового максимуму опадів зменшувалась. Тривалість цього періоду становила близько 15 років (до 1981 р.) Найбільш інтенсивно зменшення величини добового максимуму опадів за трендом проходило між 1976 та 1981 рр. Після цього добовий максимум опадів почав зростати, що тривало до кінця 90-х років ХХ сторіччя. З початком 2000-х років протягом останніх 7 років за трендом намітилася тенденція до досить різкого зменшення величини добового максимуму опадів. В районі Нікітського саду та Алушти з 1961 по середину 70-х років за трендом добовий максимум опадів зменшується. З 1976 р. настає певний період стабілізації протягом якого суттєвих змін у його величині не спостерігається, за виключенням періоду, який охоплює початок 80-х - середину 90-х, коли спостерігалось ледь помітне збільшення величини добового максимуму опадів. У цілому можна сказати, що загалом суттєвих

змін у величині добового максимуму опадів на станціях південного макросхилу протягом 1961-2007 рр. не спостерігалось.

У грудні на переважній більшості досліджуваних станцій встановлено свій хід змін у величині добового максимуму опадів протягом 1961-2007 рр. На північному макросхилі в районі Сімферополя та Херсонеського маяка значення добового максимуму опадів за трендом з 1961 протягом наступних 5 років повільно зростала. Після цього у продовж наступних 10 років мала місце ледь помітна тенденція до його зменшення. Потім близько 16 років до другої половини 90-х років спостерігалось повільне зростання його величини. Близько 2000 р. було виявлено наступний етап змін, який тривав до кінця досліджуваного періоду часу і характеризувався зменшенням величини добового максимуму опадів. Проаналізовані вище періоди у зміні величини добового максимуму опадів суттєво не вплинули на остаточний результат і значення добового максимуму опадів на цих двох станціях за трендом майже не змінилися. В районі Поштового та Ангарського перевалу помічено схожі етапи змін добового максимуму опадів. З 1961 р. за трендом величина добового максимуму опадів на цих двох станціях зменшується (в районі Поштового більш інтенсивно) до середини 70-х років, після чого його значення дуже повільно починає зростати у наступні 20 років, а після 1996 р. знову зменшується, причому найбільш інтенсивно після 2001 р. Таким чином за трендом на кінець досліджуваного періоду його значення дещо зменшилося. У районі Севастополя було помічено, що з початку досліджуваного періоду значення добового максимуму опадів за трендом дуже повільно зростало до кінця 70-х років XX сторіччя. З початком 80-х років величина добового максимуму опадів почала зменшуватись, причому найбільш помітно з 1996 р. по кінець досліджуваного періоду. У цілому можна говорити про деяке зменшення величини добового максимуму опадів на кінець досліджуваного періоду часу. На станціях південного макросхилу у грудні було встановлено, що з 1961 і до середини 70-х років, тобто приблизно протягом 15 років величина добового максимуму опадів зменшувалась. Найбільш помітною ця тенденція була в районі Ай-Петрі та Ялти. Після цього з кінця 80-х років до 1996-1997 рр. величина добового максимуму опадів дуже повільно зростала, проте в районі Ай-Петрі цього фактично не було помітно. З кінця 90-х років XX сторіччя і до кінця досліджуваного періоду часу за трендом величина добового максимуму опадів поступово зменшувалась. На кінець досліджуваного періоду за трендом величина добового максимуму опадів стала меншою ніж на його початку.

Висновки. Таким чином, можна зробити ряд висновків щодо етапів змін величини добового максимуму опадів протягом місяців холодного періоду року та центральних місяців весняного та осіннього сезонів.

1. У січні на більшості станцій з 1961 р. по початок 70-х років спостерігалось зростання величини добового максимуму опадів, після чого з середини 70-х років до початку 90-х спостерігалось його зменшення, а з середини 90-х років і до кінця досліджуваного періоду знову відбулось його

зростання. Винятком стали станції Поштове, Ангарський перевал, Алушта, на яких спочатку протягом 5-7 років йшло зменшення величини добового максимуму опадів, потім з середини 60-х років і до початку 80-х відбувалось його зростання, яке у свою чергу до кінця 90-х років змінилось на протилежну тенденцію. У останні 7 років добовий максимум опадів знов почав зростати.

2. У лютому на станціях Поштове та Ангарський перевал з початку досліджуваного періоду (1961) і до середини 60-х років мало місце повільне збільшення добового максимуму опадів, потім з другої половини 90-х років добовий максимум опадів зростав, а у останні 7 років він зменшувався. Для низки станцій досліджуваного регіону з 1961 р. і у продовж наступних 10 років величина добового максимуму опадів зменшувалась після чого зростала до кінця 90-х років. З початком 2000 років і до 2007 р. величина добового максимуму опадів знову зменшувалась.

3. У березні на більшості станцій (за виключенням Сімферополя, Поштового та Севастополя) з 1961 р. величина добового максимуму опадів зменшувалась до кінця 60-х років, після чого зростала у наступні 10 років. З середини 80-х років і до кінця 90-х величина добового максимуму опадів знову зменшувалась, після чого до кінця досліджуваного періоду зростала. На станціях Сімферополь та Поштове з 1961 р. і до кінця 70-х років добовий максимум опадів зменшувався, після чого у продовж близько 15 років дуже повільно зростав, а потім з другої половини 90-х років і до 2007 р зменшувався. В районі Севастополя добовий максимум опадів за трендом з 1961 р. до початку 70-х років повільно зменшувався, після чого близько 20 років його значення майже не змінювалось. З кінця 90-х років і до 2007 р. добовий максимум опадів повільно зростав.

4. У квітні на більшості станцій досліджуваного регіону з 1961 р. і у продовж перших 10 років йшло збільшення величини добового максимуму опадів, після чого близько 15 років його величина надзвичайно повільно зростала, а з початком 2000-х років почала зменшуватись. В районі Ай-Петрі, Ялти, Нікітського саду за трендом протягом перших 5-7 років добовий максимум опадів зменшувався, після чого з другої половини 60-х років і до початку 80-х зростав. З першої чверті 80-х років і до кінця 90-х років він знов зменшувався, після чого з настанням 2000-х років і до кінця досліджуваного періоду зростав.

5. У жовтні на більшості станцій з 1961 р. у продовж 10 років відбувалося зростання величини добового максимуму опадів після чого він біля 20 років не зазнавав змін. З середини 90-х років і до кінця досліджуваного періоду він мав тенденцію до зростання. На станціях Поштове, Ай-Петрі, Ялта, Севастополь з початком 2000 років намітилася тенденція до зменшення величини добового максимуму опадів.

6. У листопаді здебільшого з початку 60-х років і до початку 70-х величина добового максимуму опадів зростала, після чого за трендом протягом наступних 10 років відбувалось його незначне зменшення. Цей етап з початку 80-х років змінився етапом зростання, який тривав близько 20

років. Останнім часом помічено тенденцію до наступної хвилі зменшення його величини. На станціях Ангарський перевал, Нікітський сад, Алушта з кінця 90-х років і до 2007 р. спостерігалась тенденція до зростання величини добового максимуму опадів.

7. У грудні на більшості станцій досліджуваного регіону (за виключенням Сімферополя, Севастополя та Херсонського маяка) на початку досліджуваного періоду часу здебільшого була присутня тенденція до зменшення величини добового максимуму опадів у продовж 10 років, після чого мало місце слабке зростання його величини до середини 90-х років. З кінця 90-х років на усіх станціях регіону спостерігалась загальна тенденція до зменшення за трендом величини добового максимуму опадів.

Список літератури

1. Анисимов О.А. Современное потепление как аналог климата будущего / О.А.Анисимов, М.А.Белолуцкая // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2003. – Т.39, №2. – С. 211 - 221.
2. Бudyko М.И. Климат конца двадцатого века / М.И.Будыко // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 10. – С. 5–26.
3. Бudyko М.И. Потепление 80-х годов / М.И.Будыко, П.Я.Гройсман // Метеорология и гидрология. – 1989. – № 3. – С. 5-10.
4. Бudyko М.И. Ожидаемые антропогенные изменения глобального климата / Будыко М.И., Ефимова Н.А., Локшина И.Ю. // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. – 1989. - № 5. – С. 45-55.
5. Бudyko М.И. Ожидаемые изменения климата СССР - 2000 г. / М.И.Будыко, П.Я.Гройсман // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 4. – С. 84–94.
6. Современные изменения климата Северного полушария / К.Я.Винников, Г.В.Груза, В.Ф.Захаров и др. // Метеорология и гидрология. – 1980. – № 6. – С. 5-17.
7. Дроздов О.А. Возможные изменения влагооборота при потеплении климата / О.А.Дроздов, И.В. Малкова // Труды ГГИ. – 1981. – Вып. 271. – С. 3–10.
8. Дроздов О.А. Формирование увлажнения суши при колебаниях климата / О.А.Дроздов // Метеорология и гидрология. – 1981. – № 4. – С. 17–23.

Етапи змін величини добового максимуму опадів у місяці холодного періоду року та центральні місяці весняного та осіннього сезонів протягом другої половини XX - початку XXI століття у західній частині Кримських гір

Пясецька С.І.

На базі аналізу рядів фактичних даних величини добового максимуму опадів на метеорологічних станціях західної частини Кримських гір у місяці холодного періоду року та центральні місяці весняного та осіннього сезонів протягом періоду 1961-2007 рр. було визначено етапи його змін. Аналіз проводився за допомогою апроксимації фактичних рядів даних функцією полінома четвертого ступеня. Установлено, що на більшості станцій у січні, березні, квітні жовтні та листопаді в останні роки за трендом помічено зростання величини добового максимуму опадів. У лютому та грудні спостерігається зменшення величини добового максимуму опадів.

Ключові слова: добовий максимум опадів, апроксимація, функція полінома четвертого ступеня, етапи зміни добового максимуму опадів, західна частина Кримських гір, північний та південний макросхил.

Этапы изменения величины суточного максимума осадков в месяцы холодного периода года и центральные месяцы весеннего и осеннего сезонов на протяжении второй половины XX - начала XXI столетия в западной части Крымских гор

Пясецкая С.И.

На основании анализа рядов фактических данных значений величины суточного максимума осадков на метеорологических станциях западной части Крымских гор в месяцы холодного периода года и центральные месяцы весеннего и осеннего сезонов за период 1961-2007 гг. были определены этапы его изменений. Анализ проводился путем аппроксимации фактических рядов данных функцией полинома четвертой степени. Установлено, что на большинстве станций в январе, марте, апреле, октябре и ноябре в последние годы за трендом наметился рост величины суточного максимума осадков. В феврале и декабре наблюдается уменьшение величины суточного максимума осадков.

Ключевые слова: *суточный максимум осадков, аппроксимация, функция полинома четвертой степени, этапы изменения величины суточного максимума осадков, западная часть Крымских гор, северный и южный макросклон.*

Stages of change in the value of daily maximum precipitation in the months of cold season and month of spring and autumn seasons during the second half of the XX-early XXI st. century in the western part of the Crimea Mountains

Pyasetskaya S.I.

Based on analysis of actual data series of daily precipitation values at the meteorological stations of the western part of the Crimean Mountains in the month of cold season and central months of spring and autumn seasons for the period 1961-2007 gg. identified the stages of its changes. The analysis was performed by approximation of the actual series of fourth-degree polynomial function. It is established that at most stations in January, March, April, October and November in recent years have seen the rise of the daily maximum rainfall. In February and December, a decrease in the value of daily maximum precipitation.

Keywords: *daily maximum precipitation, approximation, fourth-degree polynomial function, the stages of change in daily fourth-degree polynomial function, western part of the Crimean mountains, north and south macroslop.*

Надійшла до редколегії 17.11.11

Хільчевський В.К., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ющенко Ю.С.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**ПРО РОБОТУ П'ЯТОЇ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ «ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ, ГІДРОЕКОЛОГІЯ»
(22-24 вересня 2011р., м. Чернівці)**

П'ята Всеукраїнська наукова конференція «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» відбулася 22–24 вересня 2011 р. в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича на базі кафедри гідроекології, водопостачання і водовідведення географічного факультету (завідувач кафедри – доктор географічних наук, професор Ю.С. Ющенко, декан факультету – доктор географічних наук, професор В.П. Руденко).

Склад організаційного комітету:

Руденко В.П. (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича);

Ющенко Ю.С. (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича);

Гонченко Є.Д. (Одеський державний екологічний університет);

Гребінь В.В. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Громовий В.О. (Гідрометслужба України);

Зубов О.Р. (Східно-Український національний університет імені Володимира Даля);

Линник П.М. (Інститут гідробіології НАН України);

Лобода Н.С. (Одеський державний екологічний університет);

Мольчак Я.О. (Луцький національний технічний університет);

Набіванець Ю.Б. (Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України);

Ободовський О.Г. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Осадчий В.І. (Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України);

Тімченко В.М. (Інститут гідробіології НАН України);

Хільчевський В.К. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Яцик А.В. (Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем);

Яцюк М.В. (Держводагенство України).

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24)

Оскільки V Всеукраїнська наукова конференція стала ювілейною, то хотілося б коротко згадати, як все почалося 10 років тому.

I Всеукраїнська наукова конференція «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» відбулася восени 2001 р. в Києві в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка на базі кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету.

Мотивацією для реалізації ідеї про започаткування такої конференції були об'єктивні умови, які склалися на той час в гідрологічній науці, та й у науці в цілому. З розпадом колишнього СРСР за межами України виявилися, наприклад, такі наукові форуми як проведення етапних Всесоюзних гідрологічних з'їздів (останній Всесоюзний гідрологічний з'їзд – 5-ий – відбувся в Санкт-Петербурзі (тоді – Ленінграді) на базі Державного гідрологічного інституту в 1986 р., Всесоюзні гідрохімічні наради – на базі Гідрохімічного інституту гідрометслужби СРСР в м. Ростові-на-Дону (остання 29-а Всесоюзна гідрохімічна нарада відбулася 1987 р.).

Фактично, за 10 років незалежності в Україні не було проведено жодного більш-менш широкого наукового фахового гідрологічного форуму. Тому власне і виникла ідея проведення Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія», на якій можуть зустрітися як провідні вчені української наукової і практичної гідрології, гідрохімії та гідроекології, так і молоді вчені, аспіранти.

Коротко з історії проведення цієї конференції:

I конференція – 2001 р., Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

II конференція – 2003 р., Київ, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут;

III конференція – 2006 р., Київ, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут;

IV конференція – 2009 р., Луганськ, Східно-Український національний університет ім. В. Даля;

V конференція – 2011 р., Чернівці, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича.

Під час роботи I Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (зліва-направо): завідувач кафедри гідрології суші Московського державного університету імені М.В. Ломоносова доктор географічних наук, професор **М.І. Алексієвський**; завідувач кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету, доктор географічних наук, професор **Є.Д. Гопченко**; завідувач кафедри гідрології і гідрохімії (з 2002 р. – кафедра гідрології та гідроекології) Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктор географічних наук, професор **В.К. Хільчевський** (м. Київ, 2001 р.)

За десятиріччя проведення конференцій можна коротко підвести певні підсумки. Можна з певністю сказати, що через наші конференції пройшли представлення і обговорення результатів досліджень цілої низки авторів, які у 2000-і роки стали докторами наук з гідрології та гідрохімії, десятків авторів, які згодом стали кандидатами наук. На конференціях висвітлювалася планова тематика наукових установ і вищих навчальних закладів, результати комерційних міжнародних наукових проектів по Дніпру і транскордонних річках.

За минуле десятиріччя з'явилися нові центри з підготовки гідрологів - це кафедри гідрометеорології Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара та Східно – Українського національного університету імені Володимира Даля (м. Луганськ). Таким чином, поповнилася наша когорта, а луганчани, треба це відзначити, в 2009 р. провели на хорошому рівні IV Всеукраїнську конференцію «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія». Не випадково було обрано місце проведення V конференції – Чернівецький національний університет. Адже на географічному факультеті цього університету в свій час велася підготовка гідрологів, які працювали на просторах всього колишнього СРСР. І зараз на факультеті працюють гідрологи, підготовлені в той період, зокрема на кафедрі гідроекології, водопостачання і водовідведення і готуються нові кадри на рівні захистів дисертацій з гідрології.

За результатами роботи I Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» в 2001 р. в Києві було опубліковано 119 доповідей, поданих авторами з 33 вітчизняних і 5 зарубіжних установ.

На V Всеукраїнську наукову конференцію «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» в 2011 р. в Чернівцях у програмі заявлено 128 доповідей авторів з 35 вітчизняних і 6 зарубіжних установ.

Як видно, показники досить близькі (з невеликим «плюсом» на V конференції). Це свідчить про те, що ідея проведення такої конференції за 10 років отримала визнання наукової громадськості. Треба відзначити, що всі п'ять конференцій були з міжнародною участю.

Перелік установ, з яких подані заявки на участь у V Всеукраїнській науковій конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія»:

Інститути НАН України (6):

- Інститут гідробіології НАНУ (м. Київ),
- Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут НАНУ і МНС (м. Київ),
- Інститут геологічних наук НАНУ (м. Київ),
- Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ (м. Київ),
- Інститут геології і геохімії горючих копалин НАНУ (м. Львів),
- Інститут телекомунікацій НАНУ (м. Київ).

Національні університети (14):

- Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
- Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
- Львівський національний університет імені Івана Франка,
- Одеський національний університет імені Іллі Мечникова,
- Волинський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк),
- Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
- Східно-Український національний університет імені Володимира Даля (м. Луганськ),
- Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне),
- Луцький національний технічний університет,
- Національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ),
- Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ),
- Одеський національний політехнічний університет,
- Національний технічний університет «Харківська політехніка», Чернівецький факультет,
- Національний авіаційний університет, інститут новітніх технологій (м. Київ).

Державні університети (6):

- Одеський державний екологічний університет,
- Вінницький державний педагогічний університет,
- Сумський державний педагогічний університет,
- Уманський державний педагогічний університет,
- Дніпропетровський державний аграрний університет,
- Рівненський державний гуманітарний університет.

Державні установи (5)

- Державне агентство водних ресурсів України,
- Український Гідрометцентр,
- Центральна геофізична обсерваторія,
- Державне підприємство «Інститут екогігієни і токсикології, ім. Л.І. Медведя» (м. Київ),
- Херсонський гідрометеорологічний технікум.

Недержавні установи (4):

- ВАТ «Укроргводбуд»,
- НВП «Гідротехнік»,
- ТОВ «Габіони України»,
- ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі».

Зарубіжні установи (6):

- Центральний НДІ комплексного використання водних ресурсів (м. Мінськ, Білорусь),
- Сибірський федеральний університет (м. Красноярськ, Росія),
- Варшавський університет (Польща),
- Державний геологічний інститут (м. Варшава, Польща),
- Технолого-природничий інститут (м. Варшава, Польща),
- Університет імені Ферхата Аббаса (м. Сетіф, Алжир).

На пленарне засідання були винесені наступні доповіді:

Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Караван Ю.В., Пасічник М.Д., Паланичко О.В. Руслознавчі аспекти сталого розвитку (на прикладах Передкарпаття) (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича).

Гопченко Є.Д., Романчук М.Є., Овчарук В.А. Проблеми підготовки нормативних документів по розрахунках максимального стоку річок України (Одеський державний екологічний університет);

Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Роль Київського університету в підготовці спеціалістів вищої кваліфікації з гідрології та метеорології в Україні (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Лобода Н.С., Дорофєєва В.П. Стан водних ресурсів річки Дністер за сценаріями глобального потепління (Одеський державний екологічний університет);

Ободовський О.Г., Онищук В.В., Розлач З.В., Коноваленко О.С. Руслові процеси річок басейну Латориці (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Линник П.М., Жежеря В.А., Линник Р.П. Розподіл металів між розчинними формами у поверхневих водах залежно від вмісту та компонентного складу органічних речовин (Інститут гідробіології НАН України);

Тімченко В.М., Коржов Є.І. Сучасні попуски Каховської ГЕС як фактор погіршення стану екосистеми Нижнього Дніпра (Інститут гідробіології НАН України);

Ковальчук І.П. Критеріальний потенціал морфометричних та гідроморфологічних досліджень (Національний університет біоресурсів і природокористування України);

Гребінь В.В. Сучасні зміни структури живлення річок України як передумова внутрішньорічних змін водності (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

Бойко В.М., Желєзняк М.Й., Коломієць П.С. Особливості формування весняного стоку Дніпра та моделювання зони затоплення у межах м. Києва на основі сучасної гідролого-гідродинамічної моделі (Український гідрометеорологічний центр МНС України; Інститут проблем математичних машин і систем НАН України);

Горбачова Л.О. Сучасні тенденції гідрологічного моделювання та його забезпечення первинною інформацією (Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС України та НАН України);

Соловей Т.В. Геосистемна сутність гігроморфних ландшафтів (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича).

Потім робота відбувалася в трьох секціях:

- дослідження водних ресурсів;
- дослідження морфології і динаміки природних та штучних водних об'єктів;
- гідрохімічні, гідробіологічні та гідроекологічні дослідження.

Треба відзначити, що серед заявлених доповідей, крім класичних гідрологічних і гідрохімічних тем з установ, в яких сформовані свої наукові школи, були доповіді, автори яких займаються дотичною, але надзвичайно актуальною для водних ресурсів тематикою: це конструктивно-географічна тематика, гідрогеологічна, математичне моделювання гідрологічних і гідрохімічних процесів, хіміко-аналітичні визначення речовин у воді, гігієнічні аспекти якості води.

УХВАЛА

П'ятої Всеукраїнської наукової конференції
«Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія»
(м. Чернівці, 22-24 вересня 2011 року)

У відповідності до рішень Четвертої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» у м. Чернівці на базі Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (кафедра гідроекології, водопостачання та водовідведення) у період 22-24 вересня 2011 року відбулася П'ята Всеукраїнська наукова конференція. У її роботі взяли участь близько 100 учасників з майже 30 вітчизняних і закордонних установ. Зокрема, крім України, були присутні науковці з Росії, Польщі, Алжиру.

На конференції розглянуті актуальні проблеми розвитку гідрології та гідроекології, пов'язані з вирішенням теоретичних, методологічних, прикладних питань у напрямках досліджень водних ресурсів, морфології і динаміки природних та штучних водних об'єктів, гідрохімії, гідробіології та гідроекології.

На пленарних засіданнях конференції було заслухано дванадцять доповідей представників провідних центрів розвитку гідрологічної науки в Україні. На секційних засіданнях заслухано більшість доповідей згідно програми конференції. Активну участь у роботі конференції взяли молоді науковці. Відбулися дискусії щодо найбільш важливих методологічних, теоретичних, методичних та практичних питань. В секціях і на заключному пленарному засіданні прийняті пропозиції щодо загального рішення конференції. У відповідності до них сформовані наступні рішення конференції:

- В Україні на високому теоретичному і методологічному рівні розроблена науково-методична база по нормуванню розрахункових характеристик весняних водопіль і дощових паводків (Одеський державний екологічний університет). Підтримати ініціативу вчених Одеського державного екологічного університету по інтеграції зусиль зацікавлених організацій і відомств при вирішенні питань, пов'язаних з прийняттям нового нормативного документа по розрахунках стоку води для проектних цілей.

- Необхідно продовжувати і розвивати дослідження щодо просторово-часових узагальнень та методик розрахунків природного та побутового стоку річок України (в умовах антропогенної діяльності, змін клімату), розрахунків характеристик стоку, прогнозів характеристик водного режиму річок України.

- Констатується недостатня увага дослідженням з гідрології озер, водосховищ та боліт в Україні.

- Назріла нагальна потреба розроблення нормативного документу стосовно видів і способів регулювання русел та заплав, управління річковими геоекосистемами (особливо на гірських річках), що базуються на принципах сталого розвитку екологічної толерантності.

- При оцінюванні стану транскордонних водних об'єктів вважати за доцільне імплементацію основних положень Водної рамкової директиви ЄС з урахуванням здобутків, доповнень, уточнень українських вчених.

- Звернути увагу відповідних відомств України на доцільність посилення контролю за дотриманням положень законодавства України щодо відбору алювію з русло-заплавного комплексу гірських і передгірських річок та активізацію зусиль з вирішення проблем функціонування водоохоронних зон на річках та водосховищах. Рекомендувати привести дані аспекти законодавства у відповідність до європейських норм (зокрема, положень Водної рамкової директиви ЄС, Карпатської конвенції, програм розвитку екомережі тощо) та закріпити уяви про об'єкти управління сталого розвитку, як складні геоекосистеми, що функціонують на основі річок.

- У контексті перспективи впровадження Водної рамкової директиви ЄС, а також проведення транскордонного моніторингу стану водних об'єктів необхідно активізувати зусилля по удосконаленню методики оцінки гідрохімічного фону, визначення якості поверхневих та підземних вод, водних об'єктів загалом. Важливо звернути увагу науковців та практиків на поглиблення натурних досліджень для отримання відповідних гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних показників, підвищення точності вихідної інформації на сучасній хіміко-аналітичній базі.

- Наступну, **Шосту Всеукраїнську наукову конференцію «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія»** провести у м. **Дніпропетровськ** на базі Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара через 2-3 роки.

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

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

Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” запланований до чотирьох випусків на рік. Він є міжвідомчим, готується до видання на базі кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також Комісії з гідрології та гідроекології Українського географічного товариства. Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. він включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “Географічні науки”.

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

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

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

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

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

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

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

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

Формулювання цілей статті, постановка завдання;

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

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

Список літератури (7-10 джерел, в т.ч. інтернет-джерел, оформлених згідно з ДСТУ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації...»). Посилання на джерела у тексті подаються у квадратних дужках із зазначенням порядкового номера і використаних сторінок.

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

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

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

Статті обсягом **5-10 сторінок** (разом із резюме, таблицями, рисунками (рисунки чорно-білі) та списком літератури) необхідно надсилати на адресу редколегії на **електронному носії** (з назвою файлу – прізвище автора латинськими літерами), а також у роздрукованому вигляді у 2-х примірниках (для рецензування), один – із підписами авторів; другий – копія першого без підпису. Шрифт New Roman - 14, Word 6-8. Поля: верхнє, нижнє, ліве – 2 см; праве – 1 см, інтервал – 1, абзац – 3 знаки.

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

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

До тексту статті додаються **3 анотації** – українською, російською і англійською мовами за схемою: 1) назва статті, прізвище та ініціали автора; 2) короткий текст анотації; 3) ключові слова (до 5 слів, розділених крапкою з комою).

Крім того, до статті додаються відомості про авторів згідно зразка:

Прізвище, ім'я, по батькові;

Науковий ступінь та вчене звання;

Місце роботи;

Посада;

Службова адреса;

Контактний телефон, E-mail.

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

УДК 551.49 (кегель 14)

Петренко М.І. (кегель 14, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м.Київ (кегель 14, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегель 14, напівжирний)

Через інтервал – **Ключові слова:** не більше 5 слів (кегель 12, нахилений)

Далі через інтервал починається текст статті. Після нього через інтервал підзаголовок **"Список літератури"** (кегель 12, напівжирний), а потім власне список за його наявності. Список літератури має бути оформлений згідно вимог ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 та вимог ВАК України («Бюлетень ВАК України , № 3 від 2008).

Після **"Списку літератури"** через інтервал – анотації українською, російською і англійською мовами: назва статті, прізвище та ініціали автора, короткий текст анотації, ключові слова.

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2011 рік

Том 3(24)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – **Є.Цвелих**

Підписано до друку 07.12.2011
Формат 60х90/16 Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк різнограф.
Ум. др. арк. 11,0. Обл.-вид. арк. 11,2.
Наклад 300 прим. Зам. № 48-011



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