

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

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник
№ 1 (48)

Київ
2018

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. 2018. № 1 (48). 102 с.

HIDROLOHIIA, HIDROKHIIMIIA I HIDROEKOLOHIIA:

The scientific collection / The editor-in-chief Valentyn Khilchevskiy. 2018. № 1 (48). 102 p.

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

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

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
(16 квітня 2018 р., протокол № 10)*

Адреса видавця та редколегії:

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

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.

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

ISSN:2306-5680

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2018

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2018. № 1 (48)**

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

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

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

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

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

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

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

З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.

Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати) 6

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Жовнір В.В., Гребінь В.В.

Аналітичний огляд досліджень мінімального стоку води..... 16

Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики..... 24

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Данильченко О.С.

Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини (на прикладі Сумської області)..... 37

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Васенко О.Г., Верніченко Г.А., Верниченко-Цветков Д.Ю.

Показники пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю (в межах України) 46

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Заболоцька Т.М., Шпиг В.М.

Синоптичні умови утворення стихійних явищ погоди на території України. Частина I..... 57

Анахов П. В.

Гліссандо затухаючих сейш..... 67

Швень Н.І., Манукало В.О.

Методичні аспекти паралельних метеорологічних спостережень..... 73

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Хильчевський В.К., Круковская А.В., Гребень В.В.

25 лет деятельности спецсовета по защите диссертаций по гидрологии и метеорологии в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (1993-2018 гг.) 80

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника
“Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” 99

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Kravchinskiy R.L., Savchuk B.B.

Conditions for the formation of the chemical composition mountain Lake Maricheika (Chernogorsky massif, Ukrainian Carpathians)	6
--	---

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Zhovnir V., Grebin' V.

Analytical review of studies of minimal runoff the water.....	16
---	----

Kozhemiakin D.V., Chornomorets Y.O.

Water balance of the Dniester river basins to the city of Zalishchiki.....	24
--	----

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Danylchenko O.S.

Influence of polluted river water on human health (on the example of the Sumy region)....	37
---	----

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Vasenko O.G., Vernichenko G.A., Vernychenko-Tsvetkov D.Yu.

Indicators of the sediments pigment fund of lower reaches of Danube River (in the borders Ukraine).....	46
---	----

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Zabolotska T.M., Shpyg V.M.

Synoptic conditions of formation of dangerous weather phenomena over Ukraine. Part I.....	57
---	----

Anakhov P. V.

Glissando of damping seiches.....	67
-----------------------------------	----

Shven N., Manukalo V.

Methodical aspects of parallel meteorological observations.....	73
---	----

SCIENTIFIC REPORTS

Khilchevskiy V.K., Krukivska A.V., Grebin V.V.

25-anniversary of the Specialized Academic Council activity on hydrology and meteorology specialization in Taras Shevchenko National University of Kyiv (1993-2018)	80
---	----

The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology».....	99
---	----

УДК [551.332.54+556.114] (292.452)

Хільчевський В.К.¹, Корчемлюк М.В.², Кравчинський Р.Л.², Савчук Б.Б.²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Карпатський національний природний парк, м. Яремче, Івано-Франківська обл.

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ГІРСЬКОГО ОЗЕРА МАРІЧЕЙКА (МАСИВ ЧОРНОГОРА, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Ключові слова : карові (льодовикові) водойми, Карпатський національний природний парк (КНПП), Чорногора, озеро Марічейка, хімічний склад води.

Територія України характеризується значною різноманітністю умов формування хімічного складу природних вод – від техногенно-кризових регіонів до фактично не порушених природних комплексів [1]. Останні, найбільш поширені у Карпатській гірській країні. У світлі інтенсифікації глобальних антропогенних процесів і перетворень вони мають надзвичайно важливий науковий і практичний інтерес. Зокрема, це стосується гірських озерних екосистем Чорногори (найвищого гірського масиву Українських Карпат), які завдяки своєрідному генезису, географічному положенню і умовам живлення здатні відображати зміни, що відбуваються на всіх рівнях моніторингу навколишнього природного середовища – місцевого (локального), регіонального, державного і, навіть, планетарного.

Згадки про гірські озера Карпат зустрічаються ще у працях Л. Вайгеля (1880), Г. Запаловича (1881), К. Сігмета (1932), Т. Посевича (1893), Й. Бездека (1905), Г. Козія (1932), К. Кухара (1975). На них звертають особливу увагу дослідники древнього зледеніння Чорногори : Г. Гонсьоровський (1906), С. Павловський (1915), Ф. Вітасик (1923), Б. Свідерський (1932) [2].

На сучасному етапі вивчення гірських карпатських водойм стосується чотирьох основних аспектів – ландшафтно-геоморфологічного, гідролого-гідрохімічного, гідробіологічного, туристично-рекреаційного – та пов'язано з науковою діяльністю вчених Інституту екології Карпат НАН України, Львівського національного університету імені Івана Франка, Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та фахівців Карпатського національного природного парку (Карпатського НПП). Ці дослідження прямо чи опосередковано торкаються проблематики формування хімічного складу та якості води гірських озер.

Матеріал і методика досліджень. Проведені нами раніше дослідження показали, що хімічний склад води гірських озер Карпат значною мірою залежить від крутизни та експозиції схилів, що відображають вплив мікрокліматичних процесів, а також регіональних орографічних особливостей самого Чорногірського масиву, що виконує роль кліматичного бар'єра [7].

Унікальність кожного окремого гірського озера Українських Карпат вимагає індивідуального підходу до вивчення водойм на об'єктовому рівні. *Мета роботи* – визначити основні фактори, закономірності та особливості формування хімічного складу води гірських озер Українських Карпат на прикладі окремого озера..

Об'єктом дослідження обрано гірське озеро льодовикового походження Марічейка, що розташоване на північно-східному схилі г. Шурин гірського масиву

Чорногора (Верховинський район Івано-Франківської області). Це є південною частиною території Карпатського НПП.

Предмет дослідження – основні фізико-хімічні показники якості води (прозорість, температура, головні іони та мінералізація, біогенні речовини тощо).

Методика дослідження. В основу роботи покладено результати експедиційних досліджень, проведених фахівцями Карпатського НППу 2017 р. Відбір проб води проводився у літній та осінній сезони – період активізації зовнішніх факторів впливу на озерні екосистеми та динаміки внутрішньоводойменних процесів. Для вивчення просторового розподілу показників температури води, рН та мінералізації води проби відбиралися у приповерхневому шарі по всій акваторії озера у різних точках. Хімічний аналіз води виконано у вимірювальній лабораторії аналітичного контролю та моніторингу Карпатського НПП (м. Яремче Івано-Франківської області).

Результати досліджень та їх обговорення. У процесі проведення детального географічного вивчення гірських озер Карпат першим і найважливішим чинником, що відображає умови прямого впливу на водойму – це контактуюче середовище (геолого-геоморфологічна будова, клімат, рельєф та гідрогеологічні умови). Коротко зупинимося на природних умовах, що характеризують масив Чорногора в Українських Карпатах, на якому розташовано кілька десятків невеликих карових озер, які є прикладом гірських льодовикових водойм на території України.

Природні умови. Геологія. З точки зору геологічної будови територія досліджень, як і усієї території Українських Карпат, майже повністю утворена геологічними породами піщовикового флішу. Відповідно до геологічної карти [5] територія озера розташована у межах поширення товстошарових піщовиків, перешарованих з аргілітами та алевролітами верхнього відділу крейдової системи (сенонський надярус, свидовецька свита).

Клімат. Усі озера гірського масиву Чорногора розташовані у помірно холодній (1250-1500 м н. р. м.) та холодній (1500-2000 м н. р. м.) кліматичних зонах, що характеризуються зміною середніх температур липня від +12 °С до +9 °С, а січня від -10 °С до -12 °С. Внаслідок кліматичних умов, у тому числі через промерзання водної товщі взимку, в озерах Чорногори не водиться риба.

Ландшафти. Сучасний ландшафтно-геоморфологічний малюнок території досліджень сформувався у четвертинний період у результаті розійної діяльності гірського льодовика. Період так званого плейстоценового зледеніння альпійсько-субальпійського поясу та лісового середньогір'я Карпат знаменувався утворенням низки заглиблень у рельєфі з характерними карами (льодовиковими цирками) різних за розмірами та формами. Один з таких великих цирків нівації площею понад 1 га утворився на південно-східних схилах г. Шурин-Гропа Чорногірського масиву на висоті близько 1510 м. Згодом ця заглибина заповнилась талими льодовиковими, сніговими і дощовими водами; таким чином утворилось озеро, відоме під назвою Марічейка.

Гідроморфологія. Типізація озер за площею дзеркала згідно ВРД ЄС. У зв'язку з підписанням у 2014 р. Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, в практиці управління водними ресурсами України відбувається імплементація положень і нормативів Водної рамкової директиви Європейського Союзу [14], зокрема й тих, що стосуються гідроморфологічної оцінки водних об'єктів.

Згідно ВРД ЄС типізація озер виконується за такими дескрипторами (показниками): висота водозбору; середня глибина; площа водного дзеркала; геологічні породи. При цьому вказується місце розташування озера за екорегіоном (для України – Карпати, Угорська низовина, Понтійська провінція, Східні рівнини).

Розглянемо градації названих вище дескрипторів за ВРД ЄС [14], адаптованих до умов України, при типізації озер.

Озера за площею водного дзеркала: великі – 10-100 км²; середні – 1-10 км²; малі – 0,5-1,0 км²; дуже малі – < 0,5 км².

Озера за середньою глибиною: глибокі – > 15 м; середньої глибини – 3-15 м; мілкі – < 3 м.

Висота водозбору для озер: середньогір'я – > 800 м; низькогір'я – 500-800 м; височина – 200-500 м; низовина – < 200 м.

Геологічні породи для характеристики розташування озер: вапнякові; силікатні; органічні.

Дуже важливим показником для органів управління водними ресурсами (у нашій країні – Державного агентства водних ресурсів України) є площа водного дзеркала озера, яка корелює з об'ємом озера і засвідчує значимість озера у водоресурсному плані. В результаті у сферу інтересу водного менеджменту попадають озера категорій «великі», «середні» та «малі» (типізація озер, інвентаризація, моніторинг тощо). Озера категорії «дуже малі» типізації не підлягають.

Згідно з класифікацією озер за площею водного дзеркала за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії «дуже малі» (площа дзеркала < 0,5 км²). Наприклад, одне з найбільших – озеро Бребенескул, що розташоване на висоті 1793 м н. р. м., має площу дзеркала лише 0,0061 км².

Навіть Синевир (масив Внутрішній орґани, висота 989 м н. р. м.), яке є найбільшим озером Українських Карпат, має площу дзеркала всього 0,04-0,07 км². Тобто, всі озера Українських Карпат за площею водного дзеркала належать до категорії «дуже малі».

Згідно з класифікацією озер за середньою глибиною за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії «мілкі» (середня глибина – < 3 м). В Українських Карпатах лише Синевир належить до озер середньоглибоких (8-10 м).

Згідно з класифікацією за висотою водозбору за ВРД ЄС всі гірські озера Чорногори належать до категорії озер, розташованих на середньогір'ї (висота > 800 м).

Слід коротко зупинитися на поняттях «високогір'я» та «високогірні озера». У фізичній географії рельєф вважається високогірним на відмітках понад 2500-3000 м. Найвища гора Українських Карпат Говерла має висоту 2061 м. Тому з фізико-географічних позицій можна констатувати, що в Українських Карпатах високогір'я немає. Тому не може бути і високогірних озер.

В той же час, поняття «високогір'я Українських Карпат» обґрунтовано ботаніками для гірських природно-територіальних комплексів, розташованих над природною верхньою межею лісу (1300–2061 м н. р. м.). Так у природоохоронну наукову літературу проникнув термін «високогірні озера» Українських Карпат, яким позначають водойми, що знаходяться вище 1300 м (наприклад, на масиві Чорногора) [2].

Резюмуючи розгляд основних аспектів типізації озер згідно ВРД ЄС, слід відзначити, що за своїм основним гідроморфологічним параметром – площею водного дзеркала – озера Українських Карпат знаходяться поза межами інтересів водного менеджменту. Але їхня екологічна роль є надзвичайною.

Морфологія озера Марічейка. Досліджуване озеро Марічейка (висота 1510 м н. р. м.) за площею водного дзеркала (0,0039 км²) є другим серед озер Чорногори. Довжина озера – 111 м, ширина – 35 м, середня глибина – 0,8 м, у ямах з донними джерелами – до 1,1 м (морфометричні параметри виміряні нами у 2017 р.). Слід відзначити, що під час досліджень у 1888 р. Т. Вішньовський вказував, що максимальна глибина озера досягала 2 метрів. Сучасне обміління Марічейки пов'язують із руйнуванням загороджувальної морени водами потоку, що витікає із озера [10].

Таким чином, за типізацією ВРД ЄС озеро Марічейка є дуже малим мілким озером середньогір'я Карпат на силікатних породах.

Живлення озера. Основною стабільною прибутковою частиною водного балансу Марічейки є підземне живлення, яке превалює над атмосферним. Низка водних джерел впадає із західної, південно-західної та південної сторони озера. Існують припущення про існування безпосередньо у ложі водойми місць розвантаження підземних вод латентного характеру [10]. Вода в озері накопичується і утримується завдяки закритості із зовнішнього боку (східна частина) стадіальною мореною, яка у північній частині прорізана струмком, що витікає з водойми і впадає в р. Погорілець (басейн Пруту).

Гідрохімія. Мінералізація води в озері Марічейка у період спостережень була надзвичайно низькою – 23-28 мг/дм³, а вміст сульфатів – 9-18 мг/дм³ (табл.1), що за даними [12] відповідає середньому хімічному складу атмосферних опадів Карпатської гірської країни. Опробування одного з джерел, що живить озеро, показало теж низьку мінералізацію його води - 23 мг/дм³. Така низька мінералізація води підземних джерел, що викликаються і живлять озеро Марічейка, на нашу думку, пов'язана з процесами фільтрації атмосферних опадів та швидкого водообміну в породах піщаних флішу, збіднених на хімічні речовини. В результаті, джерельна вода за складом мало відрізняється від атмосферних опадів, які, фактично, живлять їх.

Відповідно до гідрохімічної типізації басейну р. Прут [11], об'єкт досліджень розташований у межах водозбору Гірського Карпатського типу, у якому річкові води мають мінералізацію у межах 100-300 мг/дм³. В цілому ж, отримані значення мінералізації води озера Марічейка співмірні з результатами досліджень карових озер Чорногори, що виконувалися раніше.

Таблиця 1. Хімічний склад води озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати) за даними гідрохімічних зйомок у 2017 р.

Дата відбору проб води	Прозорість, см	Лужність, мг-екв/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	pH	O ₂ , мг/дм ³	Твердість води, мг-екв/дм ³	CaO, мг/дм ³	CaCO ₃ , мг/дм ³	Мінералізація води, мг/дм ³
14.06.2017	>20	1,8	0	0	0,87	9	0	5,6	9,0	0,20	26,0	38,0	23,0
19.10.2017	>20	1,2	0	0	0,00	18	0	7,4	6,5	0,54	30,0	54,0	28,0

В роботі [2] наведено матеріали по мінералізації води деяких озер Чорногори, отримані авторами власноруч (2008 р.), а також дані Г.П. Міллера, отримані в 1961 р, та Колодія В.В. і Демидюка М.С., отримані в 1986-1987 рр. Опробування, виконані в різні роки різними авторами, показують достатньо відмінні між собою значення мінералізації озерних вод: Бребенескул – 20 мг/дм³ (1961 р.) і 47 мг/дм³ (1986 р.); Несамовите – 12 мг/дм³ (1961 р.), 18 мг/дм³ (1986 р.) і 98,6 мг/дм³ (2008 р.); Верхнє Озірне – 26 мг/дм³ (1986 р.) і 106,7 мг/дм³ (2008 р.) [2]. Основний висновок, який можна зробити за цими даними – за п'ять десятиліть відбулося значне зростання мінералізації води в деяких озерах масиву Чорногора (наприклад, у Несамовитому – у 8 разів). Але, як відомо, достовірними можуть бути лише закономірності, встановлені за даними багаторічних рядів спостережень, отриманих на єдиній

методичній основі. На жаль, досліджувані об'єкти не входять в державні моніторингові мережі. Тому, на нашу думку, треба бути обережними з висновками у даному випадку.

Притік підземних вод до озера створює помітний вплив на особливості розподілу окремих фізико-хімічних показників у приповерхневій товщі водних мас: у західній і південно-західній частині водойми спостерігаються понижені температурні показники (інколи до $+3,5^{\circ}\text{C}$), підвищені значення рН та мінералізації води (рис. 1).

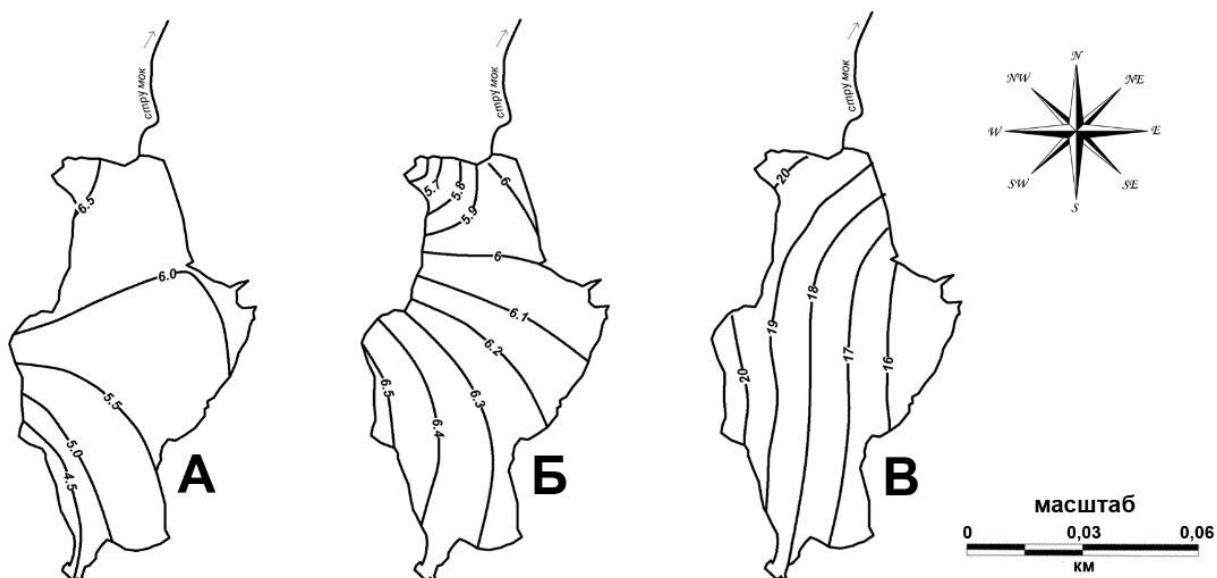


Рис. 1. Розподіл показників у приповерхневій водній товщі по акваторії озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати): А) – температура води, $^{\circ}\text{C}$; Б) значення рН; В) мінералізація води – мг/дм^3 (за даними гідрохімічної зйомки 19.10.2017 р.)

Водневий показник (рН). Щодо аналізу водневого показника, то дані попередніх робіт показали місце більш кислої реакції (низьких значень рН) у заростаючих озерах, до яких відноситься і Марічейка [9]. Результати проведених нами досліджень характеризують озерну воду як «слабко кисла» ($\text{pH} = 5,5-6,0$) і «нейтральна» ($\text{pH} = 6,5$); за осереднену величину нами прийнято $\text{pH} = 6,0$, виміряну у воді струмка, що витікає з озера.

Цілком імовірно, першочерговою причиною просторової мінливості величини рН є наявність у межах озерного водозбору добре розчинного кальциту (кальцитових домішок) [6], що надходить до водойми із поверхневим і підземним стоком і зменшує кислотність води (збільшуючи величину рН). Взаємозв'язок між величинами рН води і вмістом CaO , CaCO_3 див. у табл. 1.

Твердість води. З вмістом кальцію та кальцієвмісних сполук пов'язана й інша важлива гідрохімічна характеристика – твердість (або жорсткість) води (ТВ). Практичний аспект ТВ визначає його роль у вивченні деяких внутрішньоводойменних процесів, зокрема вже згаданого явища деградації водойми; результати досліджень Г.П. Міллера (1959-1961 рр.) [9] показали, що твердість води нижча у заростаючих озерах, у воді яких менше солей кальцію, а магнію взагалі не виявлено. За показником ТВ ($0,20-0,54 \text{ мг-екв/дм}^3$) вода Марічейки характеризується як «м'яка». У літній період процеси заростання озера інтенсифікуються і жорсткість води є меншою, у осінній період процеси заростання уповільнюються і, відповідно, величина ТВ має дещо збільшені значення (див. табл. 1).

Біогенні речовини – сполуки азоту. Особливу увагу було звернуто на вивчення вмісту у воді окремих біогенних речовин, зокрема неорганічних сполук азоту: амонію – NH_4^+ ; нітритів – NO_2^- ; нітратів – NO_3^- . За результатами хімічного аналізу проб, відібраних учервні 2017 р., у воді оз. Марічейка було виявлено нітрати ($0,87 \text{ мг/дм}^3$) при фактичній відсутності амонійного азоту та нітритів. Було розглянуто три гіпотези можливого походження нітратів у воді оз. Марічейка.

Гіпотеза 1. Для визначення ймовірного джерела надходження NO_3^- виходили з аналізу особливостей його фізико-хімічних властивостей. З точки зору класичної гідрохімії [12] формування нітратів у природних умовах відбувається в основному у результаті двостадійної реакції нітрифікації амонійного азоту під впливом бактерій-нітрифікаторів (сімейство *Bacteria Nitrosomonas*) в NO_2^- з подальшим окисненням в нітратні іони під дією бактерій роду *Nitrobacter* Win. Оскільки NH_4^+ та NO_2^- , як зазначалось вище, у воді озера не було виявлено (концентрація нижче чутливості аналізу), тому розглянемо другий варіант генезису NO_3^- – екзогенне походження.

Гіпотеза 2. Як відомо, у живленні озера Марічейка беруть участь не лише водні джерела (підземні води), а й атмосферні опади (дошові і снігові талі води). Відповідно до кліматичного зонування території Карпатського НПП об'єкт дослідження розташований у нижній межі холодного кліматичного поясу, де середня температура найтеплішого місяця становить менше $+10^\circ\text{C}$, а опадів випадає понад 1500 мм/рік [4].

В гірській зоні Карпат атмосферні опади утворюються в окиснювальних умовах ($\text{pH} = 5,2$). У загальному середньорічна концентрація головних іонів у атмосферних опадах Карпатської гірської країни характеризується значним вмістом нітратів ($1,6 \text{ мг/дм}^3$) та амонійного азоту ($1,41 \text{ мг/дм}^3$) [13].

Якщо розглянути окремо рідкі і тверді опади, то процес танення снігового покриву є досить тривалим, а в окремі роки на північних схилах Карпатських гір локальні сніжники можуть зберігатися до серпня місяця. Разом з тим, результати нещодавніх досліджень фахівців Львівського державного університету безпеки життєдіяльності [3] показали, що хімічний склад талих снігових вод Чорногори характеризується значним вмістом нітратів – $0,295 \text{ мг/дм}^3$ та амонійного азоту – $0,31 \text{ мг/дм}^3$.

Нами було відібрано проби снігу біля с. Шибене Верховинського району Івано-Франківської області (940 м н.р.м.), що знаходиться на відстані $3,7 \text{ км}$ на південь від Марічейки (16.01.2018 р.). Після танення снігу, утворена вода була проаналізована. Виявилось, що концентрації NO_3^- та NH_4^+ у сніговій воді біля с. Шибене дещо відрізняються від отриманих у роботі [3] і становлять відповідно $4,7 \text{ мг/дм}^3$ та $0,2 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 2).

Таблиця 2. Середні значення деяких показників хімічного складу снігу у пробах, відібраних 16.01.2018 р. біля с. Шибене Верховинського району Івано-Франківської області (940 м н. р. м.)

Місце відбору проб води	Лужність, мг-екв/дм^3	NH_4^+ , мг/дм^3	NO_2^- , мг/дм^3	NO_3^- , мг/дм^3	SO_4^{2-} , мг/дм^3	Фосфати, мг/дм	pH	Твердість, мг-екв/дм^3	CaO, мг/дм^3	CaCO_3 , мг/дм^3	Мінералізація, мг/дм^3
с. Шибене	<	0,2	-	4,7	-	-	6,9	-	-	-	12

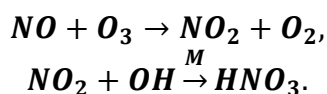
За даними Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) червень 2017 р., який співпав з періодом проведення польових досліджень на оз. Марічейка, визнано найжаркішим місяцем в історії метеорологічних спостережень на Землі. Проте, це помітно не вплинуло на зміну гідрологічного режиму Марічейки. Так, при температурі повітря + 16°C було виявлено невеликі «острівки» снігу у південно-західній частині озера, що підтверджує важливу роль талих вод у живленні водойми та формуванні її хімічного складу.

Відсутність у воді NH_4^+ нівелює твердження про стовідсоткове надходження нітратів з талими водами. Тому було розглянуто третій варіант генезису NO_3^- .

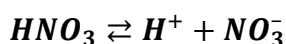
Гіпотеза 3. Викликає інтерес вплив дощових опадів, як джерела надходження нітратів на водозбір озера і пов'язані із грозовою активністю території. Гірські хребти помітно активізують грозову діяльність, оскільки сприяють виникненню потужних висхідних потоків повітря і загостренню холодних фронтів. Якщо в передгір'ях Карпат і в Закарпатті число днів з грозою коливається в межах 35–40, то у гірських районах, до яких відноситься і озеро Марічейка – їх число збільшується до 45 [8].

Переважа нітратів (NO_3^-) серед неорганічних сполук азоту, ймовірно, обумовлена окисненням атмосферного азоту при електророзрядах в атмосфері та під впливом сонячної радіації; а відсутність нітритів (NO_2^-) пояснюється їх нестабільністю [12].

Ще у XIX сторіччі видатний німецький вчений Юстус фон Лібіх (1827) показав, що розчинені нітрати NO_3^- у дощовій воді виникають у результаті високотермічної реакції, яка відбувається під час грози з перетворення молекулярного азоту до NO та подальшим окисненням NO і утворенням азотної кислоти за наступними хімічними реакціями [15] :



Утворена таким чином нітратна кислота, що потрапляє з дощовими атмосферними опадами до озера Марічейка у водному середовищі практично повністю дисоціює на іони водню та нітратні іони :



Як відомо, у водоймах основним споживачем NO_3^- є рослини [12]. Тому зміна концентрації нітратів залежить від особливостей біологічної активності в озері : у приповерхневій водній товщі Марічейки у вегетаційний період характерним є зменшення концентрацій нітратних іонів, а іноді й повне зникнення, що і спостерігалось у жовтні порівняно з початком літа 2017 р. (див. табл. 1).

Доповнюючи питання про роль кліматичного фактора у формуванні хімічного складу води Марічейки слід зазначити наступне. Завдяки розташуванню території досліджень у «котлі» і «закритості» району високими деревними (переважно смерековими і сосновими) насадженнями – вітрове перемішування водних товщ, що за даними [10] є характерним для низки інших озер Чорногори – тут фактично відсутнє і не відіграє значної ролі у формуванні якості води. Мулові донні відклади, товщина яких сягає подекуди 60 см, а разом з ними мінеральні та органічні хімічні речовин залягають на дні водойми. Тому з берега майже завжди і повсюдно проглядається дно, а прозорість води становить понад 20 см.

Висновки

1. Гірські озера Карпатського регіону завдяки особливостям свого генезису та географічного положення мають своєрідний хімічний склад води, близький до

складу атмосферних опадів. Дуже низьким (фактично відсутнім) є антропогенне навантаження на водні екосистеми, що дає змогу вважати ці водойми такими, що мають природний гідрологічний режим.

2. За типізацією, виконаною згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу, озеро Марічейка є дуже малим мілким озером середньогір'я Карпат на силікатних породах.

3. За хімічним складом вода Марічейки є дуже слабо мінералізованою (23-28 мг/дм³), а переважаючим іоном є SO₄²⁻, частка якого сягає близько 50% від суми усіх головних іонів. Така мінералізація води і визначальна роль сульфатів є характерною для хімічного складу атмосферних опадів Карпатського регіону, але вона й співмірна з даними, які раніше отримані для карових озер Чорногори.

4. Основною прибутковою частиною балансу хімічних речовин озера є притік підземних вод у вигляді струмків та, ймовірно, субмаринних розвантажень. Найбільш відчутний вплив здійснюють джерела, що підживлюють водойму із західної частини, які мають низькі температури (+3,2°C), підвищені значення рН та дуже низьку мінералізацію води (23 мг/дм³).

5. На формування хімічного складу води озера Марічейка (масив Чорногора) впливають як зовнішні фактори, так і внутрішньоводойменні процеси.

6. Головним джерелом надходження до водойми деяких неорганічних сполук азоту є рідкі атмосферні опади і талі снігові води.

7. Мікрокліматичні умови запобігають активному вітровому перемішуванню водних товщ, що забезпечує значну прозорість води озера в усі пори року.

8. У часовому аспекті осінній період характеризується значним уповільненням внутрішньоводойменних процесів та явища заростання озера; у цей період дещо збільшується жорсткість води та величина рН.

Список літератури

1. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України: підручник. К.: Вища школа, 1995. 308 с.
2. Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати) / Т. Микітчак, О. Решетило, А. Костюк та ін. Львів: ЗУКЦ, 2014. 288 с.
3. Карабин В. В., Рак Ю.М. Хімічний склад атмосферних опадів в околицях м. Борислава. Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. 2016. Вип. 26. С. 41-49.
4. Карпатский государственный природный парк: методические рекомендации для экскурсоводов, организаторов туризма, инструкторов природоохранной работы / П.Р. Третяк, М.П. Кулешко, Я.П. Базилевич и др. / под ред. С.М. Стойко. Львов – Ивано-Франковск : Львовская областная книжная типография, 1984. 112 с.
5. Карта полезных ископаемых СССР. Серия: Карпатская. М-35-XXXI, L-35-I. М 1 : 200 000/ под. ред. М.М. Жукова. М.: ГУГК, 1964. 1 к.
6. Кобів Ю.Й. Приджерельні оселища кальцефільних видів рослин у Чорногорі (Українські Карпати) як рідкісні осередки біорізноманіття. Наукові записки Державного природознавчого музею. 2007. Вип. 23. С. 43-54.
7. Корчемлюк М. В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б. Основні закономірності поширення карових озер на території Українських Карпат. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2017. №1 (15). С. 81-89.
8. Логвинов К.Т., Раевский А.Н., Айзенберг М.М. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 200 с.
9. Міллер Г.П. Льодовикові озера Чорногори. Вісник Львівського держ. університету ім. І. Франка. Серія географічна. 1964. С. 44-52.
10. Микітчак Т. І., Рожко І.М., Ленько О.В. Фізико-географічна та гідрохімічна характеристики озер та озерця масиву Чорногора (Українські Карпати). Наук. праці УкрНДГМІ, 2010, Вип. 259. С. 231-244.
11. Николаєв А.М. Гідрохімічні типи водозборів басейну річки Прут. Наук. вісник Чернівецького університету. Серія: Географія. 2012. Вип. 696. С. 22-25.
12. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії : підручник. К. : Ніка-Центр, 2012. 312 с.
13. Хільчевський В.К., Курило С.М. Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.4(43). С. 63-74.
14. Directive 2000/60/EC of the

European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>. **15.** Rakov V.A., Uman M.A. Lightning: Physics and effects. Cambridge University Press, 2003. 687 p.

Referens

1. Horiev L.M., Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. Hidrokhimiia Ukrainy: pidruchnyk. K.: Vyshcha shkola, 1995. 308 s. **2.** Ekosystemy lentychnykh vodoim Chornohory (Ukrainski Karpaty) / T. Mykitchak, O. Reshetylo, A. Kostyuk ta in. Lviv: ZUKTs, 2014. 288 s. **3.** Karabyn V.V., Rak Yu. M. Khimichni sklad atmosferykh opadiv v okolytsiakh m. Boryslava. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu heokhimii navkolyshnoho seredovyscha. 2016. Vyp. 26. S. 41-49. **4.** Karpatskiy gosudarstvenniy prirodniy park: metodicheskie rekomendatsii dlya ekskursovodov, organizatorov turizma, instruktorov prirodoohrannoy raboty / P.R. Tretyak, M.P. Kuleshko, Ya.P. Bazilevichi dr. / pod red. S.M. Stoyko. Lvov – Ivano-Frankovsk: Lvovskaya oblastnaya knizhnaya tipografiya, 1984. 112 s. **5.** Karta poleznykh iskopaemykh SSSR. Seriya: Karpatskaya. M-35-HH1, L-35-I. M 1 : 200 000 / pod. red. M.M. Zhukova. M.: GUGK, 1964. 1 k. **6.** Kobiv Yu.I. Prydzherelni oselyshcha kaltsefilnykh vydiv roslyn u Chornohori (Ukrainski Karpaty) yak ridkisni osередky bioriznomanittia. Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu. 2007. Vyp. 23. S.43-54. **7.** Korchemliuk M. V., Kravchynskiy R.L., Savchuk B.B. Osnovni zakonomirnosti poshyrennia karovykh ozer nateritorii Ukrainskykh Karpat. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. 2017. №1 (15). S.81-89. **8.** Logvinov K.T., Raevskiy A.N., Ayzenberg M.M. Opasnyie gidrometeorologicheskie yavleniya v Ukrainskih Karpatah. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 200 s. **9.** Miller H.P. Lodovykovi ozera Chornohory. Visnyk Lvivskoho derzh. Universytetu im. I. Franka. Seriya heohrafichna. 1964. S. 44-52. **10.** Mykitchak T. I., Rozhko I.M., Lenko O.V. Fyzyko-heohrafichna ta hidrokhimichna kharakterystyky ozer ta ozerets massyvu Chornohora (Ukrainski Karpaty). Nauk. pratsi UkrNDHMI, 2010, Vyp. 259. S. 231-244. **11.** Nykolaiev A.M. Hidrokhimichni typy vodozboriv baseinu richky Prut. Nauk. visnyk Chernivetskoho universytetu. Seriya: Heohrafiia. 2012. Vyp. 696. S.22-25. **12.** Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M. Osnovy hidrokhimii: pidruchnyk. K.: Nika-Tsentr, 2012. 312 s. **13.** Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M. Khimichni sklad atmosferykh opadiv na terytorii Ukrainy ta yoho antropohenna skladova. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2016. T.4 (43). S. 63-74. **14.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>. **15.** Rakov V.A., Uman M.A. Lightning: Physics and effects. Cambridge University Press, 2003. 687 p.

Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати)

Хильчевський В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б.

Публікація присвячена питанню регіональних гідрохімічних досліджень гірських озер Карпатського регіону. На основі експедиційних досліджень, проведених у 2017 р. на озері Марічейка (масив Чорногора), встановлено головні складові прибуткової частини водного та гідрохімічного балансу водойми; звернуто основну увагу на роль геолого-гідрогеологічного та кліматичного факторів у формуванні хімічного складу води; визначено особливості просторового розподілу окремих гідрохімічних показників у приповерхневій товщі води та часової динаміки концентрацій окремих компонентів.

Ключові слова : карові (льодовикові) озера, Карпатський національний природний парк (КНПП), Чорногора, озеро Марічейка, хімічний склад води.

Условия формирования химического состава воды горного озера Маричейка (массив Черногора, Украинские Карпаты)

Хильчевский В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинский Р.Л., Савчук Б.Б.

Публикация посвящена вопросу региональных гидрохимических исследований горных озер Карпатского региона. На основе экспедиционных исследований, проведенных в 2017 г. на озере Маричейка (массив Черногора), установлено главные составляющие приходной части водного и гидрохимического баланса водоема; сделан акцент на роли геолого-гидрогеологического и климатического фактора в формировании химического состава воды; определены особенности

пространственного распределения отдельных гидрохимических показателей в приповерхностной толще воды и временной динамики концентраций отдельных компонентов.

Ключевые слова: каровые (ледниковые) озера, Карпатский национальный природный парк (КНПП), Черногора, озеро Маричейка, химический состав воды.

Conditions for the formation of the chemical composition mountain Lake Maricheika (Chernogorsky massif, Ukrainian Carpathians)

Khilchevskiy V.K, Korchemlyuk M.V., Kravchinskiy R.L., Savchuk B.B.

The mountainous lakes of the Carpathian region, due to the peculiarities of their genesis and geographical location, have a unique chemical composition of the water. Very low (actually absent) degree of anthropogenic loading on aquatic ecosystems places these reservoirs among the objects of our country with natural hydrological regime.

In the formation of the chemical composition of water of Lake Maricheika involved both external factors and inland water processes.

According to the chemical composition, Maricheika's water is very low mineralized (23-28 mg/dm³), and the predominant ion is SO₄²⁻, which accounts for about 50% of the sum of all major ions. Such mineralization of water and the determining role of sulfates is characteristic of the chemical composition of precipitation in Ukraine.

The main profitable part of the balance of chemical substances of the lake is the influx of groundwater in the form of streams and, probably, submarine discharges. The most noticeable effect is made by sources feeding the reservoir from the western part, which have low temperatures (+3,2°C), increased pH and very low mineralization of water (23 mg/dm³).

The main source of intake of some inorganic compounds of nitrogen in the reservoir is the presence of liquid atmospheric precipitation and snow thawing. Microclimatic conditions prevent the active wind mixing of water layers, which provides significant lake transparency in all seasons. In the time aspect, the autumn period is characterized by significant deceleration of inland water processes and the phenomenon of overgrown lakes; During this period the water hardness and pH value increase somewhat.

Key words: kars (glacial) reservoirs, Carpathian National Nature Park (CNNP), Chornogora, Maricheyka Lake, chemical composition of water.

Надійшла до редколегії 05.03.2018

УДК 556.167

Жовнір В.В., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ

Ключові слова: дослідження, мінімальний стік води, зміни клімату.

Вступ. Масштаби водокористування та його вплив на довкілля наразі досягли таких розмірів, що екологічні вимоги, які ставляться для збереження водного середовища, і навіть сама можливість використання водних ресурсів стають лімітуючим чинником соціально-економічного розвитку. Зростання споживання води разом із нерівномірним її розподілом по території та в часі, практично неконтрольоване забруднення водних ресурсів, зумовлюють необхідність більшої уваги до досліджень стоку у лімітуючі сезони.

Чисельні дослідження, що проведені впродовж останніх десятиріч, переконливо свідчать, що зміни клімату призводять до суттєвих змін водного режиму річок. Враховуючи потепління, що вже відбулося, та високу ймовірність продовження цієї тенденції на найближчі десятиріччя, на перший план виходить проблема оцінки змін річкового стоку. Особливої уваги привертають питання оцінки мінімального стоку річок.

Характер змін гідрометеорологічних характеристик, що вже відбулися, та висока ймовірність їх продовження у майбутньому змушують по новому підходити до визначення параметрів водогосподарських систем та правил їх експлуатації. У недалекому минулому рішення практичних завдань полегшувалося тим, що при гідрологічному обґрунтуванні водогосподарських заходів приймалася гіпотеза стаціонарності процесів стоку. Процеси глобального потепління ставлять під сумнів концепцію стаціонарності багаторічних коливань гідрометеорологічних величин. В таких умовах розрахунки мінімального стоку на фоні сучасних та майбутніх кліматичних змін стають однією з найбільш актуальних проблем гідрології.

Виклад основного матеріалу. Перші узагальнення щодо мінімального стоку річок Європейської території колишнього СРСР (разом із територією України) з'явилися наприкінці 20-х, на початку 30-х років минулого сторіччя. Зокрема, Кочерін Д.І. встановив, що величина мінімального стоку розподіляється по території у відповідності із кліматичними поясами та підпорядковується законам географічної зональності. Це дозволило йому побудувати першу карту мінімального стоку річок Європейської території колишнього СРСР (ЄТС) [1]. Зазначена публікація поклала початок вивченню мінімального стоку річок країни. Дослідження Кочеріна Д.І. було продовжено Сибірцевою Л.А., що у 1937 р. надала більш детальну характеристику розподілу мінімального стоку по території ЄТС [2]. Нею використано матеріали 280 пунктів спостережень по найменших та середніх місячних витратах води та проведено їх узагальнення по окремих басейнах та виділених нею районах.

Наприкінці 1930-х років у роботах Шевельова М.Е. запропоновано використання кореляційних залежностей між мінімальною витратою, нормою стоку та площею водозбору [3]. У 1941 році Уриваєвим В.А. побудовано карту ізоліній найменших річних середньодобових значень мінімального стоку для території

Східноєвропейської рівнини [4]. Карту Уриваєва В.А. було доповнено Поляковим Б.В., однак обидві карти не враховували гідрогеологічні умови живлення річок та об'єднували зимові та літні максимуми. Вивченням мінімального стоку наприкінці 30-х – на початку 40-х рр. минулого сторіччя займалися Казанцев Г.В., Зайков Б.Д., Соколовський Д.Л., Антонов Н.Д. В роботах останнього розглянуто основні фактори, що впливають на формування мінімального стоку, та на основі фактичних даних спостережень по європейській території колишнього СРСР розроблено емпіричні залежності для розрахунку мінімальних середньодобових модулів стоку для літнього і зимового сезонів. Так само, як і Шевельов М.Е., він запропонував використовувати непрямий метод розрахунку статистичних характеристик рядів мінімального стоку, що дозволило визначати мінімальний стік певної забезпеченості.

Дослідження мінімального стоку в цей період (20 – 40 рр. ХХ сторіччя) здійснювались у розрізі вивчення внутрішньорічного розподілу стоку. Для дослідження останнього виникала потреба розгляду джерел живлення річок. Найбільш важливим з точки зору водогосподарських розрахунків було визначення величини підземного живлення. Вона визначає такі елементи режиму річок, як мінімальний стік, внутрішньорічний розподіл стоку, явище пересихання річок та інше. Саме в 30-х роках минулого сторіччя сформувалося два основних напрямки стосовно кількісного визначення підземного живлення річок: гідрологічний, що полягає у визначенні величини підземного живлення за даними про стік річок без кількісного врахування об'єму підземних вод даного басейну та гідрогеологічний, що ставить за мету визначення величини підземного притоку шляхом побудови гідрографа цього притоку. Представниками першого напрямку були відомі вчені такі як Глушков В.Г., Огієвський А.В., Поляков Б.В., Львович М.І. та інші. Розвиток другий напрямок отримав в роботах Боголюбова С.М. та Соколовського Д.Л. [5]. Перші дослідження підземного живлення річок України виконано наприкінці 1930-х років Маковим К.І. [6].

Наступний етап досліджень мінімального стоку (50 – 70 рр. минулого сторіччя) характеризувався вивченням генетичних особливостей формування мінімального стоку, що сприяло зростанню точності розрахункових моделей. Комплексний гідролого-гідрогеологічний підхід до вивчення генетичних особливостей формування мінімального стоку отримав розвиток в роботах Норватова О.М. [7], що розробив нову схему районування мінімального стоку малих річок на основі карти залягання підземних вод. Ним було виділено однорідні (за гідрогеологічними умовами) райони європейської території колишнього СРСР у межах яких модуль мінімального стоку є пропорційним площі водозбору. В середині 1950-х років спробу генетичного аналізу процесу формування мінімального стоку здійснив Чеботарьов Н.П. [8]. Але запропонована ним схема визначення модулю мінімального стоку вимагала врахування значної кількості кліматичних факторів та підстильної поверхні, що знижувало її практичну цінність.

Наприкінці 60-х років минулого сторіччя Поповим Л.Н. було побудовано карти ізоліній мінімального середньомісячного стоку по території колишнього СРСР в зимовий та літньо-осінній період [9]. Ці карти дозволяли визначити мінімальний середньомісячний стік річок з площами водозбору від 1000 до 75 000 км².

В 1960-х – 1970-х роках значний вклад у вивчення мінімального стоку вніс Владіміров А.М., якому належать принципи виділення меженних періодів на гідрографах річок, районування території колишнього СРСР за умовами живлення річок у меженний період. В його роботах також наведено повний аналіз процесу формування стоку в маловодний період року, класифіковані стокоформуючі фактори, надано рекомендації по розрахунку характеристик стоку річок в меженний

період при наявності гідрометричних спостережень, а також при їх відсутності. Зокрема автором запропоновано метод перехідних коефіцієнтів, що дозволяє визначити стік певної забезпеченості для невивчених річок [5]. Владіміровим А.М. підготовлено низку довідників та нормативних документів стосовно мінімального стоку. Основним закономірностям формування та характеристикам мінімального стоку річок колишнього СРСР присвячено монографію Курдова О.Г., що вийшла у 1970 році [10].

У 70-х – 80-х роках минулого сторіччя було закладено основи теоретичних уявлень про закономірності формування меженного стоку річок в різні сезони та в різних природних умовах, а також запропоновано методи його розрахунків при різному об'ємі та доступності гідрометеорологічної інформації. Це знайшло відображення в ряді законодавчих нормативних документів (будівельні норми).

В зазначений період внаслідок різкого зростання водоспоживання та, відповідно, скидів стічних вод гострішою стає проблема виснаження водних ресурсів та незадовільної якості води. В працях Б.В. Фащевського, Н.І. Коронкевича, Ю.М. Ємельянова, О.Г. Гриневича та ін. значна увага приділяється розробці методики та розрахунку «мінімального екологічного стоку». У працях різних авторів цю витрату води називають по-різному: «мінімально допустима», «природоохоронна», «екологічна», «лімітуюча», «екологічно достатня», «мінімально необхідна», але сутність її залишається подібною. У всіх випадках розуміють одне і те саме – ту витрату води, менше якої у водотоці настають негативні наслідки для природних умов, нормального функціонування річкового потоку, господарського використання та санітарних умов, що призводить до економічних втрат та екологічних наслідків [11].

Проблеми вивчення мінімального стоку і методів його розрахунку отримали новий розвиток в останні десятиріччя. Це пов'язано з тим, що численні дослідження [12, 13, 14] виявляють істотні зміни водності річок, переважно в маловодні сезони, і пов'язують це явище з потеплінням клімату. Так, колектив вчених ДГІ під керівництвом І.О. Шикломанова на основі отриманих оцінок динаміки річного та сезонного стоку європейських річок робить висновок, що збільшення меженного, особливо зимового, стоку є вираженою реакцією водозборів на потепління останніх років [12, 13].

В [13] було також відзначено, що масштаби змін, що відбуваються, є неординарними і не мають аналогів в ХХ сторіччі. Автори приходять до висновку щодо кліматичної зумовленості цих змін, пов'язуючи зростання меженного стоку зі збільшенням запасів підземних вод, що відбувається внаслідок збільшення приземної температури повітря та збільшення живлення підземних вод в зимовий час.

Ці висновки підтверджуються дослідженнями І.С. Зекцера [15], Р.Г. Джамалова, Н.Л. Фролової та ін. [16], що також пов'язують характерний внутрішньорічний перерозподіл стоку і збільшення меженного стоку зі збільшенням живлення підземних вод і підвищенням їх рівня. Це, в свою чергу, є наслідком збільшення частоти і тривалості відлиг і зменшення глибини промерзання ґрунтів. Зміни режиму стоку на європейській території Росії (ЄТР) Вони відносять до 1978-1980 рр., що узгоджується з висновками [12, 13].

Спроба розділити кліматичний і антропогенний вплив на мінімальний стік зроблена в роботах вчених Інституту географії РАН [17]. Регіональним дослідженням змін мінімального стоку річок на тлі кліматичних змін було присвячено чимало робіт [17-20].

Можливі наслідки кліматичних змін для мінімального стоку були предметом інтенсивних досліджень вчених багатьох країн світу. В основному ці дослідження

були сфокусовані на змінах середніх багаторічних показників мінімальних витрат води. Й.Шаак і Чанзен [21] встановили факт більшого впливу кліматичних змін на мінімальний стік в порівнянні з максимальним. До цього Х.Лібхер [22] також продемонстрував різний ефект кліматичної нестабільності, який виявляється у змінах максимального і мінімального стоку. Він проілюстрував регіональні варіації цього впливу на мінімальний стік в різних частинах басейну Рейну, використовуючи довгі ряди спостережень.

О.Майеракова та інші [23] виявили тренд до зменшення мінімального річного стоку річок Словаччини в останні десятиріччя. Використовуючи дані для річок басейну Міссісіпі, П.Теліс [24] показав, що циклічна структура рядів стоку відповідає циклічності випадіння опадів, і запропонував метод розрахунку характеристик мінімального стоку відповідно до кліматичних циклів.

Т.Вуд [25] запропонував інженерам-гідрологам залучати до розрахунків палеогідрологічні дані, щоб поліпшити точність оцінки стоку меженного періоду. Він виявив, що погода у Великобританії стає більш мінливою з тенденцією до більш посушливого літа і більш вологої осені, що в свою чергу впливає на характеристики мінімального стоку. При цьому він підкреслює, що ця тенденція спостерігалася тільки в останні десятиріччя і, ймовірно, є частиною багаторічного циклу кліматичних змін.

Н.Арнелл [26] вивчив можливі зміни в частоті появи гідрологічних екстремумів в Європі. Він зауважив, що проблема виявлення таких змін є досить складною, оскільки ряди спостережень занадто короткі. Зв'язок між виявленим збільшенням кількості сухих і теплих років і зниженням мінімального стоку не є однозначним. Маловоддя було дуже низьким в Європі в середині 70-х, і тільки місцями в Данії і на півночі Британії дуже низькі значення стоку були зафіксовані в 1980-х роках. Здається, що спостережені зміни меженного стоку і кліматичних показників узгоджені, проте в [26] було зроблено висновок, що модель, яка використовує історичні дані про стік, не є репрезентативною для оцінки мінімального стоку на майбутнє. Визначення впливу кліматичних змін на оцінку подій з довгоперіодною циклічністю є складним, тому що такі оцінки мають високу мінливість навіть в умовах стаціонарності.

Р.Уілбі [27] розробив модель, яка пов'язує прогнози кліматичних змін, одержані за допомогою моделі загальної циркуляції атмосфери, і прогнози гідрологічних компонентів в масштабі водозборів. Ним було використано цілу низку кліматичних сценаріїв, і вплив цих сценаріїв на характеристики мінімального стоку було показано на прикладі річок Великобританії.

Е.Куорнер та інші [28] вивчили антропогенний внесок і внесок кліматичних змін в тривалість межені і дефіцит стоку в цей період, використовуючи низку фізико-математичних моделей. Було використано кілька кліматичних сценаріїв (збільшення температури повітря на 2 і 4 градуси в поєднанні зі збільшенням або зменшенням опадів на 10%). Результати було отримано для кількох малих водозборів. Виявлено, що як тривалість маловодних періодів, так і обсяг дефіциту стоку збільшуються на більшості водозборів в результаті потепління клімату. На водозборах із посушливими умовами це збільшення істотне. Збільшення опадів мало б компенсувати ефект зростання температури повітря.

В цілому, незважаючи на очевидну важливість питання зв'язку мінімального стоку зі змінами клімату, досліджень, спеціально присвячених цьому питанню, недостатньо [29]. На думку автора, питанням прогнозу мінімального стоку в нестаціонарних кліматичних умовах повинно приділятися більше уваги. Подальші дослідження повинні розвиватися в двох напрямках: як шляхом аналізу наявних

історичних екстремумів, так і шляхом оцінки наслідків для стоку реалізації різних сценаріїв можливих кліматичних змін.

В даний час одним з основних завдань гідрології є розробка методів розрахунку характеристик мінімального стоку при різному обсязі вихідної інформації з урахуванням впливу кліматичних змін, що відбуваються, та зростаючого антропогенного навантаження. Рішення такого завдання має обов'язково включати в себе дослідження статистичної структури рядів з визначенням генетичної та статистичної однорідності вихідної інформації, обґрунтування вибору репрезентативності рядів для розрахунку параметрів кривих розподілу і вибір теоретичної функції розподілу [30].

Перші ґрунтовні дослідження мінімального стоку річок України здійснено в середині 50-х років минулого сторіччя в роботі Чіппінг Г.О. та Лисенко К.А. [31]. Авторами виділено в межах України 13 районів за однорідністю гідрогеологічних умов формування мінімального стоку. На думку авторів головним фактором, що зумовлює величину мінімального стоку у межах одного району є вертикальна гідродинамічна зональність підземних вод та величина ерозійного врізання долини річки. Вплив інших чинників, що впливають на мінімальний стік (рельєфу, заболоченості, залісеності та ін.) на думку авторів обумовлює відхилення від середніх значень по району. На підставі проведених досліджень було розроблено рекомендації для визначення мінімальних витрат розрахункової забезпеченості, якими можна користуватися при відсутності матеріалів спостережень. Картоосхеми розподілу мінімальних середньомісячних і середньодобових модулів стоку малих річок України наведено Лисенко К.А. в «Атласе природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР» [32]. Картоосхеми побудовано за даними спостережень, що охоплюють період з 1946 по 1975 роки.

Детальні характеристики мінімального стоку річок України наведено у відповідних випусках «Ресурсів поверхневих вод», виданих протягом 1966-1971 років. Нажаль, ряди спостережень, за якими розраховувались характеристики мінімального стоку є доволі короткими (20-25 років) і охоплюють, переважно, післявоєнні роки (до 1965 року) [33-37].

Районування території України за умова формування мінімального стоку наведено у роботі за ред. Стрельця Б.І. [38]. На основі аналізу даних за період 1946-1975 рр. виділено 27 районів на території України за умовами формування мінімального стоку, частина з яких поділяється на підрайони. Межі районів і підрайонів проведено за вододілами середніх і малих річок з подібними гідрогеологічними умовами живлення підземними водами. Ця схема районування є удосконаленим варіантом тієї схеми, яка була запропонована раніше К.А. Лисенко.

Районування території України за умовами формування мінімального стоку на підставі аналізу даних від початку спостережень по 1980 рік наведено у довіднику «Малі річки України» за ред. Яцика А.В., що вийшов друком у 1991 році [39]. Наведена схема районування дещо відрізняється від зазначеної вище як за кількістю районів (їх виділено 26) та підрайонів так і за їх межами. При проведенні районування автори виходили з того, що в межах одного району з подібними гідрогеологічними умовами живлення річок підземними водами, при інших однакових умовах, буде аналогічним тим річкам, по яким є дані спостережень, якщо їх долини досягають тих же водоносних горизонтів.

Певну увагу характеристикам мінімального стоку річок країни приділено у працях Вишневського В.І. [40] та Вишневського В.І., Косовця О.О. [41], виданих на початку 2000-х років. Зокрема, автори аналізують зміни мінімального стоку річок України, що відбулися у 90-х роках минулого сторіччя під впливом кліматичних змін.

Дослідження мінімального стоку річок України проводяться в Одеському державному екологічному університеті під керівництвом проф. Н.С. Лободи, зокрема, треба відзначити такі роботи, присвячені аналізу змін мінімального стоку річок басейнів Дністра та Південного Бугу під впливом майбутніх кліматичних змін [42].

Ґрунтовний аналіз характеристик мінімального стоку річок України та їх порівняння у сучасний період з періодом до початку 90-х років минулого сторіччя наведено у монографії Гребеня В.В. [43]. Розглядаються характеристики мінімального стоку зимової та осінньої межні по окремих ландшафтно-гідрологічних провінціях. Відзначене суттєве зростання мінімального стоку в продовж останніх 20-25 років.

Останні ґрунтовні дослідження характеристик мінімального стоку річок України та її циклічних коливань, з виділенням окремих циклів та фаз у багаторічній зміні мінімального стоку, наведено у дисертаційній роботі Горбачової Л.О. [44], де проаналізовано відповідні характеристики від початку спостережень до 2010 року включно.

У 2000-х роках в Україні з'явилася низка публікацій, де розглядаються закономірності просторового та часового розподілу гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок. Першою з них можна відзначити дисертаційну роботу Т.В. Соловей [45], присвячену оцінці впливу гідрологічних чинників на якість води річки Прут. Розглянуто головні гідрологічні процеси і характеристики формування гідрохімічного режиму і якості води річок басейну верхнього Пруту, виявлено закономірності залежності якості води від мінливості мінімального стоку.

У монографії за ред. В.К. Хільчевського [46], присвяченій гідролого-гідрохімічній характеристиці мінімального стоку річок басейну Дніпра виявлено загальні тенденції у формуванні мінімальних середньомісячних та середньодобових витрат води різної забезпеченості і хімічного складу річкових вод. Відзначено певні відмінності, характерні для окремих річок басейну, обумовлені взаємодією комплексу фізико-географічних, гідрогеологічних та антропогенних чинників. За гідролого-гідрохімічними показниками мінімального стоку проведено районування басейну Дніпра у межах України.

Просторово-часовий розподіл гідролого-гідрохімічних показників у поверхневих водах басейну р. Південний Буг наведено у колективній монографії за ред. В.К. Хільчевського [47], виданій у 2009 році. На підставі аналізу даних за 1980-2004 рр. по 14 пунктах спостережень в межах басейну авторами охарактеризованих гідрохімічний режим Південного Бугу та його приток за періоди зимової та літньо-осінньої межні.

Висновки. Перші узагальнення щодо характеристик мінімального стоку річок України було зроблено майже сторіччя тому, наприкінці 1920-х років. По мірі накопичення даних спостережень та зростання тривалості рядів, проводилась обробка даних та розраховувались характеристики мінімального стоку, наведені у відповідних публікаціях. При наявності достатньої кількості публікацій, присвячених, власне, самим розрахунковим характеристикам меженного стоку, значно менше уваги у дослідженнях українських вчених приділено оцінці тенденцій сучасних та майбутніх змін характеристик мінімального стоку, що відбуваються та будуть відбуватись під впливом кліматичних змін. Актуальність цього питання підтверджується значною кількістю зарубіжних публікацій, що аналізуються у даній статті.

Доволі незначною є увага в публікаціях вчених країни до характеристик якості води річок в меженний період. Особливо це стосується періоду літньо-осінньої

межені, коли на фоні малої водності річок спостерігається значне погіршення екологічної ситуації в їх руслах.

Зазначені вище проблемні питання потребують подальшого аналізу та уваги з боку науковців.

Список літератури

1. *Кочерин Д.И.* Низкие и наименьшие расходы воды на территории Европейской части СССР. Труды Московского института инженеров транспорта. 1929. Вып. XI.
2. *Сибирцева Л.А.* Минимальный сток и его распределение на Европейской части СССР / Исследования рек СССР. 1937. Вып. 10.
3. *Шевелев М.Э.* Метод расчета обеспеченных минимумов речного стока. Метеорология и гидрология, № 8, 1937.
4. *Урываев В.А.* Обеспеченность расходов в году рек Европейской части СССР. Труды НИУГУГМС, 1941. Вып. 2. Сер. IV.
5. *Владимиров А.М.* Минимальный сток рек СССР. Гидрометеоиздат, 1970. 214 с.
6. *Маков К.И.* О гидрогеологических условиях подземного питания рек УССР. К.: Геологический журнал, 1938. Т. VI. С. 8-17.
7. *Норватов А.М.* Минимальный сток малых рек Европейской территории СССР. Труды ГГИ, 1956. Вып. 67.
8. *Чеботарев Н.П.* Теория и метод определения минимального стока. / Труды всесоюзного совещания по изучению стока, регулирования стока и зимнему режиму. Изд-во АН СССР, 1954.
9. *Баранов В.А.* Минимальный сток рек ЕТС. Труды ГГИ, 1966. Вып. 133.
10. *Курдов А.Г.* Минимальный сток рек (основные закономерности формирования и методы расчета). Воронеж: изд-во ВГУ, 1970. 252 с.
11. *Болгов М.В., Коробкина Е.А., Трубецкова М.Д., Филимонова М.К., Филиппова И.А.* Современные изменения минимального стока на реках бассейна р. Волги. Метеорология и гидрология, 2014 №3. С. 75-85.
12. *Водные ресурсы России и их использование* / Под ред. И.А. Шикломанов. СПб.: ГГИ, 2008. 587 с.
13. *Георгиевский В.Ю., Шалыгин А.Л.* Гидрологический режим и водные ресурсы. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: 2012. С. 53-85.
14. *Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., Бабкин В.И., Балонишникова Ж.А.* Проблемы изучения формирования и оценки изменений водных ресурсов и водообеспеченности России. Метеорология и гидрология, 2010. №1. С. 23-32.
15. *Зекцер И.С.* Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. М.: Научный мир, 2012. 372 с.
16. *Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Куреева М.Б., Сафронова Т.И.* Изменения режима и величины подземного стока рек Европейской территории России под влиянием нестационарного климата. // Ресурсы подземных вод: современные проблемы изучения и использования: материалы междунар. научн. конф. к 100-летию со дня рождения Б.И. Куделина. М.: МАКС Пресс, 2010. С.83-93.
17. *Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Кашутина Е.А., Барабанова Е.А.* Климатические и антропогенные факторы в многолетних изменениях речного стока реки Волги. Водное хозяйство России, 2013. № 4 С.4-19.
18. *Аржакова С.К.* Зимний сток рек криолитозоны России. СПб.: РГГМУ, 2001. 209 с.
19. *Болгов М.В., Мишон В.М., Сенцова Н.И.* Современные проблемы оценки водных ресурсов и водообеспечения. М.: Наука, 2005. 318 с.
20. *Куреева М.Б., Фролова Н.Л.* Современные изменения водного режима рек бассейна Дона. // Ресурсы и качество вод суши: оценка, прогноз и управление: сборник трудов первой открытой конференции Научно-образовательного центра. М.: 2011. С. 98-113.
21. *Schaake J.C., Chunzen L.* Development and application of simple water balance models to understand the relationship between climate and water resources. New directions for surface water modeling // Proceedings of a Baltimore Symposium, 1989. IAHS Publication. No. 181. P. 343-352.
22. *Liebscher H.J.* The use of long-term river level and discharge records in the study of climatic variations in the Federal Republic of Germany // Proceedings of the Symposium on Variations in the Global Water Budget. Reidel, Oxford, 1983. P. 173-184.
23. *Majercakova O., Fendekova M., Leskova D.* The variability of hydrological series due to extreme climate conditions and possible change of the hydrological characteristics with respect to potential climate change // FRTEND'97 Regional Hydrology: concepts and models for sustainable Water Resource Management, 1997. IAHS Publications. No. 246. P. 59-66.
24. *Telis P.A.* Improving estimates of low-flow characteristics for streamflow stations affected by climatic cycles // Proceedings of the 20th Mississippi Water resources Conference, 1990. Jackson, Mississippi: Water Research Institute, Mississippi State University. P. 37-40.
25. *Wood T.R.* Present-day hydrology of the River

Severn // *Paleohydrology in Practice: A River Basin Analysis*, 1987. Wiley, New York. P. 79-97.

26. Arnell N.W. Changing frequency of extreme hydrological events in northern and western Europe // *FRIENDS in Hydrology*, IAHS Publications, 1989. No. 187. P. 237-249.

27. Wilby R., Greenfield B., Glenny C. A coupled synoptic- hydrological model for climate change impact. *J.Hydrol*, 1994. Vol.153. P. 265-290.

28. Querner E., Tallaksen L.M., Kasperek L., Lanen van H.A.J. Impact of land-use, climatic change and groundwater abstractions on streamflow droughts using physically-based models // *FRTEND'97 Regional Hydrology: concepts and models for sustainable water Resource Management*. IAHS Publications. No. 246.

29. Smakhtin, V.Y. Low flow Hydrology: a review. *J.Hydrol*, 2001. Vol.240. P. 147-186.

30. Амусья А.З., Ратнер Н.С., Соколов Б.Л. Минимальный сток рек: состояние и перспективы исследований. Труды ГГИ, 1991. Вып. 355. С. 3-28.

31. Чиппинг Г.О., Лисенко К.А. Річний та мінімальний стік на території України. К.: Вид-во АН УРСР, 1959. 164 с.

32. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. М.: ГУГК, 1978. 183 с.

33. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Белоруссия и верхнее поднепровье. Вып.1 / Под ред. В.В. Куприянова. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 721 с.

34. 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.

35. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 2. Среднее и нижнее поднепровье / Под ред. М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 656 с.

36. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Басейн Северского Донца и реки Приазовья / Под ред. М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 492 с.

37. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 4. Крым / Под ред. М.М. Айзенберга, М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 344 с.

38. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. К.: Урожай, 1987. 304 с.

39. Малі річки України. Довідник / За ред. А.В. Яцика. К.: Урожай, 1991. 296 с.

40. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. К.: Віпол, 2000. 376 с.

41. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ніка-центр, 2003. 324 с.

42. Лобода Н.С. Расчеты минимального стока зимней межени Верхнего Днестра на основе метода множественной регрессии. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2004. Вип. 48. С. 468-472.

43. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с.

44. Горбачова Л.О. Гідролого-генетичний аналіз просторово-часових закономірностей водного стоку річок України: методологія, тенденції, прогноз: автореф. дис ... докт. геогр. наук: 11.00.07 / Людмила Олександрівна Горбачова. Київ, 2017. 40 с.

45. Соловей Т.В. Характеристика мінімального стоку річок басейну Прута. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: тези доп. II Всеукр. наук. конф. .К.: Ніка-Центр, 2003. С. 76-77.

46. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / За ред. В.К. Хільчевського. К.: Ніка-Центр, 2007. 184 с.

47. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / За ред. В.К. Хільчевського. К.: Ніка-Центр, 2009. 184 с.

Аналітичний огляд досліджень мінімального стоку води

Жовнір В.В., Гребінь В.В.

Розглянуто результати досліджень українських та закордонних вчених щодо дослідження характеристик мінімального стоку річок. Виявлено, що більшість робіт присвячено розрахунковим характеристикам меженного стоку. Значно менше уваги приділено оцінці тенденцій сучасних та майбутніх змін характеристик мінімального стоку, що відбуваються під впливом кліматичних змін. Незначною є увага до характеристик якості води річок в меженний період.

Ключові слова: дослідження, мінімальний стік води, зміни клімату.

Аналитический обзор исследований минимального стока воды

Жовнір В.В., Гребень В.В.

Рассмотрены результаты исследований украинских и зарубежных ученых по исследованию характеристик минимального стока рек. Выведено, что большинство работ посвящено расчетным характеристикам меженного стока. Значительно меньше внимания уделено оценке тенденций современных и будущих изменений характеристик минимального стока, происходящих под влиянием климатических изменений. Незначительным является внимание к характеристикам качества воды рек в меженный период.

Ключевые слова: исследование, минимальный сток воды, изменения климата.

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 1 (48)

Analytical review of studies of minimal runoff the water

Zhovnir V., Grebin' V.

The first generalizations regarding the characteristics of the minimum runoff of the Ukrainian rivers were made almost a century ago, in the late 1920s. With the accumulation of observational data and an increase in the length of the series, data processing was carried out and the characteristics of the minimum runoff were calculated, which are published in the suitable publications. There are a sufficient number of publications devoted specifically to the calculation characteristics of a low-water runoff, and in the research of scientists much less attention is given to the assessment of trends in current and future changes in the characteristics of the minimum runoff, that that occur and will occur under the influence of climate change. The urgency of this issue is confirmed by a large number of foreign publications, which are analyzed in this article.

In the publications of the scientists of the country had given rather insignificant note to the characteristics of water quality in rivers in the water-low period. This is especially true for the period of summer-autumn water-low period, when in the background of low water levels of rivers there is a significant deterioration of the ecological situation in their riverbeds.

At present, one of the main tasks of hydrology is the development of methods for calculating the characteristics of the minimum runoff with varying amounts of source information with taking into account the impact of climate change and the increasing man-made load. The decision of such a task must necessarily include the study of the statistical structure of the series with the definition of the genetic and statistical homogeneity of the source information, the justification of the choice of representativeness of the series for the calculate the parameters of the distribution curves and the choice of theoretical distribution function.

The above problematic issues require further analysis and attention from scientists.

Key words: research, minimal runoff, climate change.

Надійшла до редколегії 07.03.2018

УДК: 556.512

Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВОДНИЙ БАЛАНС БАСЕЙНІВ РІЧОК ДНІСТРА ДО МІСТА ЗАЛІЩИКИ

Ключові слова: водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, опади, стік, випаровування, посушливість.

Актуальність дослідження. Водний баланс являється головним інструментом комплексного дослідження різноспрямованих процесів із накопичення, перерозподілу та витрачання вологи в межах річкового водозбору. Головною перевагою водно-балансового підходу перед іншими методами досліджень є можливість кількісно оцінити внесок окремих гідрометеорологічних явищ у формування річкового стоку. Ґрунтуючись на водно-балансових співвідношеннях можна вирішувати такі завдання як: вивчення умов і встановлення закономірностей формування поверхневих і підземних водних ресурсів, їх структури, розроблення заходів з управління водним режимом території і його збереження або часткове перетворення в інтересах забезпечення потреб населення та окремих галузей господарства.

Метою дослідження є розрахунок складових водного балансу та складання його рівняння за багаторічний період для басейнів річок водозбору Дністра до гідрологічного поста Заліщики, за місяцями та за гідрологічний рік, а також оцінювання точності визначення складових балансу.

Аналіз попередніх досліджень. Дослідження водного балансу басейнів річок Дністра розпочалися після накопичення певного емпіричного матеріалу у середині 60-х років минулого століття роботами Железняка І. А. та Онуфрієнка Л.Г. [1, 2]. Після цього 1977 р. вийшла стаття М.Г. Галуценка [3], в якій обчислено понад 120 водних балансів річкових водозборів басейну Дністра, включаючи також гирлові частини найбільших приток. Дана робота і до сьогоднішнього дня залишається однією із найбільш ґрунтовних щодо повноти і детальності обчислених складових водного балансу річки Дністер. Загальні відомості про водний баланс досліджуваної території наводяться у довідниках [3-6]. Окремо, варто відмітити, книгу Мирослава Івановича Кирилюка [7], в якій автором розроблена нова методика розрахунку випаровування з урахуванням впливу висоти, експозиції, крутизни і затінення гірських схилів, зволоження ґрунтів та характеру підстильної поверхні, а також наведено найбільш сучасні водні баланси, проте лише окремих приток Дністра.

Вихідні дані. Для написання роботи були використані матеріали видань метеорологічних щомісячників та гідрологічних щорічників, багаторічних даних про ресурси поверхневих вод суші, а також опрацьована наукова література. До розрахунку прийняті дані спостережень 10 гідрологічних постів та 17 метеостанцій в межах водозбору Дністра до міста Заліщики (24600 км²) (рис. 1).



Рис. 1. Басейн річки Дністер до міста Заліщики з розрахунковими гідрологічними постами і метеостанціями

Для зазначених пунктів спостережень зібрана гідрометеорологічна інформація про середньомісячний, середньорічний стік води, атмосферні опади, температуру та абсолютну вологість повітря. Всі ряди приведені до єдиного розрахункового періоду 1956 – 2015 рр. через відновлення, за потреби, окремих місячних або річних величин за допомогою річок-аналогів. (табл. 1, 2)

Таблиця 1. Основні статистичні характеристики річної суми опадів в басейні Верхнього Дністра, приведеної до єдиного розрахункового періоду 1956-2015рр.

Назва метеостанції	Висота метеостанції, м абс.	Норма, мм	Середнє квадратичне відхилення, мм	Коефіцієнт варіації (Cv)	Коефіцієнт асиметрії (Cs)
Броди	228	688,1	113,4	0,17	0,52
Мостиська	234	652,6	121,3	-0,01	0,17
Чернівці	246	637,0	134,3	0,21	0,06
Дрогобич	277	736,9	133,7	0,18	0,45
Івано-Франківськ	280	651,3	135,2	0,21	0,52
Стрий	296	742,6	138,7	0,19	-0,02
Коломия	298	684,7	128,2	0,19	0,49
Бережани	304	628,9	124,8	0,20	0,65
Чортків	318	646,2	127,8	0,20	0,29
Львів	323	741,3	118,1	0,16	-0,29
Тернопіль	329	594,7	105,5	0,18	0,01
Долина	468	871,4	166,3	0,19	0,29
Яремче	531	949,3	166,1	0,18	0,54
Турка	592	985,4	272,2	0,28	2,63
Славське	594	995,3	159,4	0,16	0,77
Селятин	763	823,3	140,0	0,17	0,25
Пожежевська	1451	1447,0	251,5	0,17	0,78

Таблиця 2. Основні статистичні характеристики середньорічних шарів стоку води річкових водозборів в басейні Верхнього Дністра, приведеної до єдиного розрахункового періоду 1956-2015рр.

Річка – гідрологічний пост	Середня висота водозбору, м абс	Норма шарів стоку, мм	Середнє квадратичне відхилення, мм	Коефіцієнт варіації (Cv)	Коефіцієнт асиметрії (Cs)
р. Дністер - Самбір	542	433	158,1	0,37	0,25
р. Стрвяж - Луки	333	333	134,7	0,41	0,86
р. Стрий - Верхнє Синевиднє	773	550	138,1	0,25	0,22
р. Свіча - Зарічне	745	617	234,7	0,38	1,64
р.Лімниця - Перевозець	800	462	149,9	0,32	0,08
р.Бистриця-Надворн. - Пасічна	1186	693	153,7	0,22	-0,06
р. Верещиця - Комарно	-	193	91,6	0,48	1,39
р. Гнила Липа - Більшівці	-	158	46,7	0,30	1,22
р. Золота Липа - Задарів	-	198	55,4	0,28	0,88
р. Стрипа - Бучач	-	165	56,2	0,34	0,78

Методика визначення складових водного балансу. Оскільки розміщення метеорологічних станцій є неоднорідним в межах басейну Дністра, тому для обчислення зведених метеорологічних характеристик водозборів річок рівнинної частини (Верешиця, Гнила Липа, Золота Липа, Стрипа) використовувався метод зважування (метод трикутників), відповідно до якого їх басейни були розбиті системою трикутників на зони впливу певної метеостанції.

Щоб поділити басейн на трикутники і, відповідно, визначити вплив кожної метеостанції використовувалася програма ArcGIS, а саме, набори інструментів Conversion Tools і Spatial Analyst Tools. Дана програма дозволяє визначити вагові коефіцієнти окремої метеостанції, через які оцінюється її внесок у величини опадів, температури або вологості повітря відповідного річкового басейну (рис 2).

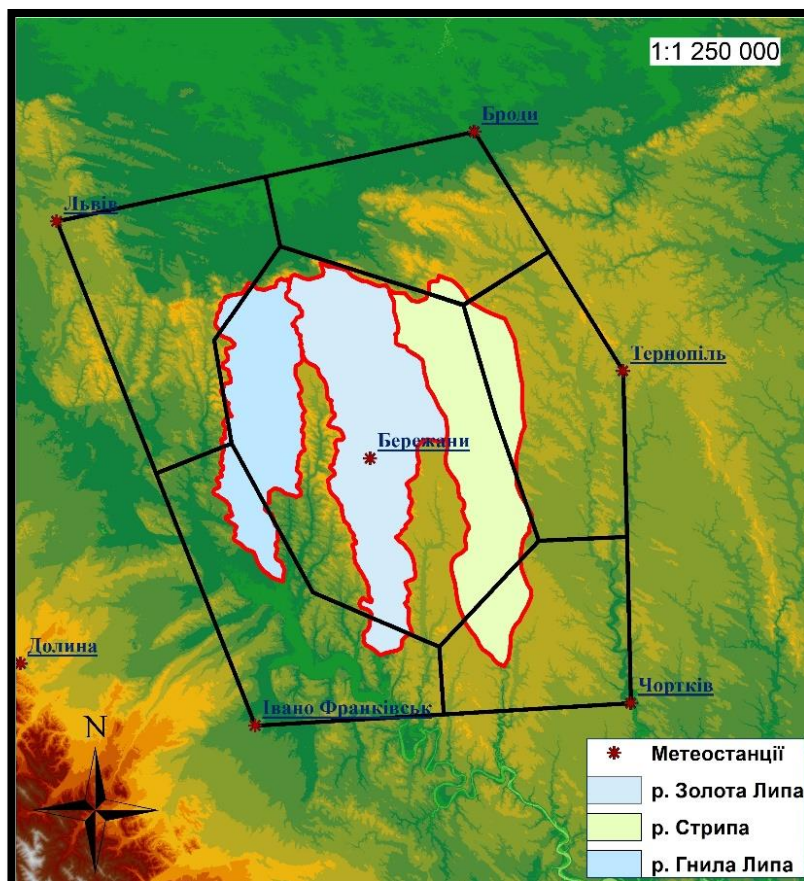


Рис. 2. Поділ річкових басейнів методом трикутників на прикладі рівнинних річок басейну Дністра

Для гірських регіонів характерна вертикальна зональність характеристик водного балансу і тому розрахунок осереднених по басейну метеорологічних складових дещо відрізняється. В межах басейнів гірських річок (Стрвяж, Стрий, Лімниця, Свіча, Бистриця) водозбору р. Дністер – м. Заліщики виділено 5 висотних зон: 200-400 м; 400-600 м; 600-800 м; 800-1000 м; >1000 м. Вплив кожної висотної зони був визначений пропорційно до відсотку її площі від загальної площі басейну.

Обчислення вагових коефіцієнтів виконувалося програмою ArcGIS. За допомогою інструменту Spatial Analyst Tools – Extraction – Extract by Attributes виконувався поділ растрового файлу формату TIF на окремі ділянки із заданими висотами. Після цього, за допомогою Conversion Tools растри переводились в шейп-

полігони і підраховувалась їхня площа. Кожна площа представляє собою певну висотну зону і їх сума складає площу водозбору даного басейну (рис. 3).

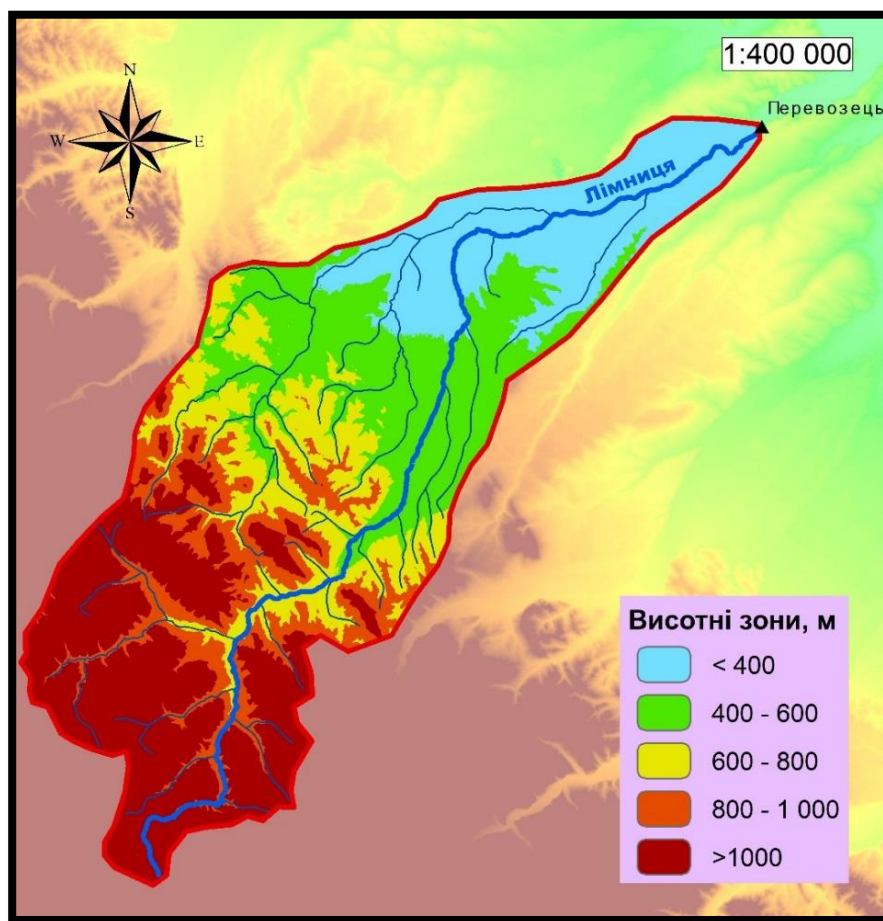


Рис.3. Поділ гірського басейну на висотні зони на прикладі р. Лімниця – гідрологічний пост Перевозець

Описаний спосіб визначення вагових коефіцієнтів з використанням програмного забезпечення ArcGIS був розроблений самостійно і подібний підхід в інших вітчизняних роботах нами, поки що, не зустрічався.

За даними 17 метеостанцій окремо для кожного річкового басейну, залучаючи лише розташовані поруч метеостанції, було побудовано графіки зв'язку опадів, температури і вологості повітря від висоти розташування метеостанції для кожної висотної зони (рис. 4).

Дана операція проводилася індивідуально для кожного гірського річкового басейну окремо для кожного місяця, під час апроксимації використовувалися виключно лінійні рівняння зв'язку. Для прикладу наведемо залежності місяців кожного із сезонів, побудовані для басейну р.Стрий - Верхнє Синевидне (рис.4). Як можна бачити з рис. 4, отримані залежності є досить тісними, однак вони дещо погіршувалися у перехідні сезони. Для опадів це були, переважно, травень та червень місяці, а для температури повітря листопад і грудень. Однак, і в таких випадках величина коефіцієнту апроксимації не опускалася нижче 0,5 та, відповідно, коефіцієнт кореляції не був нижчим за 0,7, що свідчить про наявність зв'язку між метеорологічними складовими водного балансу та висотою місцевості в усі місяці і сезони гідрологічного року.

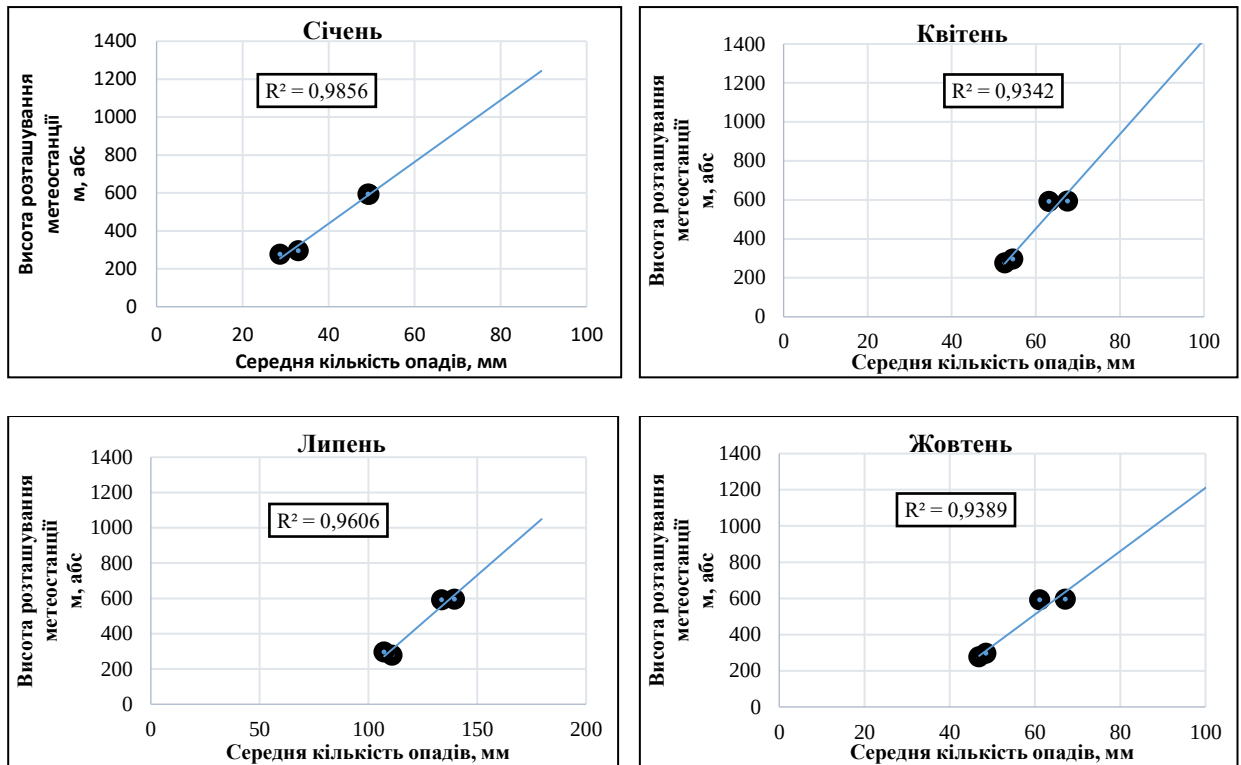


Рис. 4. Графіки зв'язку висоти розташування метеостанції до середньої кількості опадів за період 1956-2015 рр. для басейну р. Стрий – с. Верхнє Синевидне

Обчислення величини сумарного випаровування у роботі здійснювалося з використанням методу розрахунку за даними стандартних спостережень метеостанцій, який був запропонований А.Р. Константіновим і заснований на теорії турбулентної дифузії. Саме цей метод був використаний також М.Г. Галущенком у роботі [3] для обчислення водних балансів усіх річок басейну Дністра, станом на 1972 рік включно.

Для певного річкового басейну за кожен окремий місяць будувалися залежності температури повітря та його абсолютної вологості від висоти (рис. 5) найближчих метеорологічних станцій, у зоні впливу яких знаходиться даний річковий басейн. Далі, за даними про температуру (°C) та абсолютну вологість повітря (мБ), осередненими по басейну, було визначено середні місячні значення випаровування за спільний період спостережень (1956-2015 рр.). Для цього, відповідно до методу А.Р. Константінова, за довідковими таблицями було визначено поправки на інерційність і отримано значення сумарної величини випаровування.

Значення річного стоку води обчислювалася за даними 10 гідрологічних постів (рис.6), для яких були визначені середні багаторічні значення витрат води по місяцях та за гідрологічний рік. Витрати води, в свою чергу, переводились в шари стоку. Також за даними висотних зон обрахована середньозважена висота водозбору для гірських річок басейну.

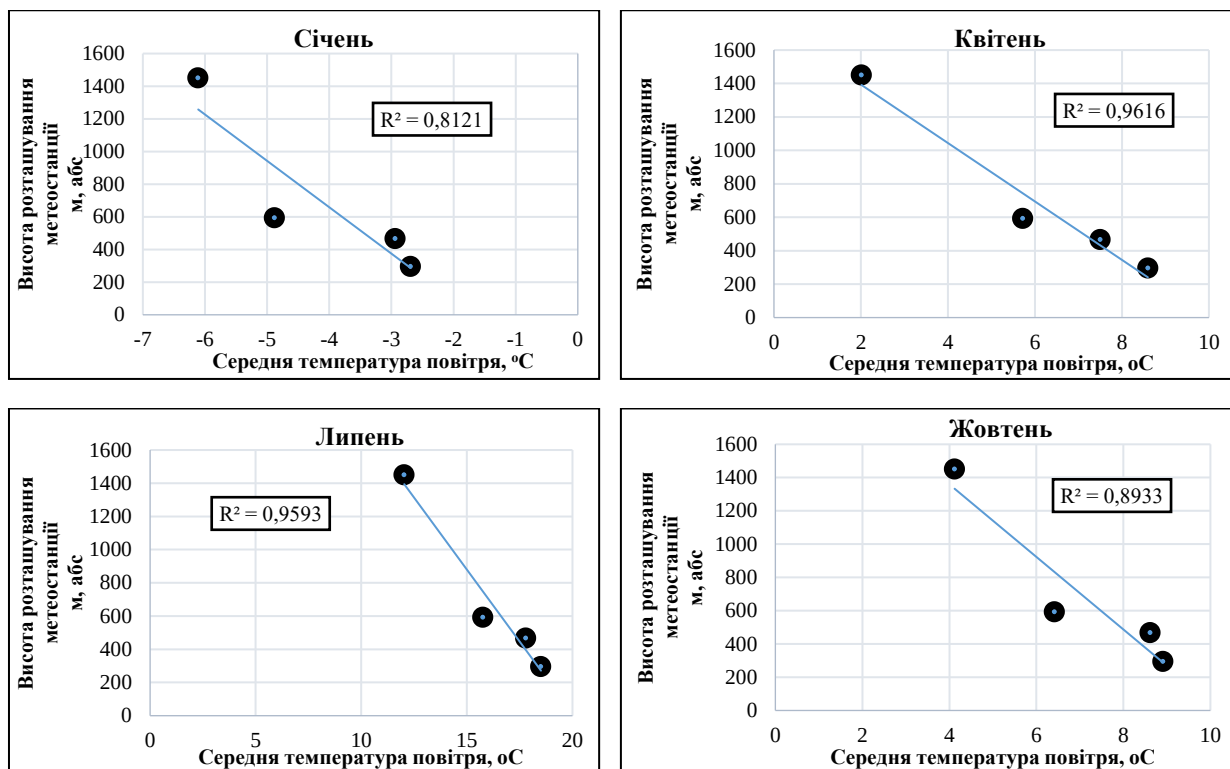


Рис. 5. Графіки зв'язку висоти розташування метеостанції до середньої температури повітря за період 1956-2015 рр. для р. Свіча – с. Зарічне

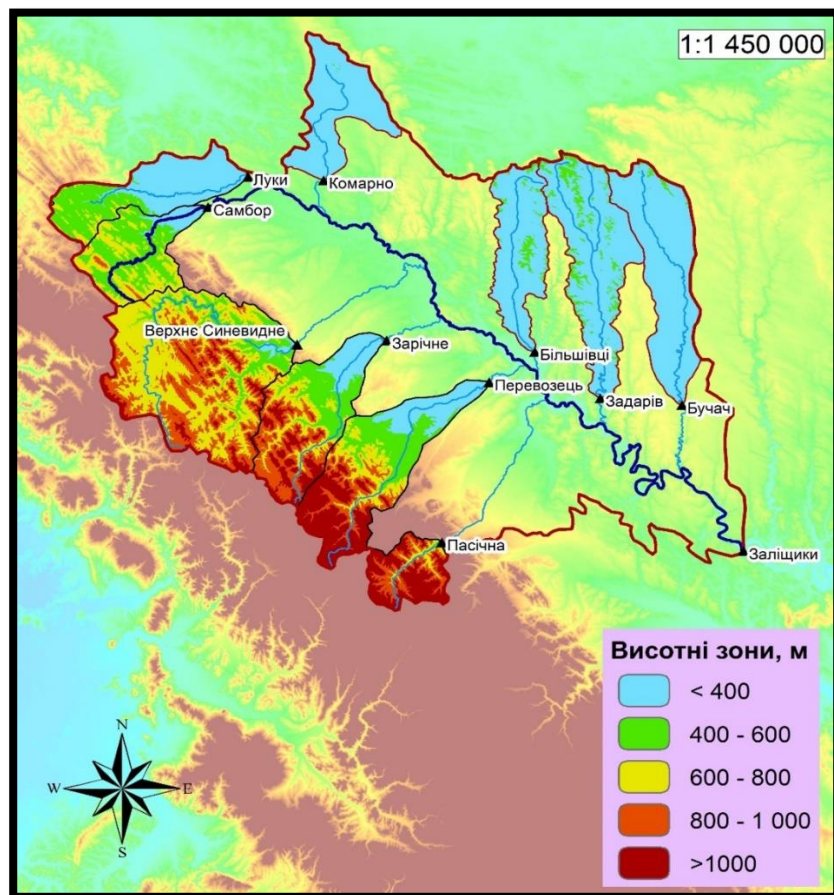


Рис. 6. Річкові басейни, для яких проведені водно-балансові розрахунки

Результати досліджень. З метою обчислення водного балансу басейнів річок Дністра до міста Заліщики розглядалися лише найбільші його притоки (рис. 6), оскільки такий підхід дозволяє, певною мірою, зменшити вплив місцевих факторів на результати розрахунків. Виключенням стала лише річка Бистриця, у випадку якої пости р. Бистриця Надвірнянська – с. Черніїв та р. Бистриця Солотвинська – м. Івано-Франківськ мають період спостережень з початком 1984 р., а після їх злиття гідрологічні пости взагалі відсутні. Для всіх решти гідрологічних постів із площами водозборів, близькими до 1000 км², водний баланс обчислено за формою табл. 3.

За період 1956-2015 рр. визначено середні багаторічні значення сум опадів (X , мм) по місяцях та за гідрологічний рік, розраховано шари стоку (Y , мм) для даних річкових басейнів, обраховано величини випаровування (Z , мм) та, відповідно до цього, отримано нев'язки водних балансів (μ , мм), які і характеризують точність їх обчислення. Результати обчислення складових водного балансу для періоду 1956-2015 рр. зведено в загальну таблицю 3.

Оцінюючи отримані результати можна виявити певні закономірності у структурі водного балансу басейнів річок Дністра. Для всіх гірських річок характерним є випадіння великої кількості опадів, в середньому близько 1027 мм на рік з високими показниками шарів стоку (516 мм/рік), які в окремих випадках перевищують величину випаровування (в середньому 492 мм/рік).

Рівнинні річки басейну Дністра до міста Залішки характеризуються меншими водними ресурсами. Тут випадає в середньому 637 мм опадів на рік, що на 37% менше ніж та ж характеристика в гірських басейнах. Випаровування рівнинних басейнів помітно вище ніж для гірських і становить 565 мм/рік (на 14% вище гірських). Відповідно до цього на стік води припадає значно менша частка опадів (180 мм/рік), що становить близько 35% від загального стоку води з гірських водозборів.

Серед річних сум опадів характерно виділяється басейн р. Бистриця-Надворнянська, де випадає найбільша кількість опадів, а саме 1258 мм на рік. Це на 18% вище ніж середня багаторічна кількість опадів для річок гірського району і пояснюється, в першу чергу, невеликою площею водозбору та його гірським розташуванням. Це єдиний гідрологічний пост, баланс якого можна порівняти з розрахунками М.І. Кирилюка [7], тобто за минулі 20 років опади зросли на 30 мм, помітно зросла величина стоку води на 70 мм та знизилася випаровування на 100 мм. При цьому, р. Бистриця має найбільші величини стоку води серед всіх річок (692 мм/рік) та найменше випаровування (435 мм/рік). Доволі близькі значення кількості опадів мають річки Стрий та Лімниця з 1125 та 1014 мм відповідно. Найменший стік води серед досліджуваних річок спостерігається в басейні Гнилої Липи та Стрипи – всього 165 та 166 мм/рік відповідно для кожного.

У внутрішньорічному розподілі складових водного балансу теж можна виявити певні особливості та закономірності. З впевненістю можна відмітити, що найбільші показники опадів для досліджуваних річок зафіксовані в теплі місяці року, в більшості випадків – це травень-серпень. Також у більшості випадків в ці місяці фіксуються й найбільші середньомісячні показники стоку води та випаровування, інколи зі зміщенням на один місяць.

Максимальне середньомісячне значення опадів зафіксоване в липні в басейні р. Бистриця-Надворнянська – пост Пасічне. Тут опади досягають 163 мм/міс. Максимальний шар стоку води зафіксований на тій же річці в квітні і становить 107 мм/міс. Найбільше середньомісячне випаровування фіксується на рівнинних річках в червні місяці і сягає 87,5 мм/міс.

Таблиця 3. Багаторічні характеристики водного балансу басейнів річок Дністра до міста Запідки 1956-2015рр.

Річка – Гідрологічний пост	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	За рік
р. Дністер - Самбір	X, мм	59,7	73,4	47,0	50,0	55,4	63,7	98,2	121,6	133,2	101,3	94,3	960
	У, мм	24,4	27,7	26,2	29,5	53,8	56,6	41,5	47,6	45,9	28,6	29,1	436
	Z, мм	31,5	6,0	6,0	8,0	37,5	56,5	75,0	86,0	71,5	60,5	41,0	514
	μ, мм	3,9	39,7	14,8	12,5	-36,0	-49,4	-18,3	-12,0	15,8	12,2	24,2	10
р. Стрв'яз - Луки	X, мм	49,1	55,9	38,3	41,4	45,6	56,5	87,6	107,0	117,6	89,8	79,5	815
	У, мм	19,4	21,2	20,0	26,7	46,2	44,6	30,2	31,6	30,8	22,0	20,9	332
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	10,0	43,0	59,5	79,0	89,5	80,0	65,0	42,0	551
	μ, мм	-4,8	28,7	12,3	4,7	-43,6	-47,6	-21,6	-14,1	6,7	2,8	16,6	-67
р. Стрий - Верхнє Синеvidне	X, мм	74,2	98,6	59,3	62,1	68,3	71,7	106,2	134,1	151,2	111,6	114,4	1125
	У, мм	36,2	35,9	26,1	32,0	69,6	92,2	54,2	53,3	52,1	36,3	34,4	554
	Z, мм	29,0	8,0	2,0	6,0	37,5	51,0	71,5	83,5	62,5	33,5	32,0	445
	μ, мм	9,0	54,7	31,2	24,1	-38,8	-71,5	-19,5	-2,7	36,6	41,8	48,0	126
р. Свіча - Зарічне	X, мм	55,2	54,2	68,1	65,8	70,4	71,4	98,7	117,2	110,7	153,2	70,5	992
	У, мм	36,2	34,2	27,7	31,6	60,4	93,0	72,4	72,7	69,0	47,8	41,8	620
	Z, мм	30,0	10,0	6,0	6,0	37,5	53,5	75,0	86,0	72,0	60,0	37,0	506
	μ, мм	-11,1	10,0	34,4	28,2	-27,6	-75,1	-48,6	-41,4	-30,3	45,4	-8,3	-134
р. Лімниця - Перевозець	X, мм	63,4	62,1	46,9	51,6	63,6	74,3	113,0	137,1	142,3	107,3	86,5	1014
	У, мм	24,3	21,2	16,0	18,4	36,0	67,6	67,9	62,8	56,3	37,9	32,2	464
	Z, мм	30,0	8,0	6,0	6,0	37,5	53,5	75,0	86,0	72,0	60,0	37,0	502
	μ, мм	9,0	32,9	24,8	27,1	-9,9	-46,8	-29,9	-11,7	14,0	9,4	17,3	48

Продовження табл. 3

р. Бистриця-Надворнянська - Пасічна	X, мм	87,7	85,2	64,7	64,7	64,7	90,5	94,1	132,9	162,4	163,0	121,7	104,0	87,1	1258
	У, мм	37,7	32,1	22,8	25,4	53,1	107,7	101,9	83,2	80,5	59,3	49,4	38,4	692	
	Z, мм	27,5	8,0	2,0	6,0	34,5	47,5	67,5	81,0	57,0	45,5	31,5	26,5	435	
	μ, мм	22,4	45,1	39,9	33,3	2,9	-61,2	-36,6	-1,8	25,5	17,0	23,1	22,1	132	
р. Верещиця - Комарно	X, мм	47,3	51,7	42,8	43,8	43,2	51,5	81,0	91,4	99,3	77,3	61,5	48,7	740	
	У, мм	12,7	13,1	12,07	14,0	18,7	18,0	14,3	19,2	17,2	15,0	20,1	16,7	191	
	Z, мм	34,5	6	6	8	43	59,5	77,5	87,5	80,5	69,5	46	37,5	555	
	μ, мм	24,7	21,7	-18,5	-26	-10,8	-15,3	1,6	-7,3	-4,6	-5,5	0,1	32,6	-7	
р. Гнила Липа - Більшівці	X, мм	37,7	40,1	32,7	35,0	35,9	44,8	72,3	85,6	85,7	72,4	56,0	39,6	638	
	У, мм	10,5	11,3	11,9	14,5	20,8	19,6	13,9	15,4	14,0	11,7	10,4	10,7	165	
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560	
	μ, мм	-7,3	22,8	14,7	12,5	-27,9	-34,9	-21,1	-17,2	-9,3	-8,8	-1,4	-8,6	-86	
р. Золота Липа - Задарів	X, мм	37,8	40,5	33,0	35,7	36,0	43,5	70,3	84,0	82,9	70,8	56,0	39,1	630	
	У, мм	13,0	13,7	13,9	14,9	20,7	21,4	18,0	18,4	17,9	16,2	15,8	15,3	199	
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560	
	μ, мм	-9,7	20,9	13,1	12,8	-27,7	-37,9	-27,2	-21,9	-16,0	-15,0	-6,8	-13,8	-129	
р. Стрипа - Бучач	X, мм	37,9	40,0	32,8	35,3	35,4	43,4	70,0	83,6	85,0	69,7	55,7	37,8	627	
	У, мм	10,5	10,5	10,9	11,9	20,4	22,7	14,2	14,1	13,0	12,7	12,5	12,2	166	
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560	
	μ, мм	-7,1	23,5	16,0	15,4	-28,0	-39,3	-23,8	-18,0	-9,0	-12,5	-3,8	-11,8	-99	

Примітка: X – Середня кількість опадів, мм
 У – Середній шар стоку, мм
 Z – Випаровування, мм
 μ – Нев'язка водного балансу, мм

Щодо нев'язок у розрахунках водного балансу, то їх найбільші значення спостерігаються у водному балансу басейну Свічі - 134 мм (13% від опадів) та Золотої Липи - 129 мм (20% від опадів). Оскільки допустимі межі становлять 20-30% від кількості опадів, то можна стверджувати про надійність розрахованих рівнянь водного балансу.

Цікаво відмітити, що найменша нев'язка обчислено для р. Дністер –Самбір та р.Верещиця - Комарно і становить всього 10 та 7 мм відповідно від загальної кількості опадів. Це становить всього 1% похибки розрахунку.

Для оцінювання кількісного співвідношення між складовими водного балансу була розраховані коефіцієнти стоку води та посушливості (табл. 4).

Таблиця 4. Характеристики водного балансу річок Дністра до міста Заліщики

Річка – гідрологічний пост	Коефіцієнт стоку води	Коефіцієнт посушливості	Середня багаторічна температура повітря, °C
р.Дністер – Самбір	0,45	0,54	3,38
р.Стрвяж – Луки	0,41	0,68	4,89
р. Стрий - Верхнє Синевидне	0,49	0,40	1,87
р. Свіча – Зарічне	0,62	0,51	3,32
р.Лімниця – Перевозець	0,46	0,49	3,35
р.Бистриця-Надворн. – Пасічна	0,55	0,35	1,25
р.Верещиця – Комарно	0,26	0,75	5,37
р.Гнила Липа – Більшівці	0,26	0,88	5,45
р.Золота Липа – Задарів	0,32	0,89	5,43
р.Стрипа – Бучач	0,26	0,89	5,36

Показники коефіцієнтів стоку води та посушливості характеризують частку стоку та випаровування в структурі водного балансу. В сумі ці коефіцієнти мають складати одиницю. Але на практиці такого майже ніколи не буде, оскільки завжди присутня нев'язка водного балансу. Аналізуючи табл.4 можна сказати, що в багаторічному розрізі, для 3-х басейнів Дністра стік води перевищує випаровування в середньому на 25% (р. Стрий, р. Свіча, р. Бистриця-Надвірнянська). Решта річок характеризуються перевищенням показників коефіцієнту посушливості над коефіцієнтом стоку води. Для гірських річок таке перевищення становить в середньому 17%, а для рівнинних - 68 %.

Для температурного режиму, який є головним фактором розподілу витратної частини водного балансу, характерна чітко виражена висотна поясність. Найнижча середня багаторічна температура повітря спостерігається в гірських водозборах річок Стрия та Бистриці-Надвірнянської, в середньому 1-2°C. Найвищі середні показники температури зафіксовані на лівих притоках Дністра (Верещиця, Гнила Липа, Золота Липа, Стрипа) і становлять 5-6°C.

В загальному випадку для гірських річок (Стрвяж, Стрий, Свіча, Лімниця та Бистриця-Надвірнянська) басейну Дністра до міста Заліщики характерним є випадіння великої кількості опадів, з яких переважна частка йде на річковий стік з даних басейнів. Випаровування невелике, що також підтверджується низькими середніми багаторічними температурами в басейнах.

Для рівнини спостерігається зворотна ситуація: значно нижча кількість опадів і переважання частки випаровування в структурі балансу. Середні багаторічні температури повітря вищі, а стік доволі низький, порівнюючи з басейнами гірської частини водозбору.

Висновки. За отриманими результатами можна зробити такі висновки. В багаторічному балансі, для гірських річок Стрвяж, Стрий, Свіча, Лімниця та Бистриця-Надвірнянська характерним є випадіння значної кількості опадів, з яких більша частина йде на стік води з їх басейнів. (516 мм/рік). Випаровування порівняно невелике (в середньому 492 мм/рік), що також підтверджується низькими середніми багаторічними температурами в басейнах (від +1 до +4°C).

У басейнах рівнинних річок спостерігається зворотна ситуація, нижча кількість опадів (637 мм/рік) і переважання частки випаровування в структурі балансу (565 мм/рік). В декілька разів вища середня багаторічна температура повітря (+5 - +5,5 °C) і нижчий стік води (180 мм/рік).

У внутрішньорічному розподілі складових водного балансу теж можна виявити певні закономірності. Найбільша кількість опадів для всіх річок зафіксовані в теплі місяці року, в більшості випадків це травень-серпень, коли фіксуються і найбільші середньомісячні показники стоку та випаровування, інколи зі зміщенням на один місяць.

В загальному випадку водний баланс - це пряме відображення водного режиму та водних ресурсів території, які можна використовувати для забезпечення потреб населення та окремих галузей господарства. Тому, на нашу думку, досить актуальними є подальші водно-балансові дослідження даної території із залученням усіх гідрологічних постів, розташованих в межах досліджуваного водозбору.

Список літератури

1. Железняк И.А., Красовская Т.М. Ресурсы речного стока и водный баланс Украины и Молдавии. Труды УкрНИГМИ, 1966. Вып.64. с.94-136. 2. Онуфриенко Л. Г. Водные ресурсы и водный баланс вод Украины и Молдавии. Труды УкрНИГМИ, 1969. Вып.76. с.116-129. 3. Галущенко Н.Г. Водный баланс рек бассейна Днестра. Труды Украинского регионального научно-исследовательского института. Вып.153. М.: Гидрометеиздат, 1977. С.126-139. 4. 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. 5. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца. К.: Урожай, 1987. 304 с. 6. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. проф. Л. И. Сакали. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 366 с. 7. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.

Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики

Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

В статті наведені розрахунки водного балансу для 10 найбільших замикальних створів в басейні річки Дністер до міста Заліщики за даними 17 метеостанцій, що знаходяться в басейні та за його межами. Для зазначених пунктів спостережень зібрана гідрометеорологічна інформація по середньомісячному, середньорічному стоку води, атмосферних опадах, температурі та абсолютній вологості повітря. Всі ряди даних приведені до єдиного розрахункового періоду 1956 – 2015 рр.

Обчислення величини сумарного випаровування у роботі здійснювалося з використанням методу розрахунку за даними стандартних спостережень метеостанцій (метод А. Р. Константінова).

Для 10 замикальних створів в басейні річки Дністер до міста Заліщики визначено середні багаторічні значення сум опадів по місяцях та за гідрологічний рік. Розраховано шари стоку для даних річкових басейнів. Обраховано величини випаровування і, відповідно до цього, отримано нев'язки водних балансів. Всі нев'язки складових водного балансу входять в допустимі межі.

Проведена детальна оцінка та порівняння складових водного балансу, визначення їх особливостей та відмінностей. Додатково обчислено коефіцієнти стоку та посушливості для 10 розрахункових басейнів.

Ключові слова: водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, розподіл складових водного балансу, стік, посушливість.

Водный баланс бассейнов рек Днестра до города Залещики

Кожемякин Д.В., Черноморец Ю.А.

В статье наведены расчеты водного баланса для 10 крупнейших замыкающих створов в бассейне реки Днестр в город Залещики по данным 17 метеостанций, находящихся в бассейне и за его пределами. Для указанных пунктов наблюдений собрана гидрометеорологическая информация по среднему месячному, среднегодовому стокам воды, атмосферных осадках, температуре и абсолютной влажности воздуха. Все ряды данных приведены к единому расчетному периоду 1956 - 2015 гг.

Вычисление величины суммарного испарения в работе осуществлялось с использованием метода расчета по данным стандартных наблюдений метеостанций (метод А. Г. Константинова).

Для 10 замыкающих створов в бассейне реки Днестр до города Залещики определены средние многолетние значения сумм осадков по месяцам и за гидрологический год. Рассчитано стоки стока для данных речных бассейнов. Подсчитано величины испарения и, соответственно получено невязки водных балансов. Все невязки составляющих водного баланса входят в допустимые пределы.

Проведена детальная оценка и сравнение составляющих водного баланса, определены их особенности и различия. Дополнительно вычислено коэффициенты стока и засушливости для 10 расчетных бассейнов.

Ключевые слова: водный баланс, весовые коэффициенты, GIS программы, распределение составляющих водного баланса, сток, засушливость.

Water balance of the Dniester river basins to the city of Zalishchiki

Kozhemiakin D.V., Chornomorets Y.O.

This paper presents results of calculations of the water balance for the 10 streamgages in the Dniester river basin until Zalishchiki city. Studies were performed using the data from 17 meteorological stations located within the basin and outside. For these observation points, hydrometeorological data were collected: monthly and annual average runoff of water, amount of precipitation, temperature and absolute humidity of air. All data rows are brought to united calculation period from 1956 to 2015.

Determination of the weight coefficients of the plains river basins of the Vereshchiza, Gnilya Lypa, Zolota Lypa, Stripa were carried out by triangulation method. To divide the basin into triangles and to determine the impact of each meteorological station the ArcGIS software was used.

Within the basins of the mountain rivers Stryvyaz, Striy, Limniza, Svicha, Bystrytsa in the catchment of the river Dniester until Zalishchiki city were allocated 5 high-altitude zones: 200-400 m; 400-600 m; 600-800 m; 800-1000 m; > 1000 m. The influence of each high-altitude zone was determined using ArcGIS software. For each mountain basin correlation graphs of precipitation, temperature and humidity of air from the height of the meteorological station for all months were built. According to the data of high-altitude zones, the weighted average height of the catchment zone for the mountain rivers of the basin was calculated.

The calculation of the amount of total evaporation in the work was carried out using the method of calculation using the data of standard observations of meteorological stations (method Konstantinova).

The value of annual water runoff was obtained by transferring the water flow into the runoff layers.

For the 10 streamgages in the basin of the Dniester river until the Zalishchiki city, the values of the average amount of long-term precipitation for every month and for the hydrological year were determined. The runoff layers were calculated for river basins that are being studied. The values of evaporation were calculated and, according to that, unbalance of water balances was obtained. All unbalances of the components of the water balance are within the permissible limits.

A detailed assessment and comparison of the components of the water balance, their characteristics and differences were made. Additionally, runoff and aridity rates were calculated for 10 river basins that are being studied.

Key words: water balance, weight coefficients, GIS software, water balance components distribution, runoff, aridity.

Надійшла до редколегії 12.02.2018

УДК 556.53(477.52)

Данильченко О.С.

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка

ВПЛИВ ЗАБРУДНЕНИХ РІЧКОВИХ ВОД НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ (НА ПРИКЛАДІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Ключові слова: *індекс забруднення води, індекс трофо-сапробіологічних показників, затоплення, підтоплення, опісторхоз.*

Вступ. За даними експертів ВООЗ, здоров'я і довголіття людей на 60-80% визначається станом довкілля [9]. Активна господарська діяльність (розвиток промисловості, сільського господарства, нераціональне використання природних ресурсів, значне забруднення тощо) призводить до трансформації геосистем, зміни якості природних компонентів, що, як наслідок, створюють несприятливі екологічні умови, близькі до екологічної кризи, які негативно позначаються на стані здоров'я людини та захворюваності населення, що із збільшенням техногенного впливу зростає. Людина змінює природу, а потім змінена природа негативно впливає на саму людину. Дослідження медико-водно-екологічної ситуації, вивчення впливу забруднених річкових вод на формування загального стану здоров'я населення, а також виявлення взаємозв'язків і взаємозалежностей між ними є надзвичайно актуальним для будь-якого регіону і територія Сумської області не є виключенням.

Вихідні передумови. У Сумській області вода з поверхневих водних об'єктів для питних потреб не використовується, що унеможлиблює її прямий вплив на здоров'я людини. Але річкову воду використовують для промислових, сільськогосподарських потреб, зрошування присадибних ділянок і задоволення культурно-побутових потреб населення [2]. Людина купається в річковій воді, використовує її для побутових цілей, вживає в їжу овочі, які вирощувалися за допомогою зрошування, а також вживає рибу, яка зростає в річках і ставках, – саме так можна виявити вплив забруднених річкових вод на здоров'я людей.

Велика кількість полютантів у річковій воді може привести до різних захворювань. Наприклад, забруднення води та ґрунту нітратами може спричинитися до розладів кишково-шлункового тракту, серцево-судинної, дихальної системи, а пестицидами та мінеральними добривами – до туберкульозу, шлунково-кишкових і серцево-судинних захворювань, розвитку злоякісних новоутворень, аномалій новонароджених. Але такі припущення важко довести, тому виникла потреба у встановленні зв'язку між рівнем захворюваності населення Сумської області та якісною оцінкою річкових вод.

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Метою дослідження є виявлення впливу забруднених річкових вод Сумської області на здоров'я населення регіону. Для реалізації поставленої мети вирішувалися такі завдання: виявлення залежностей між показниками якісної оцінки річкових вод (індексу забруднення води (ІЗВ) та індексу трофо-сапробіологічних показників (ІТСП)) та показниками захворюваності населення, поширеності всіх видів хвороб населення; встановлення непрямих шляхів впливу забруднених річкових вод на

організм людини; виявлення залежностей між показниками затоплення та підтоплення території Сумської області та показниками захворюваності на опісторхоз.

Виклад основного матеріалу дослідження. За допомогою прийому парної кореляції здійснено розрахунки залежності захворюваності населення, поширеності всіх видів хвороб населення Сумської області, зокрема, інфекційних і паразитарних, від показників забрудненості річкової води: індексу забруднення води [4] та індексу трофо-сапробіологічних показників [3]. Їх співвідношення ілюструються графічними зображеннями (рис. 1).

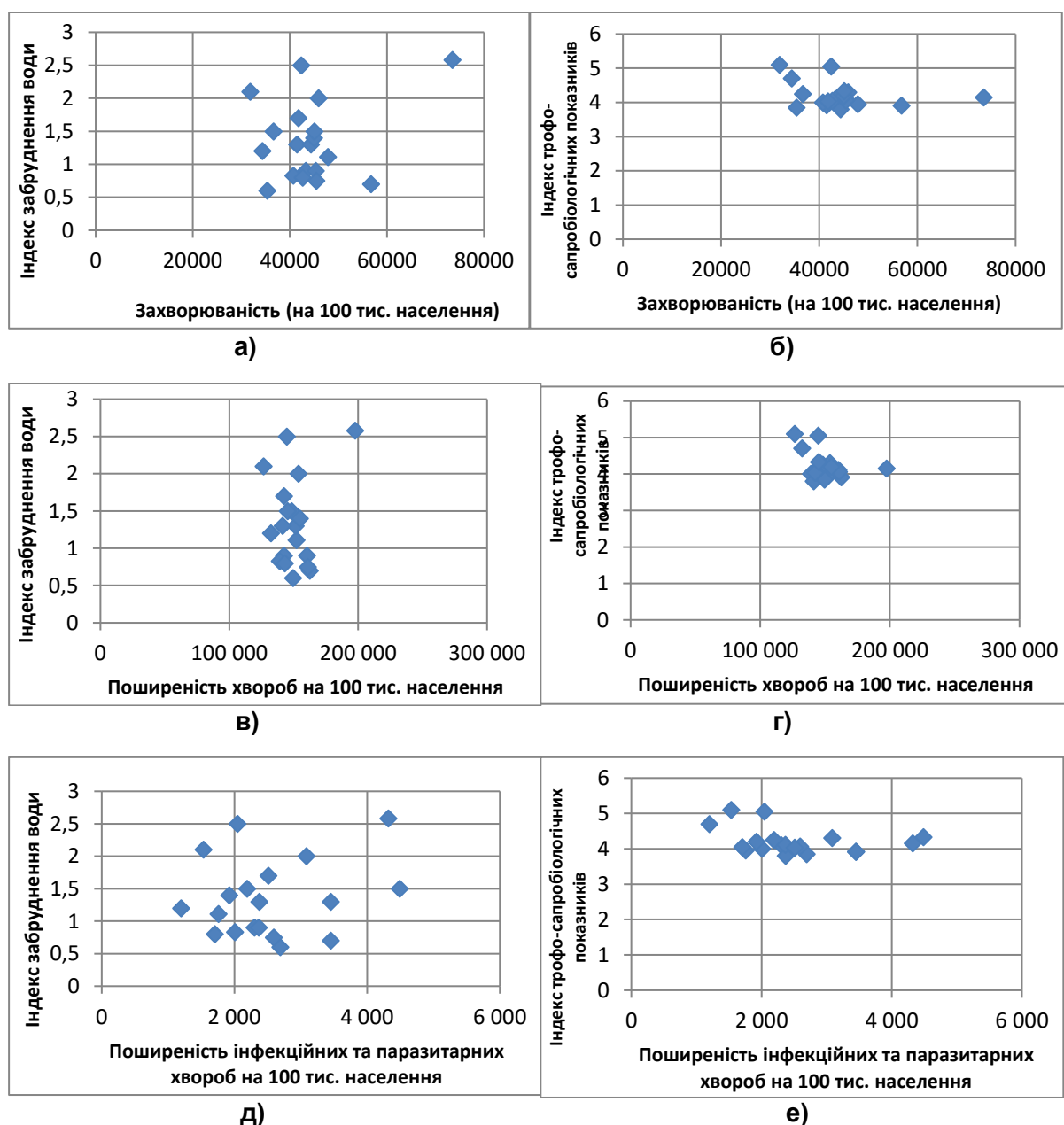


Рис. 1. Кореляційна залежність захворюваності та поширеності хвороб з розрахунку на 100 тис. населення Сумської області від показників забруднення річкової води: а) ІЗВ та захворюваності населення; б) ІТСП та захворюваності населення; в) ІЗВ та поширеності хвороб; г) ІТСП та поширеності хвороб; д) ІЗВ та поширеності інфекційних і паразитарних хвороб; е) ІТСП та поширеності інфекційних і паразитарних хвороб

Зв'язок між індексом забруднення води річок Сумської області та захворюваністю населення, поширеністю хвороб, зокрема, інфекційних і паразитарних, виражається коефіцієнтом кореляції, який становить 0,260, 0,191 та 0,204 відповідно. Це доводить, що взаємозалежність надзвичайно низька, зв'язок досить слабкий. Коефіцієнти кореляції залежності захворюваності населення, поширеності всіх видів хвороб, зокрема, інфекційних і паразитарних хвороб, населення Сумської області від індексу трофо-сапробіологічних показників узагалі мають негативні значення: -0,314, -0,358, -0,311 відповідно, які засвідчують, що зв'язку між даними показниками немає.

Таким чином, забруднення річкових вод Сумської області на захворюваність населення та поширеність хвороб практично не впливає, тому що вода з поверхневих водних об'єктів для питних потреб регіону не використовується, але існують інші шляхи впливу забруднених річкових вод на організм людини, наприклад, через річкову рибу. У річки регіону потрапляють збудники паразитарно-інфекційних хвороб через пориви каналізаційних колекторів, які проходять через річки, внаслідок затоплення та підтоплення присадибних і фермерських господарств, розташованих у заплавах річок, у межах водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, часто із порушенням усіх правил, майже до урізу води.

За даними Головного управління Держсанепідслужби у Сумській області для регіону надзвичайно актуальною є проблема захворюваності населення на опісторхоз, оскільки територію регіону визнано природним осередком цієї хвороби. В Україні, а саме в басейні Дніпра, знаходиться другий за розміром (після Об-Іртишського у Російській Федерації) ендемічний осередок опісторхозу. Хвороба реєструється у багатьох областях, але найбільша ураженість населення відзначається у Північно-Східному регіоні України: в Сумській (75%), Полтавській (15%) і Чернігівській областях (10–15%). Причина цьому – поєднання природних і антропогенних факторів. Особливість гідрографічної мережі, несприятливих природних процесів, підсилені діяльністю людини, таких як підтоплення та затоплення, забруднення нечистотами водойм, харчові звички населення (вживання сирої риби), забезпечують стійке функціонування осередку цієї інвазії. Цьому сприяє також існування численних біотопів проміжного хазяїна паразита, дослідження яких виявили: інвазованість котів у басейні Дніпра становить 32%, Десни – 19%. Зараженість церкаріями молюсків 0,3-15%, метацеркаріями риби родини карпових – від 3 до 18% [5].

Опісторхоз – це тяжкий гельмінтоз, який вражає печінку, підшлункову залозу та шлунково-кишковий тракт. Його збудником є паразит *Opisthorchis felinus*, відомий ще під назвою двуустки сибірською або котячою. Основними господарями опісторхи є людина, кішка, собака та інші рибоїдні тварини, від яких і відбувається зараження. Яйця паразита з калом потрапляють у воду. Перший проміжний хазяїн – прісноводні молюски (*Bithynia leachi*), другий – риби, переважно коропові. Захворювання виникає через споживання сирої, слабосоленої, в'яленої або недостатньо термічно обробленої зараженої риби, виловленої в річках та озерах області. Без лікування хвороба триває 10-20 років і більше, викликаючи тяжкі ускладнення: гострі запалення жовчних протоків, жовчного міхура, підшлункової залози, в окремих випадках може сприяти виникненню первинного раку печінки.

У Сумській області ареал опісторхозу було виявлено у 1953 р. на річці Ворскла з ураженістю населення до 61%. Згодом було зареєстровано інтенсивні осередки у районах річок Сули і Сейма, в яких інвазованість населення

коливалася від 2 до 18 %, а у деяких селах Кролевецького району – до 70–80 %. У 80-х роках ХХ століття опісторхоз було виявлено у 187 населених пунктах 16 районів Сумської області [10]. Протягом останніх 30 років завдяки заходам з оздоровлення осередків опісторхозу в області не реєструються населені пункти з гіперендемичним типом території (з ураженістю населення понад 40%); загальна ураженість населення області цим збудником знизилась у 4 рази, кількість дітей, хворих на опісторхоз, зменшилася в 5 разів [8]. Хронологічна динаміка захворюваності опісторхозом за 1984-2016 рр. ілюструє, що дана хвороба поширювалася хвилеподібно: максимально високий поріг захворюваності у 1984 р. змінився зниженням у 1986-2003 рр. потім новим зростанням рівня захворюваності у 2004-2010 рр., а з 2011 р. відзначається зниження показника (рис. 2).

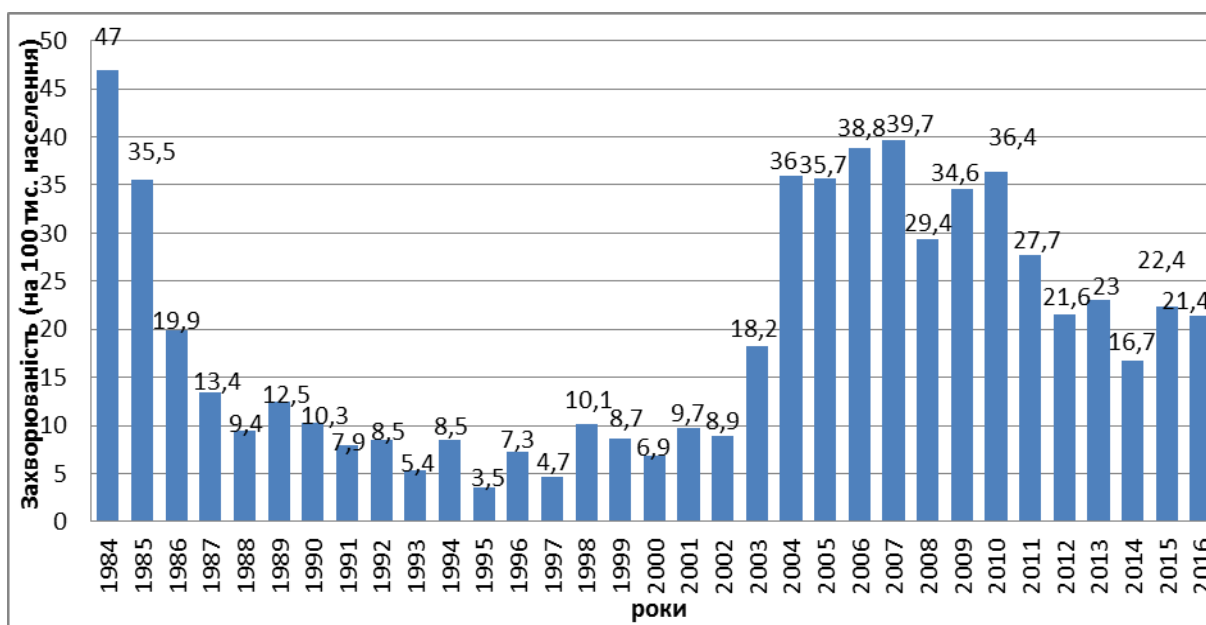


Рис. 2. Захворюваність опісторхозом у Сумській області за 1984-2016 роки (на 100 тис. населення)

Епідеміологічна ситуація з опісторхозу залишається складною: область є найбільш неблагополучною в Україні: за останні 5 років тут виявлено 62% усіх хворих на цю хворобу, зареєстрованих у державі. У зв'язку з високою вартістю лікування кількість зареєстрованих нелікованих пацієнтів збільшується і досягає 49% [7].

Про значний ризик зараження населення збудником опісторхозу свідчать результати лабораторних досліджень риби, проведених Головним управлінням Держсанепідслужби у Сумській області в осередках хвороби: ураженість риби личинками паразита за останні 3 роки складає від 2 до 4%, в т.ч. в'юн – 2%, краснопірка – 5%, плотва – 5%, підуст і густера – до 7%, язь – 20%, лящ – 25%. Для виявлення зв'язку необхідно прослідкувати шлях ураженості проміжних хазяїнів збудника хвороби. Результати дослідження молюсків у 2005 р. виявили ураженість 1,5% (3 із 200 досліджених). Загальна ураженість риби у цьому році склала приблизно 2% (11 із 528 досліджених риб). Найбільш ураженою виявилися плотва та краснопірка (майже 5%), також були уражені густера та язь – 3% та 20% відповідно. В'ялена та копчена риба виявилася чистою. Серед досліджених осередків найбільше уражені Середино-Будський, Буринський і Білопільський

райони. А от результати неповного гельмінтологічного розтину котів встановили їх ураженість на рівні 50% (18 із 36 досліджених). Контрольне обстеження населення з осередків на опісторхоз у 2005 р. виявило 8,66% хворих (27 хворих із 312 обстежених осіб). У Сумській області цього ж року було виявлено 434 хворих на опісторхоз, показник захворюваності склав 35,7 на 100 тис. населення. Найвищий рівень захворюваності був зафіксований у Шосткинському, Буринському, Середино-Будському районах та м. Шостці.

У 2007 р. ситуація не змінилася: найвищий рівень захворюваності знову був зафіксований у Шосткинському, Буринському, Середино-Будському районах та м. Шостці, де захворюваність на опісторхоз різко підвищилася з 146 до 247,9 випадків на 100 тис. населення (рис. 3). Показник захворюваності склав 39,7 на 100 тис. населення та є максимальним за останні роки.

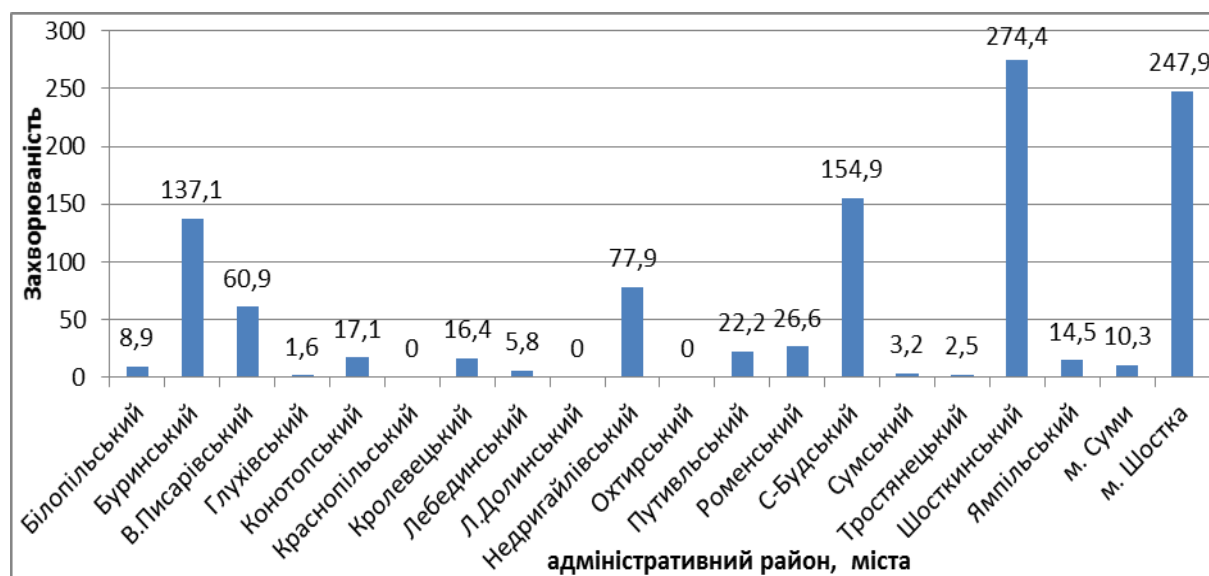


Рис. 3. Захворюваність на опісторхоз у розрізі адміністративних районів Сумської області (2007 р.) на 100 тис. населення

У 2010 р. на опісторхоз було обстежено понад 252 тис. осіб, виявлено 780 хворих, з них уперше виявлено 426 хворих опісторхозом, показник захворюваності склав 36,4 на 100 тис. населення. Опісторхоз зареєстрований у 132 населених пунктах області. 90% хворих виявлені у м. Шостка та 7 районах: Буринському, Середино-Будському, Шосткинському, Великописарівському, Кролевецькому, Недригайлівському, Роменському. Рівень захворюваності населення в м. Шостка та перших 3-х районах у 4-7 разів перевищує середньо обласний [7].

За звітною документацією Головного управління Держсанепідемслужби у Сумській області у 2013 р. рівень захворюваності населення області опісторхозом зріс порівняно з 2012 р. на 6,5%. Протягом 2013 р. на опісторхоз обстежено 184,6 тис. осіб, виявлено 454 інвазованих збудником опісторхозу, вперше виявлено 263 хворих. Показник захворюваності склав 23,0 на 100 тис. населення. Випадки опісторхозу зареєстровано в 130 населених пунктах, із них у 22 ураженість населення перевищує 3%. Станом на 1.01.2014 р. на диспансерному обліку перебуває 1342 хворих опісторхозом, у т. ч. 29 дітей Через високу вартість лікування проліковано лише 51 % хворих на опісторхоз.

У 2016 р. вперше виявлено 233 хворих опісторхозом, з них 14 дітей. Показник захворюваності складає 21,4 на 100 тис. населення (в Україні – 0,84). Найвищий рівень захворюваності був зафіксований у Шосткинському районі та м. Шостці, а також Буринському, Недригайлівському, Середино-Будському, Роменському районах, де захворюваність на опісторхоз складала 170,2, 71,8, 32,4, 24,0, 21,8 випадків на 100 тис. населення відповідно (рис. 4).

На початку 2011 року було розроблено план комплексних заходів щодо оздоровлення осередків опісторхозу на території Сумської області на 2011-2015 рр., який передбачає цілу низку заходів: очищення прибережних територій водойм і річок та ліквідація стихійних звалищ відходів, своєчасне вивезення нечистот із дворових вбиралень загального користування, будівництво (реконструкція) систем відведення дощового поверхневого стоку в межах міст, будівництво та реконструкція очисних споруд у містах Суми, Ромни, Буринь, Кролевець, Лебедин, Путивль, Середина-Буда, смт Недригайлів, створення та відновлення водоохоронних зон річок і водойм у межах міст і населених пунктів з комплексом гідротехнічних і санітарних заходів, а також постійний моніторинг за станом забруднення води поверхневих водойм [6].

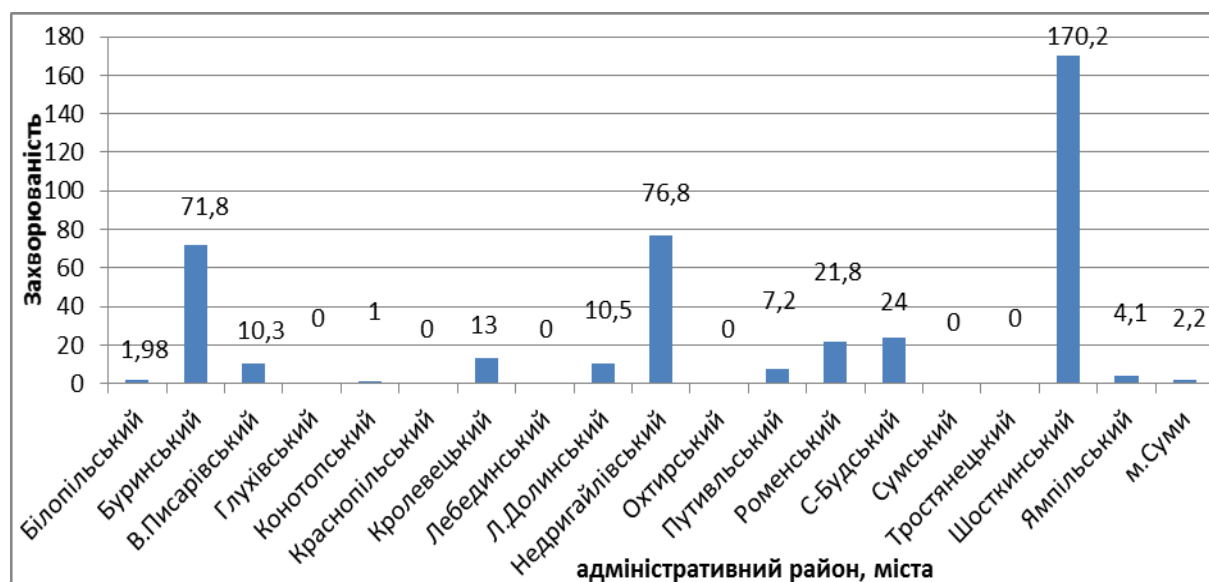


Рис. 4. Захворюваність на опісторхоз у розрізі адміністративних районів Сумської області (2016 р.) на 100 тис. населення

Отже, у Сумській області найбільше хворих на опісторхоз виявлено в населених пунктах, розташованих поблизу річок Ворскла, Десна, Сейм, Сула. При порівнянні географії даного захворювання з картосхемою поширення підтоплених і затоплених територій регіону (рис. 5) виявляється певна відповідність ареалів із максимальними показниками підтоплення території та високими показниками захворюваності на опісторхоз.

За даними Сумського обласного управління водних ресурсів у Сумській області налічується 4100 га підтоплених земель із глибиною залягання рівня ґрунтових вод менше 2,0 м у населених пунктах та менше 1,0 м за їх межами на орних землях. Усього у Сумській області підтоплення зазнають 66 сіл та 7 селищ міського типу, а також кілька міст. За наявними даними у сільській місцевості у зонах підтоплення перебувають приблизно 1850 будівель і 3960 присадибних ділянок. Найбільші масштаби підтоплення мають місце у Охтирському

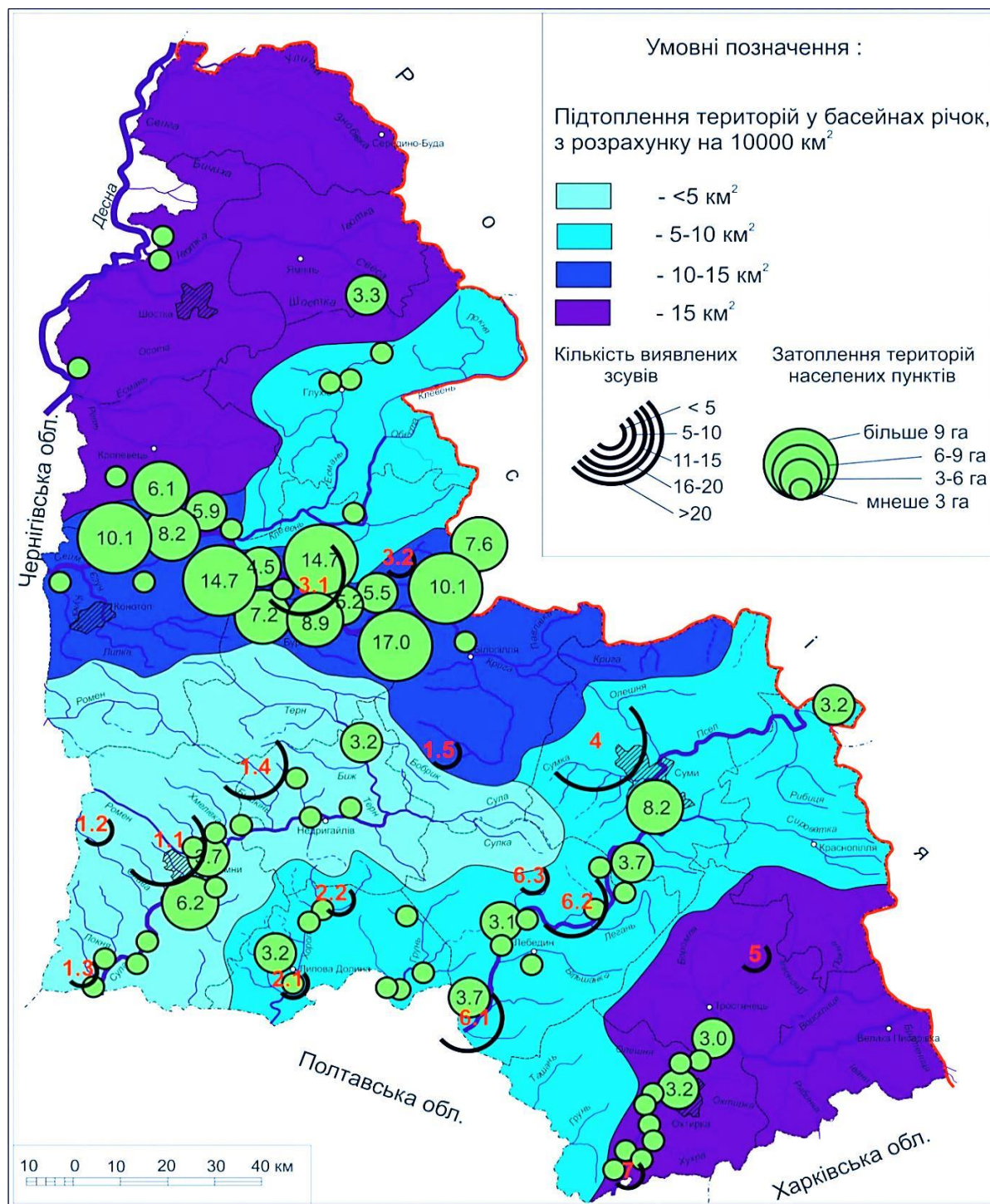


Рис. 5. Поширення підтоплених і затоплених територій Сумської області

(432 будівлі та 423 городи), Лебединському (232 та 261), Великописарівському (217 та 830), Середино-Будському (264 та 235), Шосткинському (230 та 149) і Кролевецькому (135 та 888) районах. Підтоплення зазнають також 1450 га орної землі. У розрізі басейнів річок складається така ситуація: басейн Десни – 16,81 км² підтоплених територій, Сейму – 6,39 км², Клевені – 1,31 км², Псла – 5,52 км², Сули – 1,25 км², Ворскли – 4,81 км². У розрахунку площі підтоплених територій басейнів річок на 10000 км² перші позиції посідають басейни річок Десни та Ворскли [1].

На території регіону до зони затоплення потрапляє 437,4 га, в розрізі басейнів: басейн Десни – 9,9 га, Сейму – 193,3 га, Клевені – 27,1 га, Псла – 56,7 га, Сули – 44,5

га, Ворскли – 15,9 га. Найбільші площі затоплення характерні для долини р. Сейм (рис. 5). При високих повенях у долинах названих річок відбувається затоплення окремих автошляхів, сільськогосподарських угідь, городів і житлових та господарських приміщень у населених пунктах. Часткового затоплення можуть зазнавати населені пункти в долинах малих річок – Терн, Боромля, Есмань (притока р. Клевень), Грунь та ін. Загалом у Сумській області шкідливої дії повеней зазнають 106 населених пунктів (сіл і міст), у яких частково затоплюються приблизно 500 садиб із житловими будинками. Загальна площа затоплюваних ділянок населених пунктів сягає 200-220 га.

Таким чином, виявляється певна відповідність ареалів із максимальними показниками підтоплення території (басейни рр. Десни та Ворскли) та високими показниками захворюваності на опісторхоз (Шосткинський район та м. Шостка, Середино-Будський, Кролевецький, Великописарівськ р-ни), а також із високими показниками затоплення території (басейн рр. Сейм та Сули) та високими показниками захворюваності на опісторхоз (Буринський, Недригайлівський, Роменський р-ни).

Опісторхоз – це не єдина хвороба, на яку може захворіти людина внаслідок забруднення водойм. Водним шляхом проходить ціла низка інфекційних хвороб, таких як: *малярія* (гостроту цій проблемі надає той факт, що 26% гідрооб'єктів області є анофелогенними, тобто в них наявні личинки малярійних комарів), *туляремія* (в недалекому минулому одна з найбільш поширених і особливо небезпечних інфекцій на території України, за симптомами схожа на нелетальну форму чуми, коли зараження людей може відбуватися при споживанні сирової води з невеликих водойм), *лептоспіроз* (гостра інфекційна хвороба, що характеризується гарячкою, ураженням нирок, печінки та центральної нервової системи, один із механізмів зараження – під час купання у зараженій водоймі) та ін. У Сумській області дані хвороби не мають широкого поширення, їм властиві окремі випадки.

Висновки. При встановленні впливу забруднених річкових вод на формування загального стану здоров'я населення було виявлено: 1) Прямого впливу показників забрудненості річкових вод на здоров'я населення регіону не встановлено. 2) Особливості гідрографічної мережі, несприятливі природні процеси, такі як підтоплення та затоплення, підсилені діяльністю людини, забруднення водойм нечистотами, сприяють поширенню такого важкого гельмінтозу, як опісторхоз, ендемічний осередок якого знаходиться на території області, через що впродовж останніх 5 років у регіоні виявлено 62% усіх хворих на це захворювання в країні. 3) Розглянута проблема гостра та актуальна для регіону, є результатом поєднання низки факторів як природних так і антропогенних та потребує подальшого дослідження та розкриття.

Список літератури

1. Данильченко О.С. Деякі несприятливі процеси, спричинені роботою річок та посилені діяльністю людини (на прикладі Сумської області). Наукові записки Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка. Географічні науки, 2016. Вип. 7. С. 35–39. 2. Данильченко О.С. Динаміка водокористування в Сумській області Наукові записки Сумського державного педагогічного університету ім. А.С.Макаренка. Географічні науки, 2014. Вип. 5. С. 90–98. 3. Данильченко О.С. Екологічна оцінка якості води річок Сумської області. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т. 4 (43). С. 82–88. 4. Данильченко О.С. Оцінка якості води річок Сумської області за індексом забрудненості води. Актуальні проблеми дослідження довкілля : VI Міжнар. наук. конф., 20-23 травня 2015 р. : зб. наук. праць. Суми, 2015. Т. 2. С. 8–12. 5. Опісторхоз в Україні / Т. М. Павліковська, К. І. Бодня, Л. В. Холтобіна [та ін.] // Сучасні інфекції, 2005. № 2. С. 4–6. 6. План комплексних заходів щодо оздоровлення осередків опісторхозу на території Сумської області на 2011-

2015 роки URL: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=244195261. 7. Чемич М. Д., Захлебасва В. В., Ільїна Н.І. Проблема опісторхозу в Сумській області. Вісник СумДУ. Серія «Медицина», 2012. № 1. С. 144–149. 8. Псарьов В.М., Шолохова С.Є., Даниленко Л.М. Санітарно-паразитологічна характеристика довкілля як показник ризику зараження паразитарними хворобами. Матеріали наради паразитологів України і тези доповідей. Рівне, 2007. С.157–170. 9. Сердюк А. М. Навколишнє середовище і здоров'я населення України. Довкілля та здоров'я, 1998. № 4 (7). С. 2–6. 10. Шолохова С.Є., Сніцарь А.О., Міроненко В. Б. Ситуація з опісторхозу в Сумській області та в Україні. Сучасні інфекції, 2004. № 4. С. 9–11.

Вплив забруднених річкових вод на здоров'я людини (на прикладі Сумської області)

Данильченко О.С.

Встановлено, що прямого впливу показників забрудненості річкових вод на здоров'я населення регіону не виявлено. З'ясовано, що особливості гідрографічної мережі, несприятливі природні процеси, такі як підтоплення та затоплення, підсилені діяльністю людини, забруднення водойм нечистотами, сприяють поширенню тяжкого гельмінтозу, як опісторхоз, ендемічний осередок якого знаходиться на території області, через що впродовж останніх 5 років у регіоні виявлено 62% усіх хворих на це захворювання в країні.

Ключові слова: індекс забруднення води, індекс трофо-сапробіологічних показників, затоплення, підтоплення, опісторхоз.

Влияние загрязненных речных вод на здоровье человека (на примере Сумской области)

Данильченко Е.С.

Установлено, что прямого влияния показателей загрязненности речных вод на здоровье населения региона не обнаружено. Выяснено, что особенности гидрографической сети, неблагоприятные природные процессы, такие как подтопления и наводнения, усиленные деятельностью человека, загрязнение водоемов нечистотами, способствуют распространению тяжелого гельминтоза, как описторхоз. Эндемический очаг которого находится на территории области, из-за чего за последние 5 лет в регионе выявлено 62% всех больных этим заболеванием в стране.

Ключевые слова: индекс загрязнения воды, индекс трофо-сапробиологических показателей, наводнение, подтопление, описторхоз.

Influence of polluted river water on human health (on the example of the Sumy region).

Danylchenko O.S.

The article examines the impact of polluted river water on public health (on the example of the Sumy region). It has been clarified with the help of pair correlation that the indicators of river water pollution (water pollution index and trophy-saprobological index) onto the incidence of the population, the prevalence of all types of diseases of the Sumy region population, in particular infectious and parasitosis, does not directly affect. The article describes indirect ways of the impact of contaminated river water on the human body, through the fish. Special attention is paid to such a disease as opisthorchiasis, the endemic focus of which is located on the territory of the region, because of which over the past 5 years 62% of all patients with this disease in the country have been identified in the region. The article deals with the path of affection of intermediate hosts by the causative agent of the disease, a detailed analysis of the situation on the incidence of opisthorchiasis in the Sumy region from 2005 to 2016.

It was found certain relationship between the areas with the maximum indices of flooding (raising the water table) of the territory (basins of the Desna and Vorskla rivers) and high incidence rates of opisthorchiasis (Shostkinsky district and city Shostka, Seredina-Budsky, Krolevetsky, Belopolsky districts) have been presented. It was also found some coincidence between the territories with high flooding indices (basins of the Seim and Sula rivers) and high incidence rates of opisthorchiasis (Lebedinsky, Nedrygailovsky, Romensky districts). It is established that the peculiarities of the hydrographic network, unfavorable natural processes such as raising the water table and flooding, intensified by human activities, contamination of reservoirs with sewage, promote the spread of such heavy helminthiasis as opisthorchiasis. In conclusion, the author says that the problem under consideration is acute and urgent for the region, is the result of a combination of a number of factors, both natural and anthropogenic, and requires further research and disclosure.

Key words: water contamination index, trophysaprobological index, flooding, raising the water table, opisthorchiasis.

Надійшла до редколегії 20.03.2018

УДК 581.526.323:282.243.7

Васенко О.Г., Верніченко Г.А., Верниченко-Цветков Д.Ю.

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем

ПОКАЗНИКИ ПІГМЕНТНОГО ФОНДУ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)

Ключові слова: фотосинтетичні пігменти; донні відклади; екологічний стан; Дунай.

Вступ. Дунай належить до річок дельтового типу. У нижній течії річка поділяється на чисельні рукава та протоки. Це дуже складна і динамічна плавнево-літоральна екологічна система. Українська ділянка дельти Дунаю має площу 1240 км² (біля 22%), решта належить Румунії [1].

Дельта Дунаю характеризується значним територіально-ландшафтним та біологічним різноманіттям. Враховуючи біосферне значення дельти Дунаю, з 1996 року під керівництвом *ICPDR* (Міжнародній комісії щодо захисту Дунаю), здійснюється міжнародна програма моніторингу якості поверхневих вод басейну (*TNMN*), головною метою якого є отримання екологічної інформації, необхідної для виробки придунайськими країнами узгоджених рішень, спрямованих на досягнення та збереження доброго екологічного статусу цієї річки [2–4]. В наш час інтенсивно ведуться дослідження з аналізу пріоритетності окремих показників функціонування екосистеми Дунаю і уніфікації методів оцінки екологічного статусу річки і окремих її ділянок [5–7]. Актуальність інформації щодо екологічної ситуації в дельті Дунаю зросла в останні роки у зв'язку з відновленням в 2004 році та експлуатацією глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай-Чорне море [1, 8].

Згідно Водній Рамковій Директиві ЄС (*WFD*) для об'єктивної оцінки «здоров'я» річки необхідний аналіз всіх основних компонентів екосистеми, в тому числі фітопланктону та фітобентосу [9]. Важливим біомаркером розвитку та функціональної активності фітопланктону є показник вмісту хлорофілу *a* в одиниці об'єму води, тому він з 1992 року включений до класифікації вод Дунаю [2]. Однак, не менш інформативними є показники вмісту рослинних пігментів у донних відкладах водних екосистем [10–15]. За їх допомогою визначають біомасу фітобентосу, ступінь евтрофування та ацидофікації поверхневих вод, продуктивність та екологічний стан водних об'єктів, вплив зміни клімату на стійкість водних екосистем та низку інших питань. На жаль, пігментний фонд донних відкладів вивчений переважно для озер, водосховищ та морів. Відомості щодо вмісту рослинних пігментів у донних відкладах водотоків поки що дуже обмежені. Вміст рослинних пігментів у донних відкладах пониззя Дунаю в межах України раніше не досліджувався, хоча вивченню розвитку та видовому складу фітобентосу цієї акваторії присвячено багато праць [6].

Метою цієї роботи є дослідження пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю, визначення закономірностей просторово-часової мінливості його характеристик та оцінка можливості використання пігментного фонду донних відкладів для біоіндикації екологічного стану гідроєкосистеми дельти Дунаю.

Матеріали та методи досліджень. Аналіз вмісту фотосинтетичних пігментів у фітопланктоні та у донних відкладах пониззя Дунаю проводився в 2007, 2008, 2010 та 2011 роках посезонно: навесні (квітень-травень), влітку (серпень-початок вересня) та восени (жовтень-листопад). Розташування пунктів відбору проб вказано на рис 1 та в табл. 1.

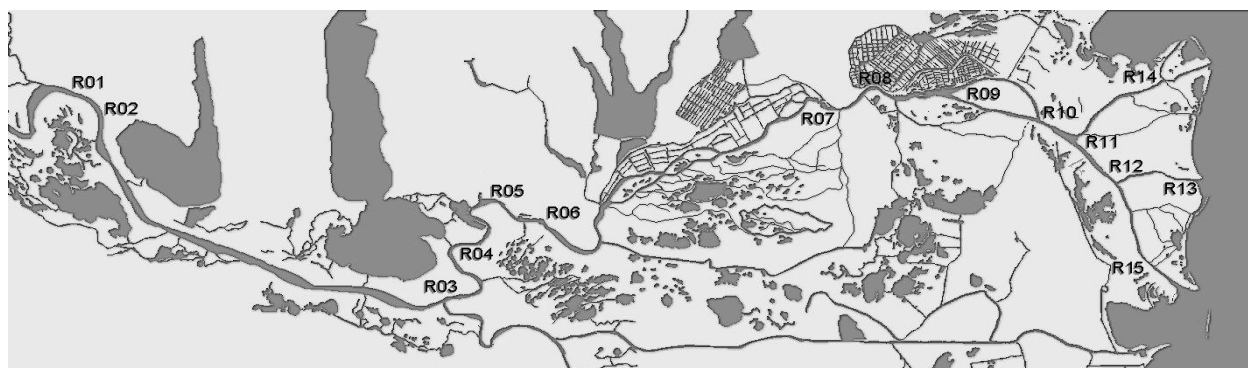


Рис. 1. Схема розташування відбору проб води та донних відкладів

Таблиця 1. Пункти відбору проб води та донних відкладів

Код	Назва, локалізація	Відстань до морського краю дельти
R01	Дунай, 2 км вище м. Рені	131-й км (71 миля)
R03	Дунай, Ізмаїльський Чатал, вище поділу на Тульчинський та Ізмаїльський рукави	116-й км
R06	Рукав Кілійський, 1 км нижче м. Ізмаїл	89-й км
R07	Рукав Кілійський, 4 км вище м. Кілія	49-й км
R09	Рукав Кілійський, 13 км нижче м. Кілія	32-й км
R10	Рукав Кілійський, 1 км вище м. Вілково	21-й км
R11	Рукав Очаківський, 2 км нижче м. Вілково	17-й км
R12	Рукав Старостамбульський, вище відгалуження рукава Бистрий	11-й км
R14	Рукав Очаківський, кінець поділу на два рукава	6-й км
R15	Рукав Старостамбульський	4-й км
R13/1	Рукав Бистрий	1-й км
R13/0	Рукав Бистрий, вихід в море	0-й км

Відбір проб води, фітопланктону та донних відкладів здійснювався згідно з існуючими методичними документами України [15] та з урахуванням рекомендаційних матеріалів ЄС [16]. Вміст рослинних пігментів фітопланктону визначали стандартним екстрактним спектрофотометричним методом [17], а у донних відкладах (шар 0 – 5 см) – за модифікованим методом Штойбінга [18]. Розрахунки вмісту пігментів у фітопланктоні і донних відкладах виконували за стандартним методом *UNESCO* [19] і за методом Лоренцена [19]. Відношення хлорофілу *a* та каротиноїдів оцінювали за індексом D_{480}/D_{665} . Оцінка екологічного стану пониззя Дунаю за вмістом пігментів у донних відкладах виконувалася на основі розрахунку коефіцієнта екологічної якості (*EQR*) [20]. Статистична обробка результатів досліджень проводилася за допомогою стандартних програм.

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що кількісні показники пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю коливаються в широких межах.

Так, вміст хлорофілу *a* змінювався від 0,081 до 79,070 мкг/г сухого ґрунту, складаючи у період досліджень в середньому по акваторії 6,251 мкг/г (табл.2). Як видно з даних, що наведено у табл. 2, найбільші значення цього показника спостерігалися в рукаві Бистрий (пункті R13/1), а найменші – у районі м. Кілія (пункти R07 і R09). Ці пункти суттєво відрізняються як за гідрологічними умовами, так і за типом ґрунтів.

Таблиця 2. Вміст фотосинтетичних пігментів у донних відкладах

Пункт (код)	Середньобагаторічний вміст хлорофілу в донних відкладах, мкг/г				Каротиноїди/хлорофіл (індекс D480/D665)	
	Хлорофіл а (метод UNESCO)		Хлорофіл з феопігментами (метод Лоренцена)			
	$\bar{X}$, мкг/г	% від середнього	$\bar{X}$, мкг/г	% від середнього	$\bar{X}$, од. ⁻¹	% від середнього
R01	4,486±2,963	71,8	17,326±8,028	122,7	1,723±0,367	105,2
R03	9,374±3,844	150,0	18,711±5,119	132,5	1,748±0,331	106,8
R06	5,255±2,357	84,1	13,715±1,478	97,1	1,429±0,297	87,3
R07	1,124±0,305	17,8	1,947±0,637	13,8	1,823±0,277	111,4
R09	2,742±1,451	43,9	5,949±1,567	42,1	1,736±0,245	106,0
R10	4,975±1,184	79,6	9,950±2,133	70,5	1,257±0,144	76,8
R11	2,361±0,817	37,8	5,490±1,410	38,9	1,458±0,148	89,1
R12	3,745±1,782	59,9	13,302±1,974	94,2	1,682±0,244	102,8
R13/1	18,367±7,000	293,8	30,065±10,95	212,9	1,494±0,311	91,2
R13/0	5,875±3,795	94,0	21,508±7,267	152,3	1,905±0,432	116,4
R14	7,579±3,256	121,2	14,410±2,180	102,0	1,933±0,564	118,1
R15	3,120±1,279	49,9	8,298±1,575	58,8	1,458±0,133	89,0
Середнє по акваторії	6,251	100,0	14,122	100,0	1,637	100,0

Відносно невисокі значення вмісту хлорофілу *a* в донних відкладах досліджених водних об'єктів обумовлені значною швидкістю течії, високою каламутністю та турбулентністю водних мас, що негативно впливає на розвиток фітопланктону і фітобентосу [6, 21]. Вміст хлорофілу в сумі з феопігментами змінюються у просторі подібно до вмісту «чистого» хлорофілу. При цьому середній рівень цього показника більш ніж у два рази вищий за рівень вмісту хлорофілу *a*, що вказує на незадовільні умови для розвитку альгоугруповань. Вміст продукту трансформації хлорофілу *a* – феопітину найбільшим був у рукаві Бистрий (в середньому 25,787 мкг/г), однак його частка у сумі з хлорофілом становила у середньому 56%; в той же час, у донних відкладах поблизу м. Кілії, при найменшій концентрації феопітину (1,296 мкг/г), його частка у сумі складала 71,5%.

Спостерігається різниця у середній концентрації пігментів у донних відкладах головного русла (Кілійський рукав) та рукавів: Старостамбульського, Бистрого та Очаківського. Так, середня концентрація хлорофілу *a* у руслі становила 4,331 мкг/г, а в рукавах – 7,737 мкг/г; сумарна концентрація хлорофілу *a* та феопігментів, відповідно, 14,727 мкг/г і 17,517 мкг/г. Це може бути пов'язано зі зниженням швидкості течії у рукавах.

Встановлено, що існують певні відмінності у ступені мінливості досліджених показників пігментного фонду донних відкладів (табл. 3). Найбільш динамічним виявився показник вмісту в донних відкладах хлорофілу *a*. Так, у квітні 2007 року в пункті R01 концентрація хлорофілу *a* в донних відкладах складала –2,647 мкг/г, в пункті R03 – 8,646 мкг/г. В квітні 2010 року, після високої повені, вміст хлорофілу *a* в

донних відкладів цих пунктів становив, відповідно, 0,256 мкг/г та 0,953 мкг/г. Найменш суттєво змінюються значення відносних характеристик, таких, наприклад, як відношення концентрації каротиноїдів до вмісту хлорофілу *a* або частка феофітину у сумі з хлорофілом. Так, середнє значення коефіцієнта варіації вмісту хлорофілу *a* в донних відкладах дослідженої акваторії складало 132,6 %; концентрації феофіментів – 80,6 %, а співвідношення концентрацій каротиноїдів і хлорофілу – 53,1 %.

Таблиця 3. Мінливість вмісту рослинних пігментів у донних відкладах

Пункт	Код	Діапазон змін		
		Хлорофіл <i>a</i> , мкг/г	Хлорофіл з феофіментами, мкг/г	Каротиноїди/хлорофіл (індекс D480/D665)
		Xmin – Xmax	Xmin – Xmax	Xmin – Xmax
Вище м. Рені	R01	0,081–41,971	1,132–60,708	1,000–4,125
Вище рук. Тульчинський	R03	0,158–49,849	0,515–61,592	0,880–3,750
Нижче м. Ізмаїл	R06	0,230–23,204	0,615–35,092	0,640–3,400
Вище м. Кілія	R07	0,738–2,818	1,081–4,014	1,100–3,364
Нижче м. Кілія	R09	0,307–8,005	1,365–10,533	1,161–2,500
Вище м. Вілково	R10	0,510–10,888	0,823–20,175	0,750–2,000
Нижче м. Вілково	R11	0,469–7,223	0,823–10,291	1,008–2,000
Вище рук. Бистрий	R12	0,136–16,510	0,926–19,820	0,917–2,800
Рук. Бистрий	R13/1	0,208–79,070	2,751–113,50	0,971–3,200
Рук. Бистрий	R13/0	0,520–15,660	1,133–21,508	0,949–1,567
Рук. Очаківський	R14	0,213–12,566	0,271–15,951	1,027–3,625
Рук. Старостамбульський	R15	0,665–8,342	2,161–10,806	0,918–1,958

Слід відзначити, що коефіцієнт варіації вмісту хлорофілу *a* в донних відкладах досліджених водних об'єктів був вищим, ніж у фітопланктоні в цих же пунктах (рис.2), тобто просторова варіабельність вмісту цього пігменту вища в донних відкладах, ніж у фітопланктоні [21]. Як свідчать літературні дані [11, 13], концентрація рослинних пігментів в донних відкладах суттєво змінюється в залежності від їх діагностичних ознак: гранулометричного складу, вмісту органічної речовини тощо. Зокрема, в донних відкладах пониззя Дунаю середньобогаторічні концентрації хлорофілу *a* становили в період досліджень: у промитих пісках $0,367 \pm 0,134$ мкг/г, у слабкозамулених пісках – $0,510 \pm 0,203$ мкг/г, у середньозамулених пісках – $1,802 \pm 0,549$ мкг/г, у сильнозамулених пісках – $5,259 \pm 0,896$ мкг/г, у мулах – $14,490 \pm 3,066$ мкг/г. Зростання вмісту пігментів у донних відкладах по мірі замулення пісків обумовлено, перш за все, посиленням адсорбційної здатності відкладів і локальними умовами седиментації.

Навіть в одному і тому ж пункті концентрація пігментів у донних відкладах правого та лівого берегів може відрізнятися. Наприклад, у пункті R01 у листопаді 2008 року концентрація хлорофілу *a* у донних відкладах (мули) правого берега складала 9,874 мкг/г, у донних відкладах (слабкозамулені піски) на фарватері річки – 0,552 мкг/г; у донних відкладах (слабкозамулені піски) лівого берега – 0,671 мкг/г. Враховуючи це, порівняння показників пігментного фонду слід виконувати для однотипних донних відкладів. Наприклад, донні відклади вище м. Вілково та нижче міста представлені слабкозамуленими пісками, однак вміст хлорофілу *a* у цих пунктах відрізняється майже у два рази (табл.2), що може свідчити про антропогенний вплив.

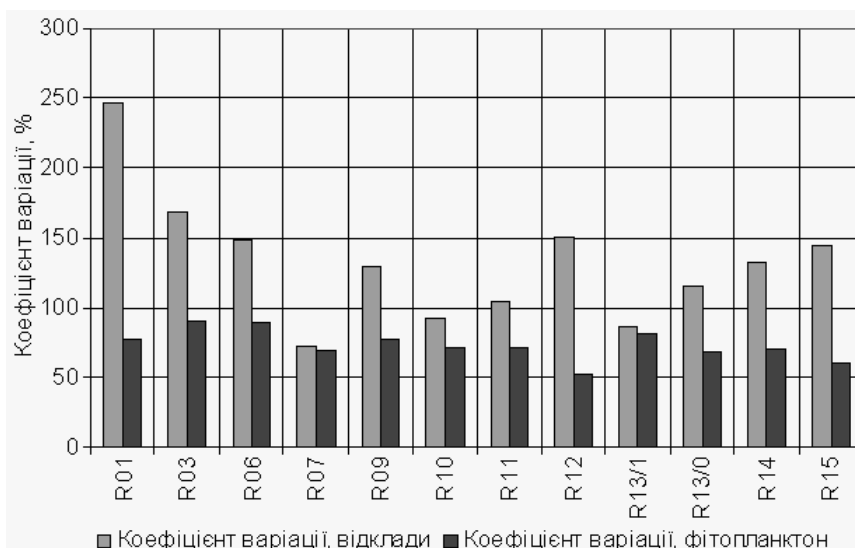


Рис. 2. Коефіцієнти варіації вмісту хлорофілу *a* у фітопланктоні та донних відкладах

Встановлено, що концентрація рослинних пігментів у донних відкладах пониззя Дунаю змінюється не тільки у просторі, але й у часі, що є результатом зміни гідрологічних і гідрометеорологічних умов та інтенсивності продукційних процесів. Незважаючи на мінливість показників вмісту пігментів у донних відкладах конкретних пунктів у різні періоди, аналіз результатів багаторічних досліджень дозволяє виявити певні закономірності в їх динаміці в залежності від року та вегетаційного сезону. Як правило, найбільш високі концентрації пігментів у донних відкладах спостерігаються у серпні-вересні, а найменші – у квітні-травні. Наприклад, концентрація хлорофілу *a* в донних відкладах (замулені піски) пункту R03 у квітні-травні становила в середньому в період досліджень 1,191 мкг/г, у вересні-серпні – 22,309 мкг/г, у жовтні-грудні – 8,170 мкг/г; сумарний вміст хлорофілу *a* з феофітином, відповідно, 2,881 мкг/г; 37,514 мкг/г і 10,460 мкг/г. Встановлено, що вміст пігментів у донних відкладах пониззя Дунаю залежить від водності року, у маловодні роки (або періоди) їх концентрація зростає. Наприклад, у середньому за водністю 2008 році вміст хлорофілу *a* становив у донних відкладах дослідженої акваторії в середньому 8,357 мкг/г, а в багатоводному 2010 році – 4,432 мкг/г.

Аналізуючи склад пігментного фонду пониззя Дунаю слід відзначити значний вміст феопігментів порівняно з концентрацією хлорофілу *a* (табл. 4), що не характерно для активно функціонуючих водоростей. Високий процент вмісту феопігментів у донних відкладах вказує на те, що основним джерелом їх пігментного фонду є осілий фітопланктон. Це узгоджується з літературними даними відносно невисоких значень біомаси фітобентосу пониззя Дунаю та значною часткою у донних альгоценозах алохтонних форм, які осаджуються з фітопланктону [6].

Привертає до себе увагу також високий вміст у пігментному комплексі донних відкладів дослідженої акваторії каротиноїдів. Це вказує на несприятливі умови для фотосинтезу альгоугруповань і більш високу швидкість деструкції хлорофілу *a* порівняно з каротиноїдами. Треба також відзначити, що вміст хлорофілу *a* у всіх пунктах перевищував концентрацію хлорофілів *b* і *c*, що характерно і для фітопланктону [21]. Встановлено, що відношення концентрацій Хл. *c* / Хл. *a* у донних відкладах багатьох пунктів дослідженої акваторії досягає значних величин (табл.4). Ймовірно, це пов'язано з високою концентрацією діатомових водоростей,

для яких є типовим високий вміст хлорофілу *c* у пігментному апараті клітин, а також із функціональним станом осілого фітопланктону.

При значній варіабельності абсолютних значень вмісту окремих пігментів у донних відкладах різних досліджених пунктів, відносні характеристики пігментного фонду, як видно з даних табл. 4, достатньо близькі. Це вказує на близькість видового складу як фітопланктону, так і фітобентосу цієї акваторії, що узгоджується з літературними даними [6, 22].

Таблиця 4. Характеристики складу пігментного фонду донних відкладів

Пункт (код)	Середньобаторічні рівні співвідношень вмісту пігментів у донних відкладах			
	Хлорофіл <i>b</i> / Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>c</i> / Хлорофіл <i>a</i>	Феопігменти / Хлорофіл <i>z</i> феопігментами	Каротиноїди / Хлорофіл (D480/D665)
R01	0,485	0,703	0,703	1,723
R03	0,400	0,619	0,647	1,748
R06	0,397	0,556	0,773	1,429
R07	0,612	0,857	0,715	1,823
R09	0,662	0,938	0,691	1,736
R10	0,383	0,391	0,666	1,257
R11	0,407	0,600	0,682	1,458
R12	0,603	0,988	0,511	1,682
R13/1	0,241	0,407	0,589	1,494
R13/0	0,614	0,839	0,535	1,905
R14	0,326	0,539	0,441	1,933
R15	0,506	0,665	0,543	1,458
<i>Середнє по акваторії</i>	<i>0,431</i>	<i>0,618</i>	<i>0,634</i>	<i>1,572</i>

Серед досліджених пунктів за співвідношенням вмісту хлорофілів у донних відкладах дещо виділяються пункти, які розташовані в районі м. Кілії та у рукаві Бистрий; а за відносним вмістом феопігментів у сумі з хлорофілом *a* – пункт у рукаві Очаківський. Слід відзначити, що відношення концентрації феопігментів до сумарної їх концентрації з хлорофілом у донних відкладах Кілійського рукава (основного русла) декілька вищі, ніж в інших (менших) рукавах, що може бути пов'язано зі зміною швидкості течії та більш сприятливими умовами для розвитку альгофлори в останніх. Що стосується співвідношення вмісту каротиноїдів та хлорофілу, то найменше його значення спостерігалось в донних відкладах у м. Вілково, а найбільше – в Очаківському рукаві. У цілому за характеристиками складу пігментного фонду можливо виділити район поблизу м. Кілії – внутрішньої дельти Кілійського рукава, у якому і вміст пігментів був найменший, а також пункт у рукаві Очаківський, донні відклади якого за літературними даними [23] характеризуються достатньо високими концентраціями забруднюючих речовин. У рукаві Бистрий (R13/1), незважаючи на високий вміст пігментів у донних відкладах, склад їх пігментного фонду суттєво не відрізняється (за винятком співвідношення вмісту хлорофілів) від середніх значень для дослідженої акваторії. Достатньо близькі характеристики як вмісту пігментів у донних відкладах пониззя Дунаю, так і їх складу, вказують на відсутність суттєвих відмінностей у екологічному стану цієї екосистеми. Про це свідчать також літературні дані щодо рівня забруднення донних відкладів дельти Дунаю токсичними речовинами [23], а також результати біоіндикації та біотестування [5, 22, 23].

Була виконана оцінка екологічного стану пониззя Дунаю за вмістом пігментів у донних відкладах на основі розрахунку коефіцієнта екологічної якості (*EQR*). Через відсутність ретроспективних даних щодо пігментного фонду досліджених водних об'єктів та неможливості встановлення еталонних значень, у якості основи була використана класифікація поверхневих вод за вмістом хлорофілу *a* у донних відкладах, що наведена у роботі [24]. Згідно вказаній класифікації прийняті наступні градації екологічного стану поверхневих вод залежно від вмісту хлорофілу *a* в донних відкладах (табл. 5):

Таблиця 5. Способи оцінювання екологічного стану водних об'єктів за вмістом хлорофілу *a* у донних відкладах

Оцінка	Класи				
	I	II	III	IV	V
За класифікацією [24]	Вміст хлорофілу <i>a</i> , мкг/г				
	<5,0	5,1–10,0	10,1–20,0	20,1–50,0	>50,0
За <i>EQR</i> [25]	Відхилення від еталонних значень				
	1,0–0,83	0,82–0,62	0,61–0,41	0,40–0,20	<0,20

Враховуючи, що усереднена концентрація вмісту хлорофілу *a* у донних відкладах дослідженої акваторії становить 6,251 мкг/г, води пониззя Дунаю можуть бути віднесені за [20, 24] переважно до другого класу, тобто до вод, екологічний стан яких може бути охарактеризований як добрий, хоча в окремих пунктах та у певні періоди часу він буває суттєво порушеним. Особливо значні зміни спостерігаються при аварійному надходженні до вод Дунаю високотоксичних речовин, як це мало місце у 2000 році через аварію на одному з підприємств Румунії [26]. Оцінка екологічного стану досліджених вод в окремих пунктах з використанням *EQR* наведена у табл. 6.

Таблиця 6. Оцінка екологічного стану пониззя Дунаю за вмістом хлорофілу *a* в донних відкладах

Пункт	Код	Оцінка екологічного стану		
		<i>EQR</i>	Клас	Характеристика
Вище м. Рені	R01	0,895	I	Відмінний
Вище рук. Тульчинський	R03	0,534	III	Задовільний
Нижче м. Ізмаїл	R06	0,953	I	Відмінний
Вище м. Кілія	R07	0,224	IV	посередній
Нижче м. Кілія	R09	0,547	III	задовільний
Вище м. Вілково	R10	0,993	I	Відмінний
Нижче м. Вілково	R11	0,472	III	задовільний
Вище рук. Бистрий	R12	0,748	II	Добрий
Рук. Бистрий	R13/1	0,272	IV	посередній
Рук. Бистрий	R13/0	0,853	I	Відмінний
Рук. Очаківський	R14	0,661	II	Добрий
Рук. Старостамбульський	R15	0,622	II	Добрий

За літературними даними [6] таксономічний і еколого-морфологічний склад мікрофітобентосу пониззя Дунаю в порівнянні з 1958 роком не зазнав суттєвих змін. Біомаса водоростей здебільшого також реєструється на рівні 1958 року. Таким чином, за показниками фітобентосу пониззя Дунаю відповідають характеристикам другого класу, наведеним у *WFD* [9]. Ці спостереження були підтверджені в процесі

проведення міжнародної експедиції 2007 року [22]. Згідно літературним даним [23], за сапробіологічною оцінкою з використанням організмів фітобентосу води дельти Дунаю належать до β -мезосапробної зони, тобто характеризуються як чисті або слабо забруднені. Слід також відзначити, що результати біотестування токсичності донних відкладів вказаної акваторії з використанням у якості біотестів *Chironomus riparius* Meigen та *Daphnia magna* Straus свідчать про відсутність чітко вираженого токсичного ефекту [23].

Узгодженість альгологічних, токсикологічних та біохімічних даних дозволяє стверджувати, що усереднені показники пігментного фонду донних відкладів добре відображають екологічний стан досліджених вод. В той же час, значення екологічного коефіцієнту якості, розрахованого за показниками вмісту рослинних пігментів у донних відкладах конкретних пунктів, дають змогу виявити певні відмінності в екологічній ситуації, яка складається в окремих ділянках акваторії.

Висновки. Дослідження пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю, що були виконані посезонно на протязі 2007-2011 років, дозволяють зробити наступні висновки:

1. Вміст та склад рослинних пігментів донних відкладів відображає взаємозв'язок процесів утворення та деструкції органічної речовини у водній екосистемі. Існує значна варіабельність показників пігментного фонду донних відкладів дослідженої акваторії як у просторі, так і у часі. Коефіцієнт варіації вмісту хлорофілу *a* становив 132,6 %; концентрації феопігментів – 80,6 %, а співвідношення концентрацій каротиноїдів і хлорофілу – 53,1 %.

2. З огляду на суттєву мінливість вмісту рослинних пігментів у донних відкладах, найбільш об'єктивними даними, які дозволяють виявити певні закономірності у формуванні пігментного фонду поверхневих вод, слід вважати результати багаторічних досліджень.

3. Встановлено, що визначаючими чинниками формування пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю є тип відкладів, гідрологічний режим, гідрометеорологічні умови та інтенсивність продукційних процесів. Значна частка пігментного фонду донних відкладів цієї акваторії пов'язана з надходженням осілого фітопланктону. Характерним є високий вміст у донних відкладах феопігментів та каротиноїдів, що вказує на несприятливі умови для розвитку альгоугруповань.

4. Аналіз складу пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю свідчить про його певну однотипність, що свідчить про відсутність суттєвих розбіжностей у екологічному стані окремих ділянок акваторії.

5. Результати досліджень пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю свідчать про переважно добрий екологічний статус екосистеми, що узгоджується з матеріалами біоіндикації, виконаної за допомогою інших біологічних показників.

Список літератури

1. Берлинский Н.А. Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная / Н.А. Берлинский. – Одесса: Астропринт, 2012. – 252 с.
2. Water Quality in the Danube River Basin – 2006 /Ed. I. Liška. – ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River. – TNMN – Yearbook: Vienna, 2006 – 39 p.
3. Романенко В.Д. Концептуальные основы мониторинга биоразнообразия и биоресурсов водных объектов нижнего Дуная / В.Д. Романенко, С.А. Афанасьев, А.В. Ляшенко. А.Г. Васенко // Гидробиол. журн. – 2012. – Т.48. – №1. – С. 3–15.
4. Developments in water quality monitoring and management in large river catchments using the Danube River as an example / Chapman D.V. et al. // Environmental science and Police. – 2016. – 64. – P. 141–154.
5. Ляшенко А.В. Биоиндикация качества вод Килийской дельты Дуная по организмам макрофауны водных беспозвоночных / А.В. Ляшенко, Е.Е. Зорина-Сахарова // Гидробиол. журн. – 2012. – Т.48. – №4. – С. 45–66.
6. Оксийук О.П. Оценка экологического состояния водных объектов по

фитопланктону и фитобентосу (на примере украинского участка Дуная) / О.П. Оксик, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо // Гидробиол. журн. – 2009. – Т.45. – №2. – С. 3–12. **7.** The Ecological Status of European Rivers: Evaluation and Intercalibration of Assessment Methods / Edited by M.T. Furse et al. – Netherlands: Springer Science & Business Media, 2009. – 555 p. **8.** Гриценко А.В. Місце екологічного моніторингу у вирішенні проблем розвитку Придунав'я / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. – 2015. – Вип. 37. – С. 3–18. **9.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities, 22.12.2000. – L 327/1. – 118 p. **10.** Reuss N. Sediment pigments as biomarkers of environmental change / Nina Reuss. Ph.D. thesis. – Roskilde, Denmark: National Environmental Research Institute, 2005. – 33 p. **11.** Сигарева Л.Е. Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов. / Л.Е. Сигарева. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. – 217 с. **12.** Верниченко-Цветков Д.Ю. Фотосинтетические пигменты в донных отложениях Северского Донца (в границах Харьковской области) / Д.Ю. Верниченко-Цветков // Питання біоіндикації та екології. — Запоріжжя: Просвіта. – 2008. – Вип. 13. – №1. – С. 53–61. **13.** Анцупова Л.В. Пигменты донных отложений северо-западной части Черного моря / Л.В. Анцупова // Экологические проблемы Черного моря: Сб. науч. ст. – Одесса: ОЦНТЭИ. – 1999. – С. 54–57. **14.** Levinton J. S. Use of photosynthetic pigments in sediments as a tracer for sources and fates of macrophyte organic matter / Jeffrey S. Levinton, Michael McCartney. // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1991. – Vol. 78. – P. 87–96. **15.** Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. – Київ: ЛОГОС, 2006. – 408 с. **16.** WFD CIS Guidance Document No.7 Monitoring under the Water Framework Directive. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003 – 153 p. **17.** ГОСТ 17.1.04.02-90 Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a* – М.: Гос. Ком. СССР по охране природы, 1990. – 15 с. **18.** Верниченко-Цветков Д.Ю. Методика визначення вмісту пігментів водоростей у донних відкладеннях / Д.Ю. Верниченко-Цветков // Вісник ХСП Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес: наук. зб. ХСП. / Мат. II Міжнарод. науково-практ. конф. «Екологічна та техногенна безпека», Харків, 25-27 квітня 2002 р. – Харків. – 2002. – Вип. 1(2). – С. 13–21. **19.** Чербаджи И.И. Определение фотосинтетических пигментов / И.И. Чербаджи // Методы химического анализа в гидробиологии. – Владивосток, 1979. – С. 103–111. **20.** WFD CIS Guidance Document No. 13 Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. –Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003 – 47 p. **21.** Васенко А.Г. Анализ изменчивости структурных и функциональных показателей фитопланктона низовий Дуная и его дельты в пределах Украины / А. Г. Васенко, А. А. Верниченко, Д. Ю. Верниченко-Цветков и др. // Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. – 2015. – №19. – С. 35–48. **22.** Joint Danube Survey – 2. Final Scientific Report / Ed. I. Liška, F. Vagner, Ja. Slobodnik. Viena: ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, 2008. – 242 p. **23.** Комплексная характеристика донных отложений разнотипных водных объектов аванделты Килийского рукава Дуная / В.Д. Романенко, А.В. Ляшенко, С.А. Афанасьев и др. // Гидробиол. журн. – 2011. – Т.47. – №3. – С. 3–20. **24.** Swanson R. L. Preliminary Ecological Assessment of the Lower to Mid Hunter River Estuary 2015–16 / Swanson RL, Potts JD & Scanes P.R. – Sydney: Office of Environment and Heritage, 2017. – 47 p. **25.** European Communities WFD CIS Common Implementation Strategy for Water Framework Directive (2000/60/EC) River and Lakes – Typology, reference condition and classifications systems /Guidance document No. 10 Produced by Working group 2.3 REFCOND. – Luxembourg: Office for official publications of the EC, 2003. – 87 p. **26.** Килийская часть дельты Дуная весной 2000 г.: состояние экосистем и последствия техногенных катастроф в бассейне / под ред. Б.Г. Александрова, НАН У, Одесский филиал ИБЮМ. – Одесса. – 128 с.

References

1. Berlinskij N.A. Dinamika tehnogennogo vozdejstviya na prirodnye kompleksy ust'evoy oblasti Dunaya / N.A. Berlinskij. – Odessa: Astroprint, 2012. – 252 s. **2.** Water Quality in the Danube River
ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. № 1 (48)**

Basin – 2006 /Ed. I. Liška. – ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River. – TNMN – Yearbook: Vienna, 2006 – 39 p. **3.** Romanenko V.D. Konceptualnye osnovy monitoringa bioraznoobraziya i bioresursov vodnyh obektov nizhnego Dunaya / V.D. Romanenko, S.A. Afanasev, A.V. Lyashenko. A.G. Vasenko // *Gidrobiol. zhurn.* – 2012. – T.48.– №1. – S. 3–15. **4.** Developments in water quality monitoring and management in large river catchments using the Danube River as an example / Chapman D.V. et al. // *Environmental science and Police.* – 2016. – 64. – P. 141–154. **5.** Liashenko A.V. Bioindikaciia kachestva vod Kiliiskoi delty Dunaia po organizmam makrofauny vodnyh bespozvonochnyh / A.V. Liashenko, E.E. Zorina-Sakharova // *Gidrobiol. zhurn.* – 2012. – T.48.– №4. – S. 45–66. **6.** Oksiyuk O.P. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya vodnyh obiektov po fitoplanktonu i fitobentosu (na primere ukraïnskogo uchastka Dunaya) / O.P. Oksiyuk, O.A. Davydov, Yu.I. Karpezo // *Gidrobiol. zhurn.* – 2009. – T.45.– №2. – S. 3–12. **7.** The Ecological Status of European Rivers: Evaluation and Intercalibration of Assessment Methods / Edited by M.T. Furse et al. – Netherlands: Springer Science & Business Media, 2009. – 555 p. **8.** Hrytsenko A.V. Mistse ekolohitsnoho monitorinhu u vyrishenni problem rozvytku Prydunavia /A.V. Hrytsenko, O.G. Vasenko // *Problemy okhorony navkolyshnoho prirodnogo seredovisha ta ekologichnoyi bezpeki.* – 2015. – Vip. 37. – S. 3–18. **9.** Hrytsenko A.V. Mistse ekolohichnoho monitoryngu u vyrishenni problem rozvytku Pridunavia /A.V. Hrytsenko, O.G. Vasenko // *Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnogo seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky.* – 2015. – Vyp. 37. – S. 3–18. **10.** Reuss N. Sediment pigments as biomarkers of environmental change / Nina Reuss. Ph.D. thesis. – Roskilde, Denmark: National Environmental Research Institute, 2005. – 33 p. **11.** Sigareva L.E. Hlorofill v donnyh otlozheniyah volzhskih vodoemov. / L.E Sigareva. – M.: Tov-vo nauch. izd. KMK, 2012. – 217 s. **12.** Vernichenko-Cvetkov D.Yu. Fotosinteticheskie pigmenty v donnyh otlozheniyah Severskogo Donca (v granichakh Harkovskoy oblasti) / D.Yu. Vernichenko-Cvetkov // *Pitannya bioindikaciyi ta ekologiyi.* — Zaporizhzhya: Prosvita. – 2008. – Vip. 13. – №1. – S. 53–61. **13.** Ancupova L.V. Pigmenty donnyh otlozhenij severo-zapadnoj chasti Chernogo morya /L.V. Ancupova // *Ekologicheskije problemy Chernogo morya: Sb. nauch. st.– Odessa: OCNTel.* – 1999.– S. 54–57. **14.** Levinton J. S. Use of photosynthetic pigments in sediments as a tracer for sources and fates of macrophyte organic matter / Jeffrey S. Levinton, Michael McCartney. // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* – 1991. – Vol. 78. – P. 87–96. **15.** Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod / Za red. V.D. Romanenka. – Kyiv: LOHOS, 2006. – 408 s. **16.** WFD CIS Guidance Document No.7 Monitoring under the Water Framework Directive. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003 – 153 p. **17.** GOST 17.1.04.02-90 Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya hlorofilla a – M.: Gos. Kom. SSSR po ohrane prirody, 1990. – 15 s. **18.** Vernychenko-Tsvetkov D.Yu. Metodyka vyznachennia vmistu pihmentiv vodorostej u donnykh vidkladenniakh / D.Yu. Vernychenko-Tsvetkov // *Visnyk KhSP Ekolohiia, tekhnohenna bezpeka i sotsialnyi prohres: nauk. zb. KhSP. / Mat. II Mizhnarod. naukovoprakt. konf. «Ekolohichna ta tekhnohenna bezpeka», Kharkiv, 25-27 kvitnia 2002 r.– Kharkiv.* – 2002. – Vyp. 1(2). – S. 13–21. **19.** Cherbadzhi I.I. Opredelenie fotosinteticheskikh pigmentov / I.I. Cherbadzhi // *Metody himicheskogo analiza v gidrobiologii.* – Vladivostok, 1979. – S. 103–111. **20.** WFD CIS Guidance Document No. 13 Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. / Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels. –Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003 – 47 p. **21.** Vasenko A.G Analiz izmenchivosti strukturnykh i funktsionalnykh pokazatelej fitoplanktona nizovij Dunaya i ego delty v predelah Ukrainy / A. G. Vasenko, A. A. Vernichenko, D. Yu. Vernichenko-Cvetkov i dr. // *Visnyk Cherkas'koho universytetu. Seriya: Biolohichni nauky.* – 2015. – №19. – S. 35–48. **22.** Joint Danube Survey – 2. Final Scientific Report / Ed. I. Liška, F. Vagner, Ja. Slobodnik. Viena: ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, 2008. – 242 p. **23.** Kompleksnaya harakteristika donnyh otlozhenij raznotipnyh vodnyh obektov avandelty Kilijskogo rukava Dunaya / V.D Romanenko, A.V. Lyashenko, S.A. Afanasev i dr. // *Gidrobiol. zhurn.* – 2011. – T.47.– №3. – S. 3–20. **24.** Swanson R. L. Preliminary Ecological Assessment of the Lower to Mid Hunter River Estuary 2015–16 / Swanson RL, Potts JD & Scanes P.R. – Sydney: Office of Environment and Heritage, 2017. – 47 p. **25.** European Communities WFD CIS Common Implementation Strategy for Water Framework Directive (2000/60/EC) River and Lakes – Typology, reference condition and classifications systems /Guidance document No. ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 1 (48)**

10 Produced by Working group 2.3 REFCOND. – Luxembourg: Office for official publications of the EC, 2003. – 87p. 26. Kilijskaya chast delty Dunaya vesnoj 2000 g.: sostoyanie ekosistem i posledstviya tehnogennykh katastrof v bassejne / pod red. B.G. Aleksandrova, NAN U, Odesskij filial IBYuM. – Odessa. – 128 s.

Показники пігментного фонду донних відкладів пониззя Дунаю (в межах України)

Васенко О.Г., Верніченко Г.А., Верніченко-Цветков Д.Ю.

Досліджено просторово-часову мінливість показників фотосинтетичних пігментів у донних відкладах пониззя Дунаю. Виявлені основні чинники, що впливають на формування пігментного фонду донних відкладів. Встановлена відсутність суттєвих відмінностей у екологічному стані різних ділянок дослідженої акваторії.

Ключові слова: фотосинтетичні пігменти; донні відклади; екологічний стан; Дунай.

Показатели пигментного фонда донных отложений низовий Дуная (в границах Украины)

Васенко А.Г., Верниченко А.А., Верниченко-Цветков Д.Ю.

Исследована пространственно-временная изменчивость показателей фотосинтетических пигментов в донных отложениях низовий Дуная. Выявлены основные факторы, которые влияют на формирование пигментного фонда донных отложений. Установлено отсутствие существенных различий в экологическом состоянии разных участков исследованной акватории.

Ключевые слова: фотосинтетические пигменты; донные отложения; экологическое состояние; Дунай.

Indicators of the sediments pigment fund of lower reaches of Danube River (in the borders Ukraine)

Vasenko O.G., Vernichenko G.A., Vernychenko-Tsvetkov D.Yu.

The spatial and temporal variability of characteristics of the photosyntetic pigments, which contain in sediments in lower reaches of Danube River, is investigated. The main factors, which suggests on the sediments pigment fund formation is described. It was found, that in investigated water area the average concentration of the chlorophyll a in sediments (measured using the UNESCO method) was equal to 6.251 (varied from 0.081 to 79.070) $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry sediments. At the same time, summary concentration of the chlorophyll and pheopigments (measured using the Lorencen method) was equal to 14.122 (varied from 0.271 to 113.50) $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry sediments. It was noted, that the chlorophyll content depends on the type of sediments. In washed sands, its average concentration was equal to $0.367\pm0.134 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$; in weakly silted sands – 0.510 ± 0.203 ; in moderately silted sands – 1.802 ± 0.549 ; in heavily silted sands – 5.259 ± 0.896 ; in muddy sediments – $14.490\pm3.066 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. The ratio of optical densities of extracts on 480 and 665 nanometers (what considered as carotenoid / chlorophyll ratio) was equal to 1.637 (varied from 0.640 to 4.125). The variation coefficient of the chlorophyll a concentration was equal to 132.6%, pheopigments – to 80.6%, carotenoides / chlorophyll ratio – to 53.1%. Was established, that the average concentrations of pigments in sediments of the Danube delta straits, were higher, comparing to pigment concentrations in sediments of the main river bed. Taking into account the values of water turbidity, current, carotenoides / chlorophyll ratio and part of pheopigments in pigment fund of sediments, it was found, that the significant part of the pigments in sediments on this water area is connected with the sedimented phytoplankton. Basing on data of pigment fund of sediments, the ecological status of investigated water area mainly classified as a "good". Was not established any significant differences in ecological status of the various stations within the investigated water area.

Key words: photosynthetic pigments, sediments, ecological status, Danube River.

Надійшла до редколегії 10.03.2018

УДК 551.509.31+(551.507:629.783)

Заболоцька Т.М., Шпиг В.М.

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

СИНОПТИЧНІ УМОВИ УТВОРЕННЯ СТИХІЙНИХ ЯВИЩ ПОГОДИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ. ЧАСТИНА I

Ключові слова: блокування, відсічення улоговини, гальмівний рух, вторинний циклон.

Вступ. Кількісні критерії небезпечних явищ погоди весь час уточнюються. Наразі Настановою по службі прогнозів та попереджень до дуже сильних опадів відносять такі, коли їх кількість за 12 год і менше становить 50 мм [1]. Проте часто бувають випадки, коли за більш короткий термін та дещо з меншою кількістю випадають сильні зливи, що завдають значних економічних збитків. Тому останнім часом для кліматичного опису території почали досліджувати випадки з кількістю опадів 30 мм і більше та 50 мм і більше за 12 год [2].

На метеостанціях кількість опадів вимірюють кожні 6 годин, тому до синоптичних ситуацій з надзвичайно небезпечними явищами погоди віднесено випадки зі зливами, коли протягом 6-годинного інтервалу випадало ≥ 30 мм, снігопадами – ≥ 20 мм, буревіями зі швидкістю вітру ≥ 20 м/с. Упереджувати такі надзвичайно небезпечні явища погоди, що охоплюють територію декількох областей, а іноді й усю країну, за допомогою інструментальних методів (активні впливи на хмарні системи) сьогодні поки неможливо.

Такі випадки зумовлені своєрідною дією арктичної (I) та полярної (II) фронтальних систем. Вони були в минулому й будуть повторюватися в майбутньому. Тому головною **метою** стає визначення структури приземного й висотного баричних полів Північної півкулі та причин, що спонукають їх перебудову й створюють умови для стрімкого виникнення надзвичайно великих баричних і термічних градієнтів та інтенсифікації фронтальної діяльності над територією України.

Дана робота є першою із циклу публікацій авторів, що присвячені різносторонньому дослідженню зазначених вище небезпечних явищ, які можуть спостерігатися по всій території України або на значній її частині одночасно протягом 1-4 діб. Надалі за даними супутникових спостережень планується визначити особливості макро- та мезоструктури атмосферних фронтів (друга частина) та мікрофізичні характеристики хмарних систем, їх просторові та часові зміни (третя частина).

Матеріали та методика дослідження. За даними мережі метеорологічних станцій протягом 2012-2015 рр. було створено каталог випадків, коли на значній території країни фіксували сильні грози, опади, випадіння граду та буревії. Для кожного випадку було побудовано просторовий розподіл опадів, окреслено площу з максимальними відповідними показниками та визначено тривалість процесу. Надалі проводився аналіз приземного й висотного баричних полів за кожні 6 год з використанням приземних карт Північної півкулі, карт відносної топографії 500/1000

та абсолютної на поверхнях 500 гПа (як центра розташування повітряних мас по вертикалі в атмосфері) та 300 гПа (як характеристику енергетичного потенціалу). Для уточнення положення фронтів використано 15-ти хвилинні супутникові знімки поля хмарності. Усього проаналізовано 31 випадок.

Результати дослідження. Загалом синоптичні процеси, що призводили до виникнення небезпечних явищ, можна поділити на дві групи: а) блокування південної (іноді й центральної) частини висотної улоговини, що перетинає країну, її відсічення від замкнутого циклонального центру, звуження та утворення в її межах вторинного циклону на «загостреному» центрі хвилі фронтальних систем I або II (22 випадки). Такий стан висотного баричного поля зумовлено впливом на зміщення улоговини гребенів (або антициклонів) по обидві сторони від неї, які посилювалися й розповсюджувалися в меридіональному напрямі, б) гальмівний рух з ознаками стаціонарування фронтальних систем унаслідок взаємодії циклонального та антициклонального полів й збільшення на цій межі термічних та баричних градієнтів (8 випадків) та аномальне зміщення циклону (1 випадок). За першим типом тривалість процесів становила декілька днів, за другим – переважно в межах однієї доби.

Приклади блокування:

4-7 червня 2012 р. головний діючий центр – циклон (Zn) на півночі Скандинавії. Його улоговина ділиться на дві частини внаслідок впливу гребенів: з південного заходу (захід Середземного моря), півдня (Іран, Кавказ) та сходу (Казахстан, Західний Сибір). Усі гребені одночасно посилювалися й знаходилися в стадії стабілізації, найпотужніший – південний гребінь. Завдяки його розповсюдженню в північному напрямі на фронтальній системі II загострився центр хвилі, утворився фронт оклюзії (ФО), а в приземному полі сформувався нетривалий вторинний Zn.

Синоптичну ситуацію можна класифікувати як **блокувальний процес**, тому що на всю циклональну систему мав вплив ще й північний Az, тобто систему було заблоковано майже з усіх сторін. Це сприяло зближенню фронтальних систем I та II. На межі Zn-го й Az-го полів – висотна фронтальна зона (ВФЗ). Інтенсивність ВФЗ з часом зменшувалась. Градієнт γ протягом 4, 5 та 6-го червня був відповідно 4, 3, 4, 1,7 гп.м/100 км. Циклон почав заповнюватись: висота в центрі в ці дні становила 543, 540, 536 гПа. Безпосередньо дощі та зливи послідовно випадали на всій території, оскільки утворення осередків було інтенсивним. За 6 год випадало від 16 до 33 мм, а за 12 год від 21 до 39 мм.

9-12 липня 2012 р. улоговину потужного циклону з центром над Баренцевим морем було розділено на дві частини. Перша направлена в західно-південно-західному напрямі завдяки впливу гребеня зі сходу Атлантики та антициклону з південного заходу (Середземне море), друга – з півночі на південь із подальшим відхиленням на захід над Поволжям (унаслідок розвитку гребеня над Західним Казахстаном). На периферії обох улогівин сформувалися висотні вторинні циклони, які надалі було **заблоковано**: перший – посиленням західного гребеня та його розповсюдженням до Гренландського моря, в його системі утворився потужний замкнутий центр, другий – розвитком та зміщенням у північно-західному напрямі гребеня над Західним Казахстаном. Цю улоговину було відсічено від циклону. Її відкрита частина становила 200-250 км (рис. 1).

Усі вказані антициклональні баричні утворення одночасно тільки посилювалися, найінтенсивніше гребінь над Західним Казахстаном (за добу його висота в центрі збільшувалася на 4-5 гПа).

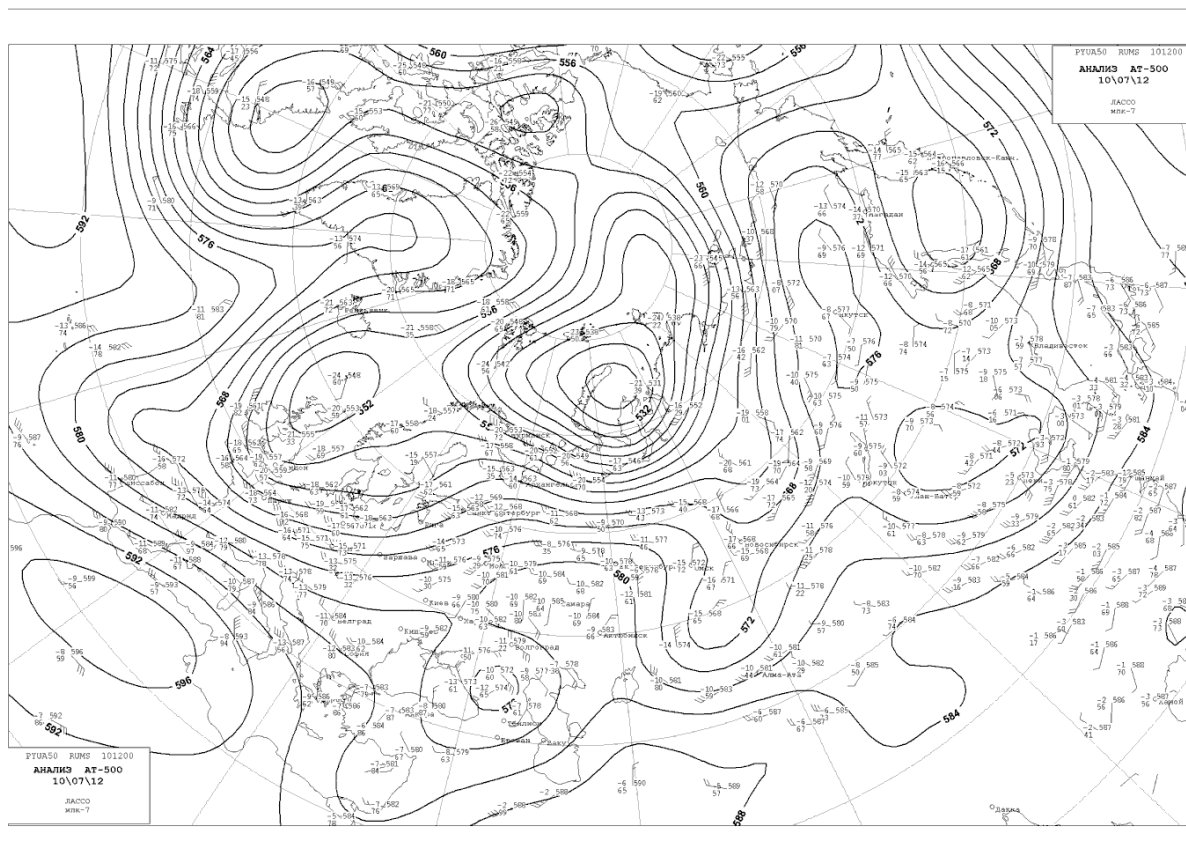


Рис. 1. Відсічення улоговини у висотному баричному полі на поверхні 500 гПа 10 липня 2012 р. 12 год ВСЧ

Загалом відбувалися інтенсифікація фронтальної системи І, центр хвилі якої увійшов у межі впливу першого вторинного циклону, та менш потужний циклогенез у системі другого вторинного циклону. Безпосередньо центральна частина фронтальної системи І прийняла меридіональну орієнтацію, в її теплому секторі сформувався також меридіонально орієнтований стаціонарний фронт оклюзії (рис. 2).

Такий складний стан баричного поля зумовлював грози, зливи, випадіння граду, починаючи з Правобережжя 9 липня й охоплюючи всю територію країни 10-12 липня. За 6 год випало від 8 до 39 мм, за 12 – до 55 мм.

12-15 серпня 2012 р. фіксували **блокування й відсічення улоговини, утворення вторинного циклону**. Улоговина циклону (центр над Карським морем) розповсюджувалася через Україну до Туреччини. Гребені із заходу (Азорський) та сходу (над Поволжям) зміщувалися в північному напрямі, звужували та відсікали улоговину від замкнутої частини циклону, що сприяло посиленню бароклінності та формуванню вторинного Zn.

Західний гребінь потужний, у ньому утворився Az-ий замкнутий осередок, який поступово блокував вторинний Zn з північного заходу, тобто вторинний Zn блокувався майже з усіх сторін (відкритий проміжок на півночі становив 12-го серпня 1200 км, 13-го – 600 км й 14-го – 200 км).

Протягом досліджуваного періоду опади охоплювали всю територію країни (до аналізу залучено 82 станції), проте нерівномірно. Сумарна кількість за 3 доби коливалася від >100 мм на північному заході та півночі до ≤ 10 мм у південній частині Правобережжя та на сході (рис. 3). На більшості станцій фіксували зливи, коли за 6 год випало ≥ 15 мм (70 % усіх станцій), ≥ 30 мм – 30 %. Максимальне значення було 48 мм.

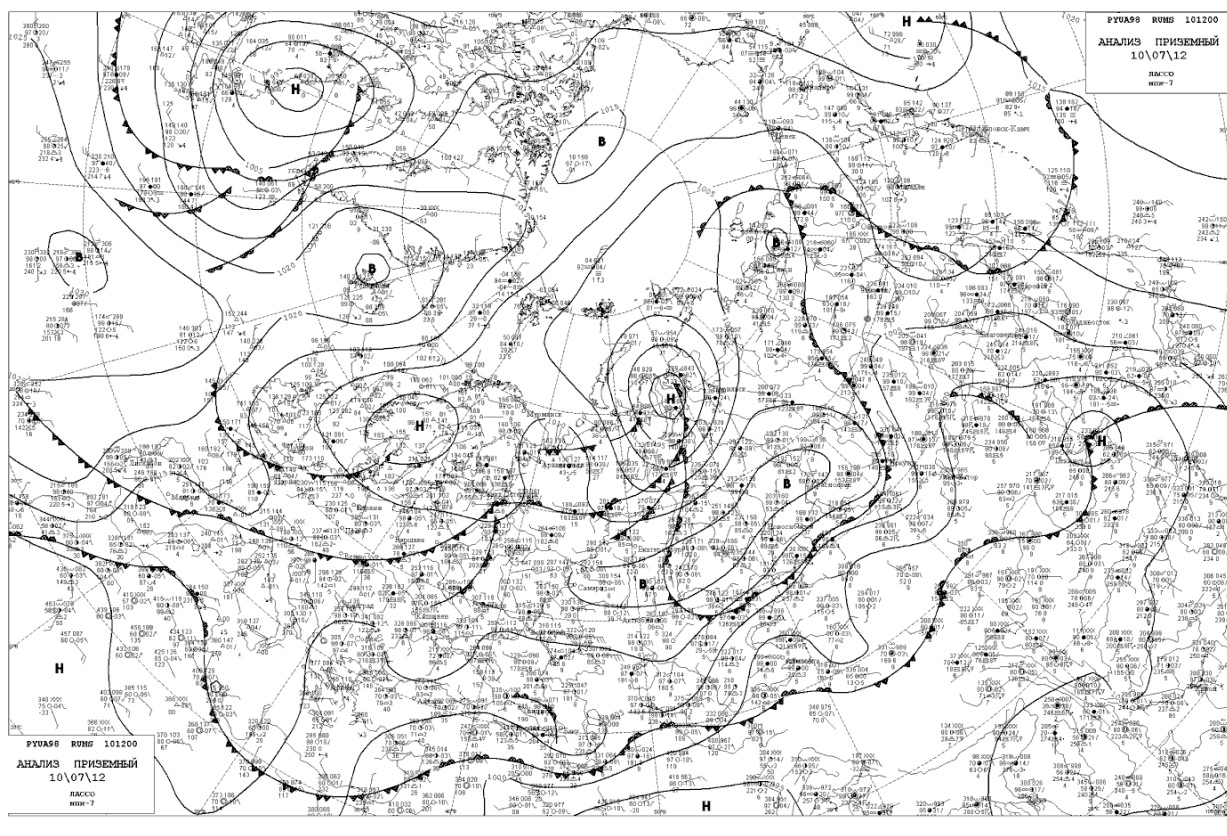


Рис. 2. Інтенсифікація фронтальної системи І у приземному баричному полі 10 липня 2012 р. 12 год ВСЧ

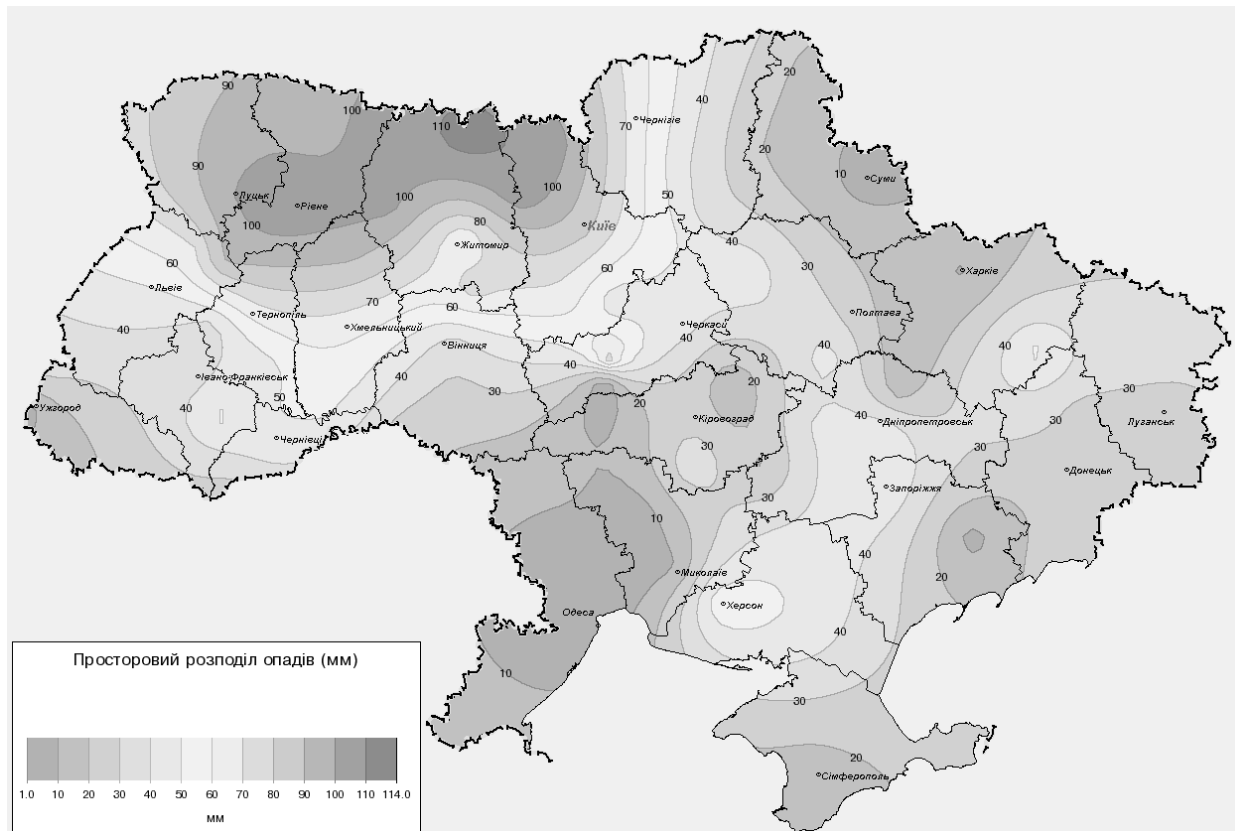


Рис. 3. Просторовий розподіл опадів 12-15 серпня 2012 р.

Хмарні системи, в яких зосереджувалися сильні опади, формувалися в передній головній частині Zn-го вихору, тому й випадіння найінтенсивніших злив на місцевості відбувалося за подібним циклонічним напрямом руху.

Комплексний аналіз кількості опадів та водозапасу хмар показав: 1) чим більший водозапас, тим більша кількість опадів, 2) великі значення водозапасу передували опадам у 60 % випадків, були під час випадіння – 30 %, узгодження відсутнє – 10 %.

7-9 жовтня 2012 р. спостерігали **блокування циклону в стадії розвитку та утворення приземного вторинного**. Сильні зливи й грози, особливо 8 жовтня, було зумовлено зміщенням Zn-у з Північного моря в південно-східному напрямі та подальшим його блокуванням. Циклон практично змістив Az з центральної Європи на Нижнє Поволжя, проте був заблокований Az-м, що розвивався над Атлантикою та Az-м на сході. Відроги Az-ів розповсюджувалися в північному напрямі: перший у північно-східному, другий у північно-західному, тобто відроги практично відсікли циклон ще й з півночі, відкрита частина протягом 7-9 жовтня становила 1000, 300, 470 км, тобто найінтенсивніше блокування було 8-го жовтня. У центральних районах випадали надзвичайно сильні опади з крупним градом. 8-го жовтня у Кіровограді за 6 год випало 58 мм, про що також свідчили і дані мікрофізики хмар: три смуги з оптичною густиною >500 і водозапасом більше ніж 10 кг/м^2 .

Висотна улоговина була розповсюджена до північних районів Африки, а фронтальна система I до Чорного моря. На територію країни в досліджуваний період впливав центр хвилі холодного фронту системи I та фронт оклюзії, що утворився в теплому секторі цієї хвилі. Надалі (10 жовтня) на їх основі в приземному полі сформувався вторинний циклон на крайньому сході, проте в той час як його формування за даними супутникових спостережень (оптична товщина, водозапас) прослідковувалися вже 9 жовтня (рис. 4).

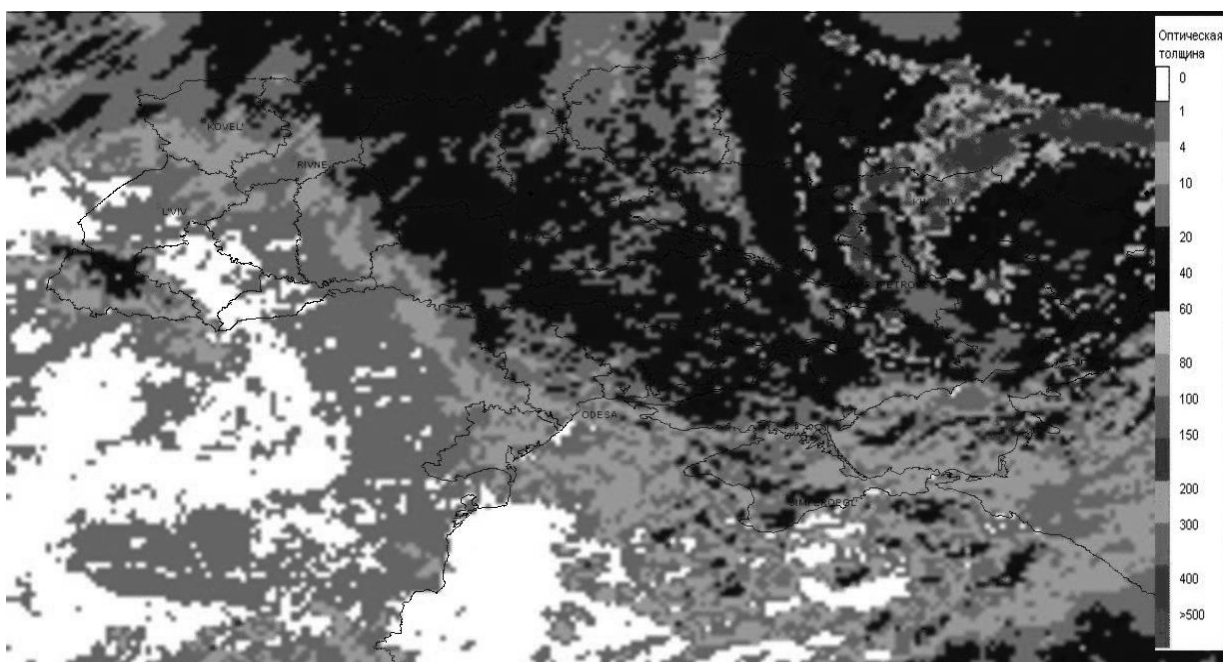


Рис. 4. Утворення вторинного циклону 9 жовтня 2012 р. Оптична товщина хмар

Вторинний циклон як самостійний замкнутий центр був нетривалим (12 год). Надалі він увійшов у систему основного циклону. Додатковим свідченням складної

та інтенсивної завихореності в тропосфері є більш раннє відображення його формування за супутниковими даними.

12-15 вересня 2013 р. спостерігалось **блокування, відсічення улоговини, утворення вторинного циклону**. Небезпечно сильні опади спостерігали в центральних, південних та східних районах: 12 вересня катастрофічна злива в Житомирі (47 мм за 6 год, за 12 год – 71 мм), 12-15 вересня сильні опади на півдні Одеської області, найінтенсивніші 13-го, за чотири доби випала піврічна сума опадів, 13-14 вересня сильні опади в Херсонській області, 14-15 вересня дуже сильні опади в Кіровограді, за 6 год випала місячна сума опадів, а за добу – двомісячна.

Над центральними районами Західної Європи та заходом України панувало циклональне поле, яке згодом **майже повністю було заблоковане** одночасним розвитком Az-генезу на заході, півдні та сході. Західний гребінь розповсюджувався в східно-північно-східному напрямі, тому сприяв блокуванню улоговини ще й з півночі. Відкрита частина улоговини на сході зменшувалася і на 12 год ВСЧ 13 вересня становила близько 300 км, тобто блокування посилювалося, найінтенсивніше протягом доби з 12 год 12 вересня до 12 год 13-го (розповсюдження блокувального Az-генезу йшло зі швидкістю 13 км/год протягом першої півдоби і вдвічі більше, 26 км/год, протягом другої). Це призвело до загострення центру хвилі системи II та звуженню теплового сектора, формуванню фронту оклюзії й замкнутого циклонального осередка (вторинного циклону), який сформувався спочатку у верхній тропосфері (вже 12 вересня на обох поверхнях 500 та 300 гПа).

Протягом 12-14 вересня заблокований Zn на обох поверхнях повільно заповнювався, 15 вересня заглибився й опустився до поверхні землі. Це свідчить про надзвичайно потужний розвиток блокувальних баричних утворень. Великі баричні та термічні градієнти на межі Zn-го й Az-го полів сприяли потужній інтенсифікації холодного фронту. Градієнт ВФЗ на поверхні 300 гПа становив 3,9, 4,5, 5,1, 4,3 гп.м/100 км відповідно з 12 до 15 вересня.

На своєрідне блокування Zn впливали: розгалужена гілка Азорського Az (блокування із заходу й півдня) та гребінь зі сходу (вплив Az над Казахстаном), а також потужний Zn над Ісландією. Стан блокувальних Az-их полів змінювався одночасно: посилення з 12 до 15 вересня (інтенсивніше на заході). Баричне поле Ісландського Zn змінювалось менш виражено: поглиблення на обох поверхнях до 13 вересня, потім до 15 вересня на поверхні 500 гПа незначне заповнення й 15 вересня – поглиблення, а на поверхні 300 гПа – відповідно незначне заглиблення, а потім заповнення (табл. 1). Нумерація баричних утворень: 1 – заблокований Zn, 2 – Азорський Az, 3 – Az над Казахстаном, 4 – Ісландський Zn.

Таблиця 1. Стан висотного (500, 300 гПа) баричного поля 12-15 вересня 2013 р.

Час	500 гПа				300 гПа			
	1	2	3	4	1	2	3	4
12.09.00	554	590	590	523	906	967	971	871
12.09.12	555	592	591	521	906	967	971	868
13.09.00	559	592	592	512	911	966	973	865
13.09.12	559	596	592	521	911	972	973	866
14.09.00	558	598	592	519	910	972	973	862
14.09.12	558	600	592	520	913	976	973	863
15.09.00	552	600	591	518	906	975	973	864
15.09.12	550	599	589	514	909	976	970	867

13-15 травня 2014 р. синоптичний процес можна охарактеризувати як повне блокування південно-західного циклоу (центр над Балканами). На Правобережжі та в північних районах (тобто майже на половині всієї території країни) випадали надзвичайно сильні опади, що спричинили підтоплення у Львові, зливи в Закарпатті, які супроводжувалися буревіями. За день випало близько місячної норми опадів (Львів – 65 мм, Дрогобич – 92 мм, Київ – 45 мм).

Їх випадіння було зумовлено впливом заблокованого над Балканами циклону. Безпосередньою причиною утворення та блокування Zп є одночасна (з певною послідовністю) дія антициклонів: Канадського, Азорського, Азійського та субтропічного поясу підвищеного тиску.

Канадський Az розповсюджувався на північні райони Європи та змістив циклон з центром над Баренцовим морем й фронтальну систему I на південь. Саме тоді посилення субтропічного антициклогенезу на півдні (північно-східні райони Африки) та зміщення Азійського Az із західною складовою руху сприяли поширенню фронтальної системи II на північ. Обидві фронтальні системи рухалися назустріч одна одній. Об'єднання над Балканами хмарних масивів центрів хвиль передувало утворенню циклону та його подальше блокування з усіх сторін.

27-31 травня 2014 р. відбувалося **блокування, відсічення улоговини, утворення вторинного циклону**. Сильні опади зафіксовано на всій території країни. За 12 год у Кам'янець-Подільському випало 39 мм (Хмельницька обл), Вилково – 67 мм (Одеська обл), Яготині – 31 мм (Київська обл), Золотоноші – 34 мм (Черкаська обл), проте найбільшими (до 70 мм) вони були в районах Волино-Подільської та Придніпровської височин та до 90 мм на півночі Криму.

Обидві фронтальні системи I та II були наближені одна до одної й розташовані на півночі Європи широтно, тому що північніше від них панувало Az-не поле, а на півдні – Zп-не. Перебудова баричного поля над усією півкулею відбувалася майже одночасно. Завдяки інтенсифікації Азорського та північного антициклонів циклон над Західною Європою зміщувався в східному напрямі, саме тоді потужний Zп з північних районів ЄТР (Європейська територія Росії) та Західного Сибіру, що мав широтне положення, унаслідок посилення антициклону на півночі Східного Сибіру (Північно-Тихоокеанський) стрімко почав розповсюджуватися в південно-західному напрямі та зміщувати гребінь Азійського антициклону на захід. В обох циклонах відсікалися улоговини й в них утворювалися висотні вторинні циклони.

Такий, практично одночасний, розвиток антициклогенезу сприяв тому, що обидві фронтальні системи I та II 28 травня (від 00 до 12 год) із аномально великою швидкістю (≥ 100 км/год) змістилися на південь, їх орієнтація стала меридіональною. Ці фронтальні системи надалі було заблоковано практично з усіх сторін, на основних центрах сформувалися приземні вторинні циклони. Утворилася довготривала великомасштабна зона конвергенції з небезпечно сильними зливами (рис. 5).

23-24 вересня 2014 р. зафіксовано небезпечні явища на всій території: смерч та буревій у Рівненській обл., сильні зливи з буревіями в Дніпрі (за 6 год випало 37 мм, за 12 год – 48 мм), Запоріжжі (менше ніж за добу кожні 6 год випало від 31 до 64 мм, загалом за 18 год випало 138 мм), дещо слабкіші – в Донецьку. Сильні дощі – в Одесі (за 6 год – 28 мм). У Києві – тривалий дощ. Головна причина – зміщення на південь та **блокування** циклону над ЄТР внаслідок розвитку антициклонів на заході, півночі та особливо на сході. На півдні малоградієнтне антициклональне поле. Периферія улоговини була відсічена, звужена (відкритий відрізок між двома гребенями становив менше ніж 300 км. У висотному баричному полі утворився вторинний циклон, градієнт на межі циклонального й антициклонального полів був 3,5 гп.м/100 км. Це сприяло орієнтації системи II в меридіональному напрямі,

звуженню теплого сектора, загостренню центру хвиль, формуванню ФО й утворенню приземного вторинного циклона та зближенню з холодним фронтом системи I.

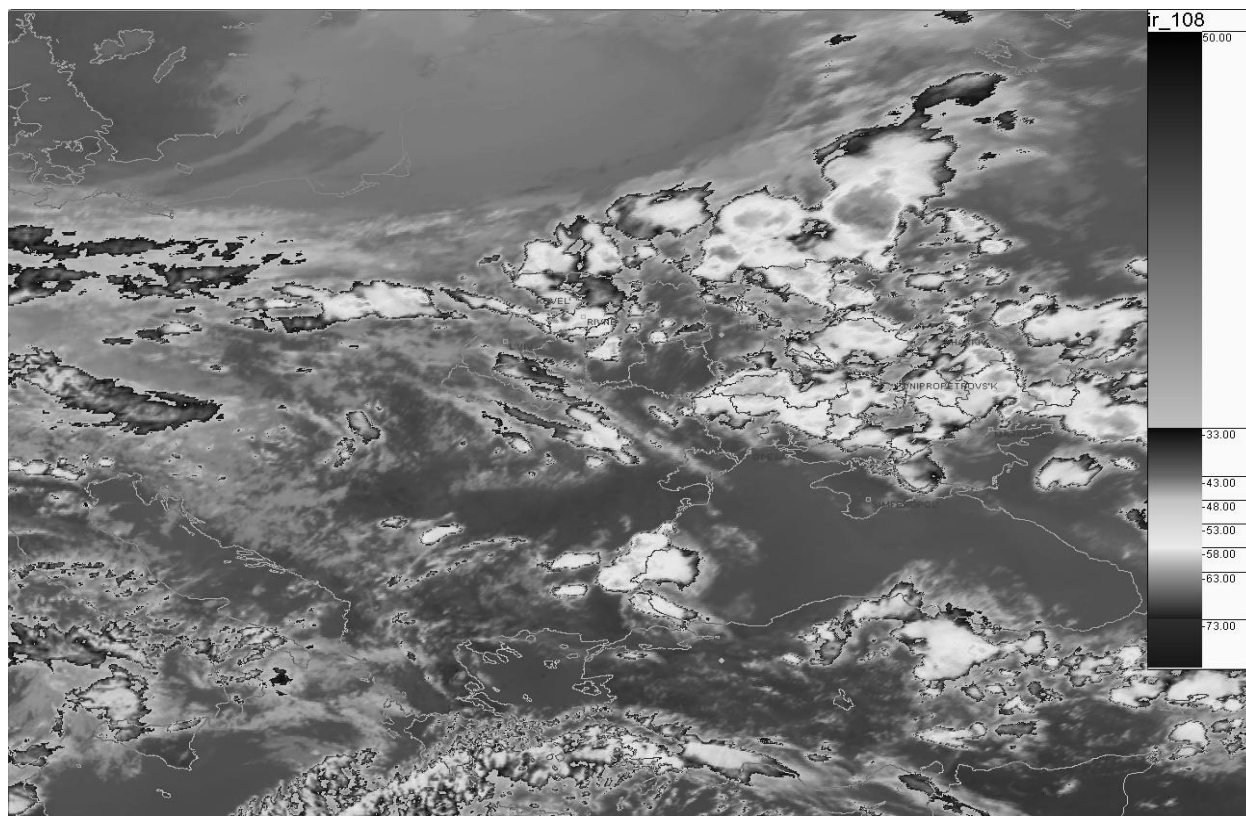


Рис. 5. Зона конвергенції 28 травня 2014 р.

25-27 червня 2015 р. дуже сильні зливи з градом на Лівобережжі: Чернігівська, Сумська, Харківська, Черкаська, Дніпропетровська (смерч) та Запорізька обл. Улоговина циклону з півночі була розповсюджена до північно-східних районів Африки. Її периферію було **заблоковано** потужними гребенями із заходу та сходу, які розвивалися та утворювали замкнуті центри. Це призвело до **відсічення** улоговини та формування в ній вторинного висотного циклону. Найінтенсивніше блокування було з 26 на 27 червня. Відкрита частина зменшилася за 12 год від 1100 до 400 км. Фронтальні системи I та II прийняли меридіональну орієнтацію, зблизилися між собою, що призвело до взаємодії теплої гілки системи I з ФО на центрі хвилі системи II. За 6 год випало від 15 до 43 мм, за 12 год – від 40 до 80 мм.

Приклад аномального зміщення

24 липня 2014 р. спостерігали **аномальне зміщення** приземного Zn, що утворився на центрі хвилі системи II на заході Чорного моря (над Середземним морем та Туреччиною панувало циклональне поле). Його зміщення на північ було унеможливлене потужним північним антициклоном, що охоплював навіть центральні райони Європи. На півдні, біля Одеси, Zn уповільнив хід, повернувся й почав рухатися в північно-західному напрямі (аномальне зміщення). У південних районах випали надзвичайно потужні зливи (Одеса, 59 мм за 6 год).

Приклади гальмівного руху

30 березня 2015 р. гальмівний рух меридіонально орієнтованої фронтальної системи II та низки фронтів оклюзії спричинили дуже сильні буревії на сході та південному сході (Сумська, Полтавська, Донецька, Луганська області). Інтенсифікація фронтальної системи відбулася на межі між циклональним

(улоговина циклону з Норвезького моря) та антициклональним (Поволжя) полями завдяки звуженню улоговини. Причина – посилення й розповсюдження на схід гребеня з Атлантики та на північ – гребеня над ЄТР. У приземному полі центральна частина циклону знаходилася над Прибалтикою, антициклону – над Поволжям. Перепад тиску між центрами становив 63 гПа, а температури – 23° С.

14-15 червня 2015 р. гальмівій рух наближених одна до одної фронтальних систем I та II спричинив потужні зливи з градом, підтоплення населених пунктів відмічалася в низці областей: Закарпатській, Чернівецькій, Волинській, Рівненській та Житомирській. За 6 год випало від 15 до 40 мм опадів. Циклон (центр над Скандинавією) змістив систему I на південь, тоді як антициклон над Поволжям – систему II на північ. Зливи були зумовлені взаємодією холодної гілки системи I з теплою гілкою системи II.

1-2 грудня 2015 р. синоптичний процес можна охарактеризувати як **стаціонанування циклону, зближення фронтальних систем I та II, утворення вторинного циклону**. У південно-східних районах відмічали буревії та сильні опади (сніг) – за два дні випала 3-х місячна норма опадів. Інтенсивна циклонічна діяльність розповсюджена від Гренландії до північних районів Африки в усьому просторі тропосфери. Район дослідження перебував на вісі улоговини (центр Zn – на півночі Скандинавії). Рух Zn **гальмувався** двома Az-ми: із заходу (Азорський) та сходу (над Казахстаном), які були в стадії максимального розвитку, тоді як Zn починав заповнюватися, а його центр зміщувався з півночі на південь завдяки впливу Ісландського циклону.

Такий стан баричного поля сприяв зближенню систем I та II (рис. 6). Спочатку впливав оклюдований центр хвилі системи II, а потім приземний вторинний Zn, що утворився на центрі хвилі системи I, проте згодом охопив і центр хвилі системи II.

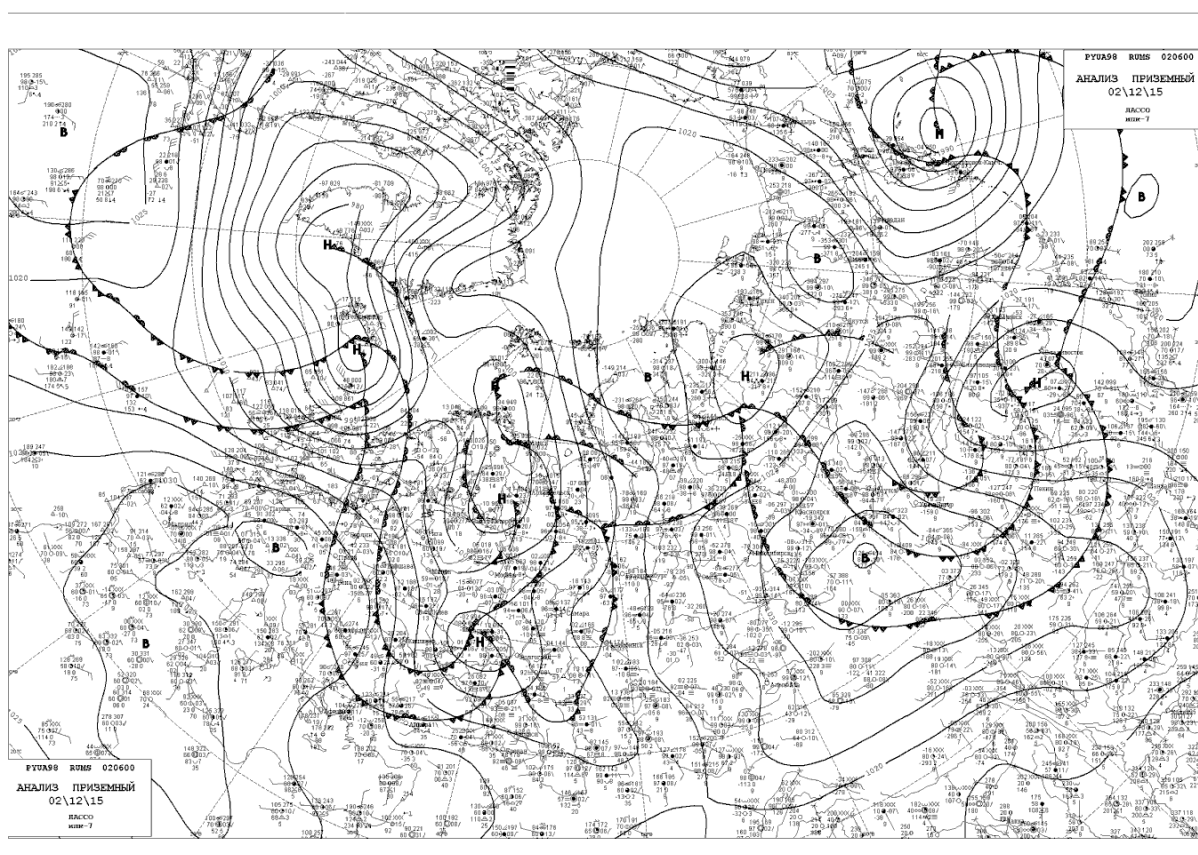


Рис. 6. Зближення фронтальних систем I та II й утворення вторинного циклону. Приземне баричне поле 2 грудня 2015 р. 06 год ВСЧ

Гradient ВФЗ на АТ-500 становив 1-го грудня опівночі за ВСЧ 4,5 гп.м/100 км, через добу – 3,8 гп.м/100 км. Відповідно на АТ300 – 6,7 та 6,0 гп.м/100 км.

Висновки. На утворення надзвичайно інтенсивних злив, снігопадів, буревіїв указують такі ознаки висотного баричного поля:

- меридіональна циркуляція, що зумовлена розповсюдженням висотної улоговини на південь, майже до 30° півн. ш.;

- центри циклонів формуються над морями Північного Льодовитого океану (переважно Північне, Норвезьке, Баренцеве, Карське);

- **одночасний розвиток** антициклонального баричного поля на заході та сході щодо улоговини, зустрічний рух антициклональних баричних утворень. Іноді розвивається й антициклогенез на півдні (Мала Азія) або на півночі Атлантики. Такий стан призводить до звуження улоговини, зростання бароклінності завдяки максимальному відсіченню улоговини від замкнутого центра та найчастіше утворенню в її межах вторинного циклону;

- блокування улоговини із заходу здійснюється гребенями з центрами близько 45° чи 35° пн. ш., зі сходу – переважно із Західного Казахстану;

- період найінтенсивнішого блокування збігається з максимальним відсіченням улоговини від центральної замкнутої частини циклону та виникненням надзвичайно небезпечних явищ;

- гальмівний рух найчастіше супроводжується зближенням фронтальних систем I і II та їх взаємодією між собою.

Список літератури

1. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. К.: Держ. Гідрометеорологічна служба, 2003. 30 с. 2. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986 – 2005 рр.) / Під ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 212 с.

Синоптичні умови утворення стихійних явищ погоди на території України. Частина I

Заболоцька Т.М., Шпиг В.М.

Проаналізовано висотне баричне поле та визначено особливості розвитку синоптичних процесів, що спричиняють утворення нетривалих стихійних явищ погоди (сильні грози та зливи, випадіння граду, снігопади, буревії). Виконано синоптичний аналіз 31 випадку, коли на більшій частині території України протягом 2012-2015 рр. фіксували такі явища.

Ключові слова: блокування, відсічення улоговини, гальмівний рух, вторинний циклон.

Синоптические условия образования стихийных явлений погоды на территории Украины. Часть I

Заболоцкая Т.Н., Шпиг В.М.

Проанализировано высотное барическое поле и определены особенности развития синоптических процессов, обуславливающих образование непродолжительных стихийных явлений погоды (сильные грозы и ливни, выпадение града, снегопады, ураганы). Выполнен синоптический анализ 31 случая, когда на большей части территории Украины в период 2012-2015 гг. фиксировались такие явления.

Ключевые слова: блокирование, отсечение ложбины, тормозящее движение, вторичный циклон.

Synoptic conditions of formation of dangerous weather phenomena over Ukraine. Part I

Zabolotska T.M., Shpyg V.M.

The quantitative criteria for dangerous weather phenomena are updated all the time. Recently, for the climate description of the territory began to investigate cases with a rainfall of 30 mm and more and 50 mm and more that were observed during 12 hours. But very often the cases have place with shorter duration and somewhat less quantitative criteria of weather phenomenon and they can cause to significant economic losses.

In this research the extreme weather events were investigated. They have two specific features: quantitative and spatial. Synoptic processes were considered if sum of precipitation for rainfall was ≥ 30 mm

and snowfall ≥ 20 mm during 6 hours, for squall wind speed was ≥ 20 m/s. Spatial feature appeared by abundance on the whole of the territory of Ukraine or large its part (3 regions and more). Therewith it should mark that in warm period of year such extreme weather events are accompanied by heavy thunderstorms and hail.

They were in the past and will be repeated in the future. These weather phenomena are due to the unique influence of Arctic (I) and Polar (II) frontal systems. Therefore, the main goal is to determine the structure of the surface and upper baric fields of the Northern Hemisphere and the reasons for their rebuilding and creation of conditions for the rapid arising of extremely large baric and thermal gradients and the intensification of frontal activity over the territory of Ukraine.

Upper baric field was analyzed and features of evolution of synoptic processes which specify formation such type of dangerous weather phenomena were described. Synoptic analysis was carried out for 31 cases, when over the most part of Ukrainian territory during 2012-2015 years such phenomena were observed. When the dangerous phenomena were developing the surface and upper baric field had such features:

- meridian circulation and spreading of through on south to 30° N;
- cyclonic formations over North Ice Ocean (North, Norwegian, Barents and Kara Seas);
- simultaneous development anti-cyclonic baric field on west and east about through and their contrary movement. The through is narrowing, the baroclinic instability is increasing due maximum interception of through from closed central part of cyclone and frequently secondary cyclone is formatting;
- blocking of through on west is realizing by high baric formations near 45° or 35° N and on east it occurs mainly from West Kazakhstan;
- inhibiting of movement often is companying by the approach of frontal systems I and II and their interaction.

Key words: blocking, interception of trough, inhibiting of moving, secondary cyclone.

Надійшла до редколегії 15.02.2018

УДК 551.466.66

Анахов П. В.

ДП "НЕК "Укренерго", м. Київ

ГЛІССАНДО ЗАТУХАЮЧИХ СЕЙШ

Ключові слова: замкнутий басейн; затухання сейш; напівзамкнутий басейн; нестабільність періодів сейш; нульова мода.

Вступ. Редакційною радою журналу "Винахідник і раціоналізатор", з метою популяризації винахідницької діяльності в енергетичному секторі економіки України, проводився конкурс "Мала поновлювальна енергетика – 2016". Кращим визначено проект "Стимулювання коливань сейшових хвиль у водосховищах електростанцій", автор Анахов Павло Володимирович [1]. Створення умов для резонансного збудження і розгойдування сейш місячно-сонячними припливами, а також хвилями, що формуються при управлінні водопропускними гідропорадами, дозволить підвищити виробіток електроенергії.

Доведено, що в процесі затухання коливань стоячих хвиль виникає нестабільність їх періодів (частот). Циклічна частота затухаючих коливань розраховується за формулою [2]:

$$\omega_t = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, \quad \omega \gg \beta, \quad (1)$$

де $\omega_0 = 2\pi/T$ – циклічна частота незатухаючих коливань на момент початку коливань в час $t=0$ (власна частота коливань системи); T – період коливань; β – коефіцієнт затухання.

Зміна періоду сейш може ставати завадою їх резонансному збудженню і розгойдуванню.

Вихідні передумови. Нестабільність періодів власних коливань, якими є сейші, бачиться парадоксальним явищем. Проте вона є типовою для водних басейнів. Детальний перелік причин варіацій періодів сейшових хвиль представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Причини варіацій періодів сейшових хвиль (з [3], змінена)

Причини варіацій	Пояснення
<i>Внутрішні:</i>	
1. Зміна глибини	Унаслідок частотної модуляції сейш
<i>Зовнішні:</i>	
2. Інтерференція із сейшами такого саме або іншого періоду, в т.ч. при розгойдуванні хвилею з періодом, близьким до сейшового	Унаслідок фазової модуляції сейш
3. Зміна характерної довжини профілю, по якому здійснюються коливання, в результаті змінення напрямку осі коливань	У результаті зміни напрямку барометричного градієнта або напрямку вітру
	При оббіганні сейшової хвилі навколо амфідромічної точки (співпадає із вузлом сейші), зумовленому обертальним рухом Землі
4. Одночасні зміни довжини і глибин профілю, на якому здійснюються коливання	Унаслідок денівеляції водної поверхні від згінно-нагінних явищ, через потоки, що впадають у водойму або витікають з неї
	За зміни морфометричних характеристик (наприклад, унаслідок катастрофи; під час гідротехнічного будівництва)

В статті [3] не враховані варіації, що зумовлені затуханням коливань. Автору невідомі дослідження цього явища гідрологами.

Метою статті є дослідження закону зміни періоду затухаючих сейш, визначення можливих наслідків цього процесу для господарських застосувань, зокрема для виробітку гідравлічної енергії.

Методика. Динаміка затухаючої стоячої хвилі представлена формулою [4]:

$$H_t = H_0 \exp(-\beta t) \cos(\omega t), \quad (2)$$

де H_t – висота в час t ; H_0 – висота на початку коливань в час $t=0$.

Звідси огинаюча висоти

$$H_t = \pm \exp(-\beta t). \quad (3)$$

За час релаксації коливань τ , який регламентується логарифмічним декрементом затухання δ , висота хвилі зменшується в e разів від початкової, задаючи координати поточних висоти [2]

$$H_\tau = \pm \exp(-1) \quad (4)$$

і часу

$$\tau = \frac{T_0}{\delta}. \quad (5)$$

Враховуючи співвідношення між логарифмічним декрементом затухання і коефіцієнтом затухання [2]

$$\beta = \frac{1}{\tau}, \quad (6)$$

оцінимо за формулою (1) зміну періоду затухаючих коливань:

$$T_r = \frac{2\pi}{\sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 - \beta^2}}. \quad (7)$$

Звідси період сейш у довільний час визначатиметься функцією виду:

$$T_t = T_0 \exp(kt), \quad (8)$$

де k – коефіцієнт зростання періоду.

За умовою, підвищення виробітку електроенергії забезпечується за рахунок резонансу між зовнішньою по відношенню до водойми хвилею і власними коливаннями водойми.

Коефіцієнт підсилення хвиль при резонансному збудженні розраховується за формулою [5]:

$$G^2(T_t) = \frac{1}{\left(1 - \frac{T_0}{T_t}\right)^2 + Q^{-2} \left(\frac{T_0}{T_t}\right)^2}. \quad (9)$$

Визначаємо резонансний період функції $G^2(T_t)$:

$$G^2(T_{res}) \rightarrow \max, \quad T_{res} \in T_t, \quad (10)$$

і будуємо графік змін коефіцієнту підсилення по відношенню до нього.

Результати числового аналізу. В літні місяці 1970 і 1971 років проводилися вимірювання параметрів сейш одного з найбільших водосховищ України – Каховського моря. Зокрема виявлено, що поздовжні двовузлові сейші в натурних умовах мають період 7 годин 18 хвилин ($T_{20}=26\,280$ с) і затухають протягом 2-4 діб. Періоди спостережених хвиль становили від 5 до 8,5 годин ($T_{20}=18\,000$ - $30\,600$) [4].

Дані розрахункових параметрів представлені у табл. 2 і на рис. 1.

Таблиця 2. Параметри затухаючих сейш водойм

Об'єкт	T_0 , с	T_r , с	τ , с	Δ	β , 10^{-6}с^{-1}
Каховське водосховище, двовузлова сейша	26 280,0	26 287,7	172 800	0,152	5,79
Порт Сьюдадела, нульова мода	630,0	632,9	1 052	0,599	950,61

Значення періодів стоячих хвиль водойм залежать від їх морфометричних характеристик, у простішому випадку – від довжини басейну L . На рис. 2 показано профілі стоячих хвиль у модельних прямокутних басейнах з горизонтальним дном.

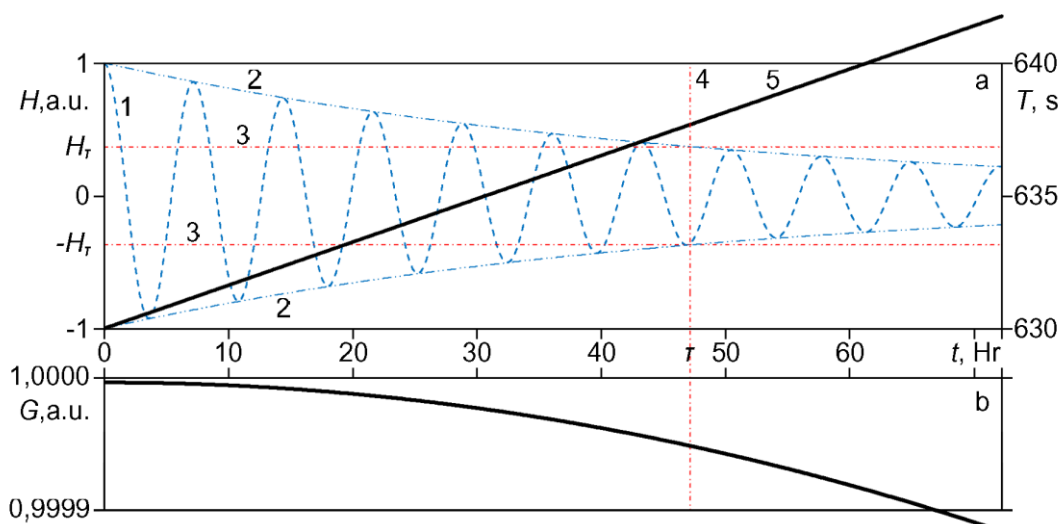


Рис. 1. Поздовжня двовузлова сейша Каховського моря: а – затухання коливань (висота хвилі H_t (1); огинаючі висоти $\pm H_t$ (2); граничні значення висоти хвилі $\pm H_r$ (3); час релаксації коливань τ (4); період хвилі T_t (5)); б – коефіцієнт підсилення

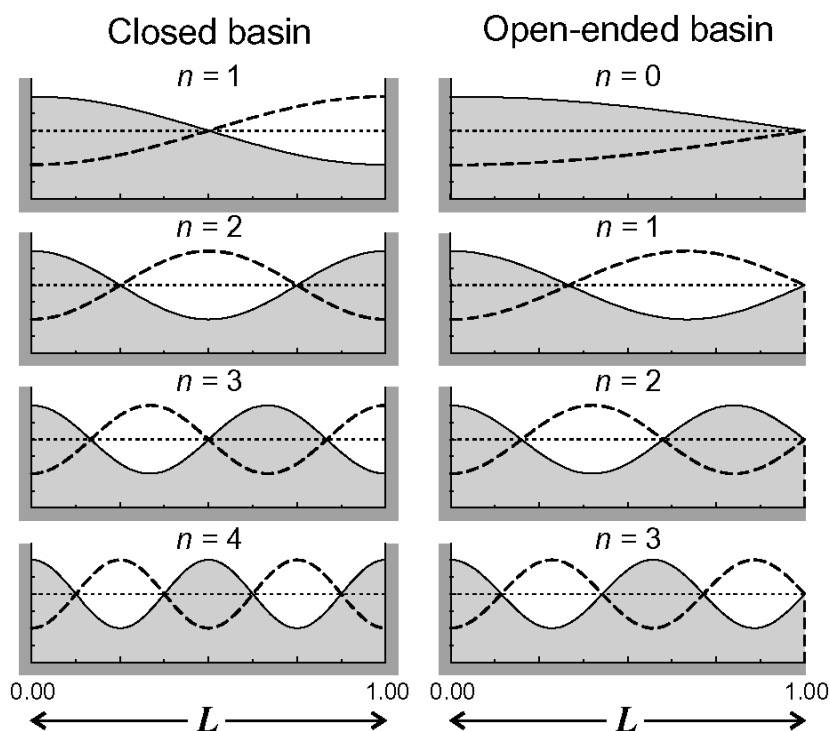


Рис. 2. Профілі перших чотирьох мод стоячих хвиль в замкнутих і напівзамкнутих прямокутних басейнах з горизонтальним дном [5]

Звертає на себе увагу розподіл водойм на замкнуті (closed) і напівзамкнуті (open-ended). У напівзамкнутій акваторії, порту Сьюдадела (Ciudadella), Іспанія, періоди сейшових коливань нульової моди (Гельмгольца) становлять 10,5 хвилини ($T_{10}=630$ с) за добротності акваторії $Q \approx 9$. Довжина бухти $L \approx 1$ км, середня глибина $\bar{D} = 5$ м [5].

Враховуючи, що [2]

$$Q = \frac{2\pi}{1 - \exp(-2\delta)}, \quad (11)$$

оцінимо логарифмічний декремент затухання в порту Сьюдадела:

$$\delta = -\frac{1}{2} \ln \left(1 - \frac{2\pi}{Q} \right). \quad (12)$$

Дані розрахункових параметрів представлені у табл. 2 і на рис. 3.

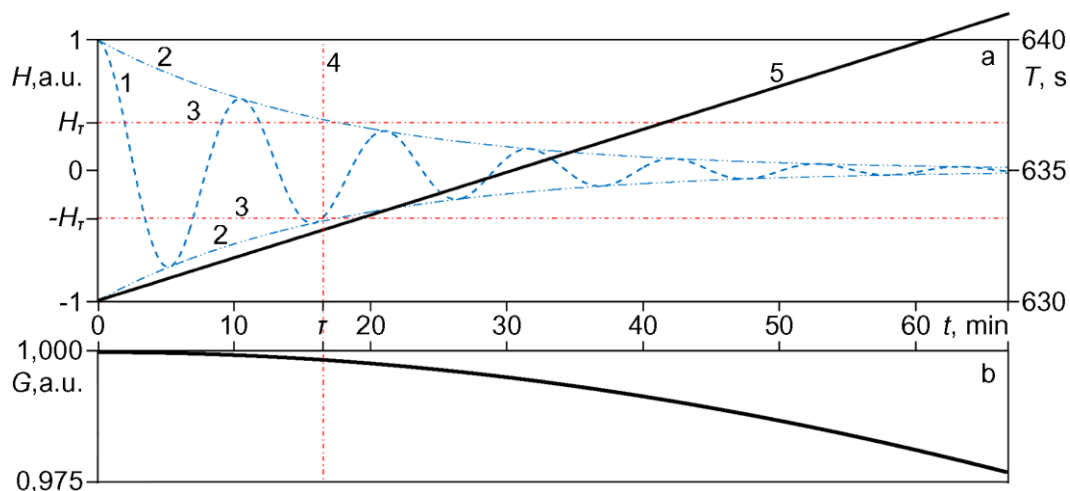


Рис. 3. Нульова мода порту Сьюдадела: а – затухання коливань (висота хвилі H_t (1); огинаючі висоти $\pm H_t$ (2); граничні значення висоти хвилі $\pm H_r$ (3); час релаксації коливань τ (4); період хвилі T_t (5)); б – коефіцієнт підсилення

Обговорення результатів. Виконані розрахунки підтверджують тезу про динамічність періоду затухаючих стоячих хвиль.

Період коливань двовузлової сейші Каховського моря протягом часу затухання $\tau=2$ доби зростає від $T_0=26\,280$ до $T_\tau=26\,287,7$ с, що становить 0,293‰. Розраховані періоди не виходять за межі спостережених.

Період коливань нульової моди порту Сьюдадела протягом часу затухання $\tau=17$ хвилин 32 секунди зростає від $T_0=630$ до $T_\tau=632,9$ с, що становить 4,6‰.

За рахунок релаксації амплітуда затухаючої хвилі H_t/H_0 протягом часу релаксації зменшується до $\exp(1)^{-1}=36,8\%$ від початкового значення. За той самий час релаксації 172 800 с, за рахунок зростання періоду хвилі, втрати амплітуди резонансних коливань сейш Каховського моря G_t/G_0 із власними коливаннями становлять 0,05‰ (див. рис. 1b).

Втрати в порту Сьюдадела протягом часу релаксації 1 052 с становлять 1,645‰ (див. рис. 3b).

Такі втрати навряд чи можна назвати суттєвими при порівнянні із втратами, що зумовлюються іншими причинами нестабільності періодів сейш, представленими в табл. 1. Для прикладу – період спостережених коливань двовузлових сейш в літні місяці 1970-71 року у Каховському морі становив від 18 000 до 30 600 секунд. За частоти власних коливань 26 280 с розрахований за формулою (9) коефіцієнт підсилення хвиль становитиме 0,81% і 8,21% відповідно, а втрати амплітуди резонансних коливань – 99,19% і 91,79%.

Висновки. Розглянуто причини нестабільності періодів сейшових хвиль. Детально досліджено закон зміни періоду затухаючих сейш на прикладах замкнутого і напівзамкнутого басейнів.

Відзначено, що за рахунок релаксації амплітуда затухаючої хвилі зменшується до 37%. Амплітуди резонансних коливань затухаючих сейш із власними коливаннями басейнів за рахунок зростання періоду становлять менше 1%.

Отримані результати можуть бути використані для прогнозування тривалості дії і зміни періоду стоячих хвиль, побудови карт їх висот. Робота знайде застосування при проектуванні гідротехнічних споруд та оптимізації їх роботи, в т.ч. водогосподарських комплексів, спрямованих на використання стоячих хвиль; розробці рекомендацій для водного транспорту; виявленні гідрологічної небезпеки, обумовленої дією окремих хвиль вказаного діапазону, суперпозицією одночасно діючих хвиль, можливим резонансом хвиль.

Список літератури

1. Конкурс "Мала поновлювальна енергетика – 2016" завершено! // Винахідник і раціоналізатор. 2016. №6. С. 2. 2. Огурцов А. Н. Физика для студентов. Колебания и волны. URL: <https://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/phys>. 3. Анахов П. В., Анахов С. П. Дистанційний контроль глибини водойми з використанням багатоканального доступу до полів сейшового походження. Геоінформатика. 2016. №1(57). С. 79-83. 4. Судольский А.С. Динамические явления в водоемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 263 с. 5. Rabinovich A. B. Seiches and Harbor Oscillations / Handbook of Coastal and Ocean Engineering (ed. by Y. C. Kim). Singapoure: World Scientific Publ., 2009. P.193-236.

Гліссандо затухаючих сейш

Анахов П. В.

На прикладах замкнутого і напівзамкнутого басейнів досліджено закон зміни періоду затухаючих сейш. Показано, що, в той час, як, за рахунок релаксації, амплітуда затухаючої хвилі зменшується до 37%, за рахунок зростання періоду хвилі втрати амплітуди резонансних коливань затухаючих сейш із власними коливаннями становлять менше 1%. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування тривалості дії і зміни періоду стоячих хвиль, побудови карт їх висот. Робота знайде застосування при проектуванні гідротехнічних споруд та оптимізації їх роботи.

Ключові слова: замкнутий басейн; затухання сейш; напівзамкнутий басейн; нестабільність періодів сейш; нульова мода.

Глиссандо затухающих сейш

Анахов П. В.

На примерах замкнутого и полузамкнутого бассейнов исследован закон изменения периода затухающих сейш. Показано, что, в то время, как за счет релаксации амплитуда затухающей волны уменьшается до 37%, потери амплитуды резонансных колебаний затухающих сейш с собственными колебаниями за счет роста периода волны составляют менее 1%. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования продолжительности действия и изменения периода стоячих волн, построения карт их высот. Работа найдет применение при проектировании гидротехнических сооружений и оптимизации их работы.

Ключевые слова: замкнутый бассейн; затухание сейш; полузамкнутый бассейн; нестабильность периодов сейш; нулевая мода.

Glissando of damping seiches

Anakhov P. V.

***Purpose** of manuscript is the study of the law of changing the period of damping seiches, determining the possible consequences of this process for engineering applications, in particular for the development of hydraulic energy. **Method.** Study was done by analytical and graphical methods of monitoring dynamic of wave, which described by the time of relaxation of oscillations and by the logarithmic decrement. **Results.** The calculations for closed and open-ended basins confirm the thesis about changes of the period of damped standing waves. Due to relaxation, the amplitude of the damping wave decreases to 37%. At the same time due to the growth of the wavelength loss of amplitudes of resonant oscillations of damping seiches with own oscillations are less than 1%. **Originality.** The internal causes of the variations of the seismic periods are supplemented by the attenuation of waves due to energy losses over time. **Practical significance.** Obtained results can be used to predict the duration of the action and changing the period of standing waves, the construction of maps of their heights. The work will be used in the design of hydro-technical structures and optimization of their work, including water management complexes aimed at the*

use of standing waves; development of recommendations for water transport; detecting the hydrological danger caused by the action of individual waves of the specified range, the superposition of simultaneously acting waves, the possible resonance of waves.

Keywords: closed basin; damping of seiches; open-ended basin; instability of seiche periods; zeroth mode.

Надійшла до редколегії 22.11.2017

УДК 551.5

Шевень Н.І., Манукало В.О.

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

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПАРАЛЕЛЬНИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ключові слова: паралельні метеорологічні спостереження, допустимі відхилення, нові прилади.

Вступ. Забезпечення належного рівня прогнозування погодних умов, дослідження клімату, його природних коливань та направлених змін потребує використання достовірної метеорологічної інформації, яка може бути отримана за умов, серед яких не останнє місце займають вимоги щодо використання уніфікованих методик проведення вимірювань із застосуванням однотипних приладів, репрезентативності пунктів спостережень та однорідності рядів метеорологічних величин [3].

З метою впорядкування питання щодо дотримання уніфікованих методик проведення метеорологічних спостережень в Україні на систематичній основі проводиться робота щодо оновлення нормативної бази, яка врегульовує проведення метеорологічних спостережень та оброблення одержаних даних з урахуванням вимог, що обумовлені надходженням на мережу нових засобів вимірювальної техніки, необхідності уточнення характеристик окремих метеорологічних явищ, а також змін у способах оброблення та узагальнення даних спостережень.

Зазначені чинники обумовлюють необхідність періодичного уточнення методичних підходів, які використовують у нормативних документах щодо метеорологічних спостережень, та внесення відповідних змін у настанови, методичні вказівки тощо.

Метою цієї статті є представлення методичних змін, які було внесено в нормативний документ «КД Методичні вказівки. Паралельні метеорологічні спостереження на станціях» (Київ, 2015) порівняно з відповідними документами, на заміну яких його було розроблено [4, 5].

Виклад основного матеріалу. Зазначені Методичні вказівки розроблено на заміну «РД 52.04-26-84 Методические указания. Проведение параллельных метеорологических наблюдений при переносе станций», Л. 1984.

Вітчизняний нормативний документ розширено новими розділами, зокрема, розділом «Порядок проведення паралельних спостережень під час випробовування нових приладів та вимірювальних систем». У розділі запропоновано новий методичний підхід щодо проведення паралельних спостережень під час випробування нових засобів вимірювальної техніки, а також упорядковано питання

оформлення впровадження у виробничу експлуатацію нових засобів вимірювальної техніки.

Паралельні спостереження провадять у разі перенесення метеорологічної станції на нове місце.

Причини перенесення метеорологічної станції можуть бути різні, тому рішення щодо доцільності проведення паралельних спостережень приймають у кожному окремому випадку.

Якщо на попередньому місці метеорологічну станцію визнано не репрезентативною, тобто дані спостережень не можуть характеризувати метеорологічні умови навколишньої місцевості, а однорідність рядів метеорологічних величин було порушено, то проводити паралельні спостереження взагалі немає сенсу.

Якщо ж на попередньому місці через зміни в умовах функціонування станції (забудова навколишньої території, оптимізація мережі спостережень тощо) немає можливості далі продовжувати спостереження, паралельні спостереження провадять, якщо фізико-географічні умови розташування станцій (форма рельєфу, характер рослинності, режим вологості тощо) на старому і новому місці схожі, тобто є підстава вважати, що однорідність у рядах спостережень не буде порушено.

Організація паралельних метеорологічних спостережень на двох майданчиках потребує додаткових фінансових та матеріальних витрат (утримання додаткового персоналу, встановлення додаткової кількості приладів), тому спостереження проводять за скороченою програмою, вимірюють температуру та вологість повітря, а також швидкість вітру лише в основні строки спостережень - 00, 06, 12 та 18 год. за МСЧ.

Якщо немає можливості організувати паралельні спостереження в 00 год. середні добові значення розраховують за даними трьох строків спостережень, але додатково використовують дані самописів за нічну частину доби. Значення абсолютного мінімуму і абсолютного максимуму температури вибирають за даними максимального і мінімального термометрів за відповідну добу. Середні добові значення швидкості вітру розраховують за даними спостережень за три строки.

Паралельні метеорологічні спостереження рекомендовано провадити протягом року, але якщо такої можливості немає, то не менше ніж упродовж одного місяця.

Якщо і такої можливості немає, паралельні спостереження не провадять, а оцінку однорідності даних на попередньому і новому місці розташування станції роблять після отримання достатньої кількості даних на новому місці (за період не менший ніж 10 років).

Різниці в середніх значеннях метеорологічних величин на попередньому і новому місці, одержані під час паралельних спостережень, порівнюють з допустимими значеннями, які наведено в додатку Д [2].

Перевищення допустимих значень протягом року або протягом кількох місяців підряд свідчать про те, що однорідність ряду спостережень порушена, і для нового місця розташування станції не можна використовувати норми метеорологічних параметрів, розраховані для попереднього місця її розташування. Необхідно отримати нові норми, визначені за даними спостережень на новому місці розташування станції.

Якщо різниці значень метеорологічних величин на попередньому і новому метеомайданчику не перевищують допустимі значення, або якщо перевищення відмічене тільки в окремі місяці (тобто вони носять випадковий характер), вважають, що спостереження на новому місці продовжують ряд спостережень, створений на

попередньому місці, і в зв'язку з перенесенням станції не потрібно перераховувати норми.

Під час розроблення розділу «Порядок проведення паралельних спостережень під час випробовування нових приладів та вимірювальних систем» використано деякі положення та таблиці допустимих значень відхилень з документа [5], який встановлює порядок проведення спостережень за допомогою «Автоматизированной гидрометеорологической системы наземной обслуживаемой» (АГМС-НО). У додатку 2 цього документа вміщено порядок проведення паралельних спостережень за допомогою АГМС-НО і штатних приладів метеорологічної станції протягом одного місяця.

Цей додаток стосується лише паралельних спостережень під час введення системи АГМС-НО в експлуатацію на метеорологічній станції і не підходить повною мірою для використання під час виробничих випробувань нових приладів та вимірювальних систем.

Постала також необхідність уточнити допустимі значення (допуски) різниць метеорологічних даних, виміряних за допомогою нових приладів і штатних приладів станції.

У табл. 1 наведено допустимі різниці в строкових, середніх добових та середніх місячних значеннях ряду метеорологічних параметрів відповідно до попереднього [2] та нового [5] нормативних документів (НД).

З таблиці видно, що допустимі різниці $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ у строкових значеннях температури ґрунту на глибинах на ділянці з природним покривом у попередньому НД були занадто великі, а допуск ± 1 мм для кількості опадів за добу (сума опадів не менша за 1 мм) завищений для малої кількості опадів і занижений для великої.

Крім того, в документі [2] значно зменшено допуски для середніх значень температури ґрунту за добу. Підставою для цього стали фактичні результати паралельних спостережень на метеорологічних станціях. Адже сучасні вимірювачі температури мають значно кращі характеристики ніж ті, які застосовували в АГМС-НО.

Відповідно до [1] допустима різниця між показами спиртових термометрів ТМ-2 (спирт) і ртутних строкових ТМ-3 в строк спостережень на поверхні ґрунту не повинна перевищувати $1,0^{\circ}\text{C}$. До такої різниці температури можуть призвести неоднаковий розмір елементів ґрунту навколо резервуарів термометрів, а за умов сонячної погоди – неоднакове занурення резервуарів термометрів у ґрунт тощо.

Зокрема, термометр, у якого резервуар трохи присипаний ґрунтом, у денні години може показати температуру на $3-5^{\circ}\text{C}$ вищу, ніж термометр, у якого резервуар занурений у ґрунт наполовину. Термометр, заглиблений у ґрунт на весь діаметр резервуара, може показати в денні години температуру на $2-3^{\circ}\text{C}$ нижчу, ніж правильно встановлений термометр. У нічні години розходження дещо менші і можуть становити $1-2^{\circ}\text{C}$ [6].

Розміщення термометрів і датчиків на оголеній ділянці теж певним чином впливає на різницю показів. Штатні термометри станції встановлюють в центрі оголеної ділянки [1]. Якщо датчики встановлюють ближче до краю ділянки, де відчутніший вплив трав'яного покриву, це призводить до додаткової різниці показів датчиків і термометрів.

Як показали дослідження, проведені на метеорологічному майданчику об'єднаної гідрометеорологічної станції Київ, різниця між показами однотипних термометрів, установлених на поверхні в центрі оголеної ділянки і біля її краю, за ясної сонячної погоди може досягати $2-2,5^{\circ}\text{C}$. Ураховуючи ці обставини, в [2] допустимий відхил для паралельних спостережень у строк за температурою поверхні ґрунту був збільшений до $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1. Максимально допустимі відхилення показів штатних і нових приладів

Метеорологічна величина		Для середнього значення за місяць		Для середнього значення за добу		Для значення в строк	
		Поперед-ній НД	Новий НД	Поперед-ній НД	Новий НД	Поперед-ній НД	Новий НД
1	Температура повітря, °С	±0,5	±0,5	±0,3	–	±1,0	±1,0
2	Атмосферний тиск, гПа	±0,5	±0,5	±0,2	–	±0,7	±0,7
3	Швидкість вітру: – середня 0-5 м·с ⁻¹	±0,5	±0,5	±0,6	±0,6	±1	±1
4	– максимальний порив >5 м·с ⁻¹	±0,5	±0,5	±0,6	±0,6	±2	±2
5	Напрямок вітру, градус	–	–	–	–	±20	±20
6	Температура ґрунту на глибинах, °С: – на оголеній ділянці	±0,5	±0,5	±1,8	±1,0	±1,0	±1,2
7	– на ділянці з природним покривом	±0,5	±0,5	±2,5	±0,8	±2,0	±1,5
8	Температура поверхні ґрунту, °С	±1,0	±1,0	±2,5	±1,0	±1,0	±1,5
9	Сума рідких опадів: – до 1 мм	–	–	±0,2мм	±0,2мм	±0,2мм	±0,2мм
10	– 1 мм і більше	–	–	1.0 мм	±5%	1.0 мм	±5%
11	Інтенсивність опадів, мм·хв ⁻¹			15% добової суми	±10% від суми опадів за дощ	±10%	±10%

У табл. 2 наведено дані паралельних спостережень за температурою ґрунту на Карпатській гідрометеорологічній обсерваторії за липень і жовтень 2012 р. за

допомогою штатних приладів та термометрів опору в складі комплекту датчиків ДПСА.

Таблиця 2. Узагальнені результати паралельних спостережень за температурою ґрунту на оголеній ділянці

Температура, °С	Місяць	Штатні термометри	Термометри опору	Різниця
На глибині 5 см	липень	23,2	23,1	0,1
10 см		22,6	22,7	0,1
15 см		22,2	22,4	0,2
На глибині 5 см	жовтень	9,9	9,8	0,1
10 см		10,5	10,4	0,1
15 см		10,7	10,7	0,0

Відповідно до документа [2], результати вимірювання метеорологічних величин новими приладами визнають достовірними, якщо:

– різниці середніх значень (місячних, добових, строкових) не перевищують максимально допустимі відхили показів штатних та нових приладів для середніх характеристик відповідно до додатка Д [2];

– різниці екстремальних значень не перевищують максимально допустимі відхили для строкових вимірювань;

– кількість різниць строкових вимірів, більших за максимально допустимі, не перевищує 12 % від загальної кількості вимірювань (30 з 248 випадків за місяць).

У липні 2012 р. за даними Карпатської ГМО кількість різниць строкових вимірів, більших за максимально допустимі, становила 0,4%, 1,6% та 4,1% відповідно на глибинах 5, 10 і 15 см.

У табл. 3 наведено узагальнені результати паралельних вимірювань температури ґрунту на глибинах, що проводили за допомогою вимірювача температури ґрунту ІТП-16 та штатних приладів з 20 вересня по 30 жовтня 2006 р. на метеостанції Комсомольське (нова назва – Слобожанське).

Таблиця 3. Різниці показів температури ґрунту на глибинах за даними датчиків ІТП-16 та штатних приладів

	Температура поверхні ґрунту, °С	Температура ґрунту на оголеній ділянці, °С	Температура ґрунту під природним покривом, °С
Середнє відхилення	0,2	-0,2 0,1 -0,2 0,1	0,2 0,3 0,2 0,1
Кількість випадків, коли перевищено допуск, в %	3	немає	немає

Як видно з табл. 2 і 3, одержані результати вкладаються в допуски відповідно до додатка Д [2], проте датчики, установлені на поверхні ґрунту, необхідно було додатково дослідити в зимовий період.

Дослідження, які проводили на метеостанції Бориспіль у холодну пору року, показали, що за наявності снігового покриву різниці показів можуть бути значно більшими. Деякі дані, одержані новими датчиками за січень та березень 2006 р., були забраковані з технічних причин.

Додаткові порівняння даних вимірювань датчиків та ртутних термометрів на поверхні снігу показали, що датчик на поверхні снігу, особливо свіжого, не тримається і занурюється в сніг. Унаслідок цього виміряні значення температури поверхні снігу завищуються. Тому розробникам приладу було рекомендовано передбачити пристрій для утримання датчика на поверхні снігу.

У літній період, за результатами паралельних спостережень на об'єднаній гідрометеорологічній станції Київ було виявлено, що на сонці виготовлені з металу датчики нагріваються значно більше, ніж скло ртутного термометра, що призводить до великих різниць у показах датчиків і штатних термометрів. Пофарбування верхньої частини чутливого елемента в білий колір дозволило виправити ситуацію.

Висновки. Уточнення методики проведення паралельних метеорологічних спостережень під час випробовування нових приладів та вимірювальних систем дозволило не лише удосконалити роботу з порівняння показів нових та штатних метеорологічних приладів, а й оперативно надавати рекомендації розробникам засобів вимірювальної техніки щодо усунення недоліків, виявлених під час проведення паралельних вимірювань.

Список літератури

1. КД 52.4.8.03-11. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, частина 1: Метеорологічні спостереження на станціях – К.: Ніка-Центр. – 2011. – 279 с. 2. Методичні вказівки. Паралельні метеорологічні спостереження на станціях. – К.: – 2015. – 15 с. 3. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. Гл.1. ВМО №8, Женева.–2000. – С. 1-13. 4. РД 52.04-26-84. Методические указания. Проведение параллельных метеорологических наблюдений при переносе станций. – Л. – 1984.– 11 с. 5. РД 52.04 Методические указания. Производство наблюдений на метеорологической станции, оснащенной АГМС-НО. – М.: 1991– 28 с. 6. Рекомендации по анализу результатов пространственного контроля режимной метеорологической информации. – СПб.: 1993 – С. 72.

Методичні аспекти паралельних метеорологічних спостережень

Швень Н.І., Манукало В.О.

Розглянуто методичні уточнення і зміни, внесені до нової редакції нормативного документа «Методичні вказівки. Паралельні метеорологічні спостереження на станціях». Уточнення методики проведення паралельних метеорологічних спостережень під час випробовування нових приладів та вимірювальних систем дозволяє вдосконалити роботу з порівняння показів нових та штатних метеорологічних приладів та ефективніше співпрацювати з розробниками засобів вимірювальної техніки щодо усунення недоліків, виявлених під час проведення паралельних вимірювань.

Ключові слова: паралельні метеорологічні спостереження, допустимі відхили, нові прилади.

Методические аспекты параллельных метеорологических наблюдений

Швень Н.И., Манукало В.А.

Рассмотрены методические уточнения и изменения, внесенные в новую редакцию нормативного документа «Методические указания. Параллельные метеорологические наблюдения на станциях». Уточнение методики параллельных метеорологических наблюдений при испытании новых приборов и измерительных систем позволяет совершенствовать работу по сравнению показаний новых и штатных метеорологических приборов, а также более эффективно сотрудничать с разработчиками средств измерительной техники по устранению недостатков, обнаруженных во время проведения параллельных наблюдений.

Ключевые слова: параллельные метеорологические наблюдения, допустимые отклонения, новые приборы.

Methodical aspects of parallel meteorological observations

Shven N., Manukalo V.

The paper considers methodological refinements and changes to the new edition of the normative document "Guidance. Parallel meteorological observations at stations".

The refinement of the method of parallel meteorological observations during the testing of new instruments and measuring systems makes it possible to improve work comparing the indications of new and regular meteorological instruments, and also to cooperate more effectively with the developers of measuring equipment to eliminate the shortcomings discovered during parallel observations. It is explained how to organize parallel observations on two meteorological sites during the relocation of the meteorological station. Changed criteria for permissible differences for soil temperature and precipitation amount for day and in the time of observations.

Key words: *parallel meteorological observations, permissible deviations, new devices.*

Надійшла до редколегії 23.03.2018

УДК 556

Хильчевский В.К., Круковская А.В., Гребень В.В.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

25 ЛЕТ ДЕЯЛЬНОСТИ СПЕЦСОВЕТА ПО ЗАЩИТЕ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГИДРОЛОГИИ И МЕТЕОРОЛОГИИ В КИЕВСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО (1993-2018 гг.)

Ключевые слова: *специализированный ученый совет, докторская диссертация, кандидатская диссертация, гидрология, метеорология.*

Вступление. В 1992 г. была создана Высшая аттестационная комиссия (ВАК) Украины как центральный орган исполнительной власти, подведомственный Кабинету Министров Украины. Руководство работой ВАК Украины осуществлял ее председатель.

Напомним, что в бывшем СССР ВАК был учрежден в 1932 г., а фактическую работу начал с 1934 г. Тем самым восстанавливалась система аттестации научных кадров, прерванная в 1918 г., когда были отменены учёные степени в высших учебных заведениях, введенные в Российской империи еще с начала XIX ст. и присуждавшиеся тогда в университетах.

Основным заданием ВАК Украины была аттестация научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации. ВАК Украины взял за основу бывшую советскую модель специализированных ученых советов, систему кодировки названий научных специальностей, по которым защищаются диссертации на получение научной степени кандидата и доктора наук. Так, научные специальности по гидрологии и метеорологии (с присвоением научной степени в отрасли географических наук) получили следующие шифры и полные названия: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия; 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология.

В 2010 г. Высшая аттестационная комиссия Украины была ликвидирована. Функции аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации возложены на Аттестационную коллегию Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, которое в 2013 г. было переименовано в Министерство образования и науки (МОН) Украины. Председателем Аттестационной коллегии МОН Украины является министр образования и науки.

На Аттестационную коллегию МОН Украины возложены следующие задачи: участие в формировании сети специализированных ученых советов; утверждение решений специализированных ученых советов о присуждении научных степеней доктора наук и кандидата наук; присвоении ученых званий старшего научного сотрудника (с 2014 г. – старшего исследователя), доцента и профессора научным и научно-педагогическим работникам высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов. В Украине степень – научная, звание – ученое [3].

Непосредственную оперативную работу по подготовке материалов для аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации обеспечивает департамент аттестации кадров (ДАК) МОН Украины, при котором действуют профессиональные экспертные советы по отраслям наук, по которым

присуждается научная степень, в частности, единый экспертный совет по геологическим и географическим наукам. Следует отметить, что до 2012 г. действовали два отдельных экспертных совета: по географическим наукам; по геологическим наукам.

Спецсовет по гидрологии и метеорологии в КНУ имени Тараса Шевченко.

В 1992 г. перед гидрологами и метеорологами Украины возникла задача создания специализированных ученых советов, поскольку раньше защиты диссертаций по гидрологии происходили за пределами Украины. Для создания первого в истории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко специализированного ученого совета по гидрологии и метеорологии значительные организационные усилия приложила кафедра гидрологии и гидрохимии (тогдашнее название кафедры гидрологии и гидроэкологии) географического факультета, роль которой в развитии университетской гидрологии в Украине в конце XX ст. – в начале XXI ст. достаточно заметна [1, 5].

Период 1993-2003 гг. – председатель спецсовета В.И. Пелешенко. В 1993 г. был создан специализированный ученый совет (спецсовет) Д 01.01.02 (с 1998 г. – Д 26.001.22) в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко с правом принятия к рассмотрению и проведению защиты диссертаций на соискание научной степени доктора и кандидата географических наук по специальностям: 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия; 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология (приказ ВАК Украины № 59 от 10 мая в 1993 г.). В состав спецсовета первой каденции входило 17 человек. Председателем спецсовета назначен В.И. Пелешенко – доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, заведующий кафедрой гидрологии и гидрохимии географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (фото 1). Заместителем председателя спецсовета – В.М. Волощук, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии, директор Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (с 2013 г. – Украинский гидрометеорологический институт Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям и Национальной академии наук Украины). Ученым секретарем – В.К. Хильчевский, в то время кандидат географических наук, доцент кафедры гидрологии и гидрохимии.

Собственно, создание в 1993 г. спецсовета в университете стало признанием ведущей роли в Украине научной гидролого-гидрохимической школы Киевского университета имени Тараса Шевченко [2, 6].

Следует также отметить, что спецсовет по этим же специальностям в 1993 г. был создан и в Одесском гидрометеорологическом институте (с 2001 г. – Одесский государственный экологический университет). Таким образом, в Украине длительное время работало всего два таких спецсовета.

За период 1993-2003 гг. в спецсовете Киевского университета были защищены 27 диссертационных работ: 22 диссертации – по гидрологии (6 докторских и 16 кандидатских); 5 диссертаций – по метеорологии (все кандидатские).

Период 2003-2018 гг. – председатель спецсовета В.К. Хильчевский. Через десять лет, в 2003 г. председателем спецсовета Д 26.001.22 в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко ВАК Украины назначил В.К. Хильчевского – доктора географических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники Украины, заведующего кафедрой гидрологии и гидроэкологии (название с 2002 г.) географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (фото 2). Заместителем председателя спецсовета – В.А. Прусова, доктора физико-математических наук,

профессора, профессора кафедры метеорологии и климатологии. Ученым секретарем – В.В. Гребня, в то время кандидата географических наук, доцента кафедры гидрологии и гидроэкологии.

В процессе работы спецсовет переутверждался ВАК Украины, в основном, через три года. Его состав колебался от 17 до 13 человек (фото 3-5). В 2013 г. состоялась замена заместителя председателя спецсовета и ученого секретаря. Заместителем председателя спецсовета стал С.И. Снежко – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Ученым секретарем – А.В. Круковская, кандидат географических наук, ассистент кафедры метеорологии и климатологии.

В составе спецсовета, утвержденного на 2016-2018 гг., остались три доктора наук, которые начинали работу в спецсовете первой каденции (в 1993 г.): В.К. Хильчевский, П.Н. Линник, В.М. Тимченко [9, 10].

Спецсовет Д 26.001.22, утвержденный МОН Украины для работы на период с 16 мая в 2016 г. до 16 мая в 2018 г., состоит из 17 человек (приказ МОН Украины № 515 от 16 мая в 2016 г.). В составе спецсовета: 13 докторов географических наук (8 – представляют специальность 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия; 5 – специальность 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология), 1 доктор геологических наук (11.00.07), 1 доктор физико-математических наук (11.00.09), 1 доктор химических наук (11.00.07) – табл. 1.

Таблица 1. Динамика состава специализированного ученого совета Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко по защите диссертационных работ (доктора и кандидата географических наук) по специальностям 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия и 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология, 1993-2018 гг.

№ п/п	Фамилия, имя, отчество члена спецсовета	Научная степень, ученое звание	Учреждение	Специальность в спецсовете	Годы пребывания в спецсовете
1	2	3	4	5	6
Состав спецсовета, утвержденный МОН Украины на 2016-2018 гг.					
1.	Хильчевский Валентин Кириллович – <i>председатель спецсовета с 2003 г.</i>	д.геогр.н., проф.	КНУТШ*	11.00.07	1993-2018 (1993-1998 – ученый секретарь спецсовета)
2.	Снежко Сергей Иванович – <i>зам. председателя спецсовета с 2013 г.</i>	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.09	2003-2018
3.	Антоненко Владимир Степанович	д.геогр.н., проф.	УкрГМИ КНУКиИ	11.00.09	2003-2018
4.	Герасименко Наталья Петровна	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.09	2016-2018
5.	Гребень Василий Васильевич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2000-2018 (2000-2012 – ученый секретарь спецсовета)
6.	Комлев Александр Александрович	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2010-2018
7.	Кошляков Алексей Евгеньевич	д.геол.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2013-2018



Фото 1. В.И. Пелешенко – доктор географ. наук, профессор, засл. деятель науки и техники УССР, председатель спецсовета по гидрологии и метеорологии Д 26.001.22 КНУ им. Т. Шевченко в 1993-2003 гг.



Фото 2. В.К. Хильчевский – доктор географ. наук, профессор, засл. деятель науки и техники Украины, председатель спецсовета по гидрологии и метеорологии Д 26.001.22 КНУ им. Т. Шевченко в 2003-2018 гг.



Фото 3. Члены спецсовета по гидрологии и метеорологии Д 26.001.22 КНУ им. Т. Шевченко в 2011 г. (слева направо): первый ряд – В.Ф. Мартазинова, В.К. Хильчевский (председатель), А.М. Пирнач; второй ряд – В.В. Гребень (ученый секретарь), А.Г. Ободовский, П.Н. Линник, В.М. Тимченко, В.Н. Самойленко, В.И. Осадчий, В.С. Антоненко, А.А. Комлев, С.И. Снежко, В.А. Прусов (зам. председателя)



Фото 4. Члены спецсовета по гидрологии и метеорологии Д 26.001.22 КНУ им. Т. Шевченко в 2015 г. (слева направо): первый ряд – В.Ф. Мартазинова, В.К. Хильчевский (председатель), А.В. Круковская (ученый секретарь); второй ряд – А.Г. Ободовский, В.Н. Самойленко, В.М. Бойко (оппонент), С.И. Снежко (зам. председателя), В.И. Осадчий, В.М. Тимченко, В.С. Антоненко, В.В. Гребень, П.Н. Линник, А.Е. Кошляков



Профессор
В.М. Тимченко



Член-корр. НАНУ
В.И. Осадчий



Профессор
А.Г. Ободовский



Профессор
В.В. Гребень



Профессор
С.И. Снежко



Профессор
П.Н. Линник



Профессор
В.Ф. Мартазинова



Ученый секретарь
А.В. Круковская

Фото 5. Члены спецсовета по гидрологии и метеорологии Д 26.001.22 КНУ им. Т. Шевченко во время дискуссий на защитах диссертационных работ

1	2	3	4	5	6
8.	Линник Петр Никитович	д.х.н., проф.	ИГБ НАНУ	11.00.07	1993-2018
9.	Ободовский Александр Григорьевич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2003-2018
10.	Осадчий Владимир Иванович	д.геогр.н., член.-кор. НАНУ	УкрГМИ	11.00.07	2009-2018
11.	Полевой Анатолий Николаевич	д.геогр.н., проф.	ОГЭКУ	11.00.09	2016-2018
12.	Прусов Виталий Арсеньевич	д.ф.-м.н., проф.	КНУТШ	11.00.09	1998-2018 (2003-2012 – зам. пред. спецсовета)
13.	Самойленко Виктор Николаевич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2003-2018
14.	Стецюк Владимир Васильевич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	2016-2018
15.	Тимченко Владимир Михайлович	д.геогр.н., проф.	ИГБ НАНУ	11.00.07	1993-2018
16.	Тимофеев Владислав Евгениевич	д.геогр.н.	УкрГМИ	11.00.09	2016-2018
17.	Круковская Алла Владимировна – ученый секретарь спецсовета с 2013 г.	к.геогр.н.	КНУТШ	11.00.09	2013-2018
Члены спецсовета в предыдущие годы (1993-2015 гг.)					
18.	Буйков Михаил Васильевич	д.ф.-м.н., проф.	НИИРЭ НААНУ, УкрГМИ	11.00.09	1993-2002
19.	Волощук Владимир Михайлович	д.ф.-м.н., проф.	КНУТШ	11.00.09	1993-2003 – зам. пред. спецсовета
20.	Гаргер Евгений Константинович	д.ф.-м.н., с.н.с.	НДИРЭ НААНУ	11.00.09	1993-1998
21.	Горев Леонид Николаевич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	1993-1999
22.	Денисова Александра Ивановна	д.геогр.н., с.н.с.	ИГБ НАНУ	11.00.07	1993-1995
23.	Дмитренко Виталий Павлович	д.геогр.н., проф.	УкрГМИ	11.00.09	1993-2013
24.	Закревский Дмитрий Васильевич	д.геогр.н., с.н.с.	КНУТШ	11.00.07	1995-2003
25.	Зимболевская Лидия Николаевна	д.б.н., с.н.с.	ИГБ НАНУ	11.00.07	1993-1995
26.	Иваненко Александр Григорьевич	д.геогр.н., проф.	ОГЭКУ	11.00.07	1993-1995
27.	Кирилюк Мирослав Иванович	д.геогр.н., проф.	ЧНУЮФ	11.00.07	1993-1998
28.	Мартазинова Вазира Файзуловна	д.ф.-м.н., проф.	УкрГМИ	11.00.09	2002-2015
29.	Мольчак Ярослав Александрович	д.геогр.н., проф.	ВНУЛУ, ЛНТУ	11.00.07	1993-2003
30.	Набиванец Богдан Йосифович	д.х.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	1993-2003
31.	Пелешенко Василий Илларионович	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.07	1993-2006 (1993-2003 – председа- тель спец- совета)

1	2	3	4	5	6
32	Пирнач Анна Михайловна	д.ф.-м.н., с.н.с.	УкрГМИ	11.00.09	1993-2011
33.	Половина Иван Петрович	д.геогр.н., проф.	НПУМД	11.00.09	1998-2003
34.	Полонский Александр Борисович	д.геогр.н., проф.	МГФИ НАНУ	11.00.09	2003-2006
35.	Ромась Николай Иванович	д.геогр.н., с.н.с.	КНУТШ	11.00.07	1998-2009 (1998-2000 – ученый секретарь спецсовета)
36.	Щербань Михаил Ильич	д.геогр.н., проф.	КНУТШ	11.00.09	1993-1995
37.	Яцык Анатолий Васильевич	д.т.н., проф.	УкрНИИ ВЭП	11.00.07	1999-2003

Примечание:* – сокращенные названия учреждений: КНУТШ – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко; УкрГМИ – Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС Украины и НАН Украины (г. Киев); ИГБ НАНУ – Институт гидробиологии НАН Украины (г. Киев); МГФИ НАНУ – Морской гидрофизический институт НАН Украины (г. Севастополь); НИИРЭ НААНУ – Научно-исследовательский институт радиоэкологии Национальной академии аграрных наук Украины; ОГЭКУ – Одесский государственный экологический университет; ЧНУЮФ – Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича; ВНУЛУ – Волынский национальный университет имени Леси Украинки (сейчас Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки) (г. Луцк); ЛНТУ – Луцкий национальный технический университет; НПУМД – Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова (г. Киев); УкрНИИВЭП – Украинский научно-исследовательский институт водохозяйственно-экологических проблем (г. Киев).

За 25-летнюю историю спецсовета Д 26.001.22 КНУ имени Тараса Шевченко в активе его деятельности 105 диссертационных работ, представленных из 14 учреждений (высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов): 102 диссертации защищены; 3 диссертации принято к защите (запланировано на май 2018 г.). В целом, 27 диссертаций защищены в течении первых 10 лет (1993-2003 гг.), когда председателем спецсовета был В.И. Пелешенко; 78 диссертаций приходится на следующие 15 лет (2003-2018 гг.), когда совет возглавлял В.К. Хильчевский.

В среднем за год в специализированном совете защищалось 3–4 диссертационные работы. Наибольшее количество защит пришлось на 2013 г. – 10, ни одной защиты не было в 2006 г. (рис. 1).

Докторских диссертаций защищено всего 18 (среди которых 2 – переаттестованы в 1993 г. и в 2011 г., эти работы были защищены за рубежом). Кандидатских диссертаций – 87 (84 – защищено, 3 – принято к защите). Среди кандидатских диссертаций также было две переаттестации защищенных за рубежом диссертаций – в 2003 г. и в 2017 г. (табл. 2).

Наблюдается некоторый дисбаланс защит по специальностям, представленным в спецсовете. Среди защищенных 18-ти докторских диссертаций преобладают работы по специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (16 диссертаций или 89 %) и только 2 докторские диссертации (или 11 %) – по специальности 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология (рис. 2).

Среди 87 кандидатских диссертаций также преобладают работы по специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия (66 диссертаций, или 76 %) и 21 кандидатская диссертация (или 24 %) – по специальности 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология (рис. 2).

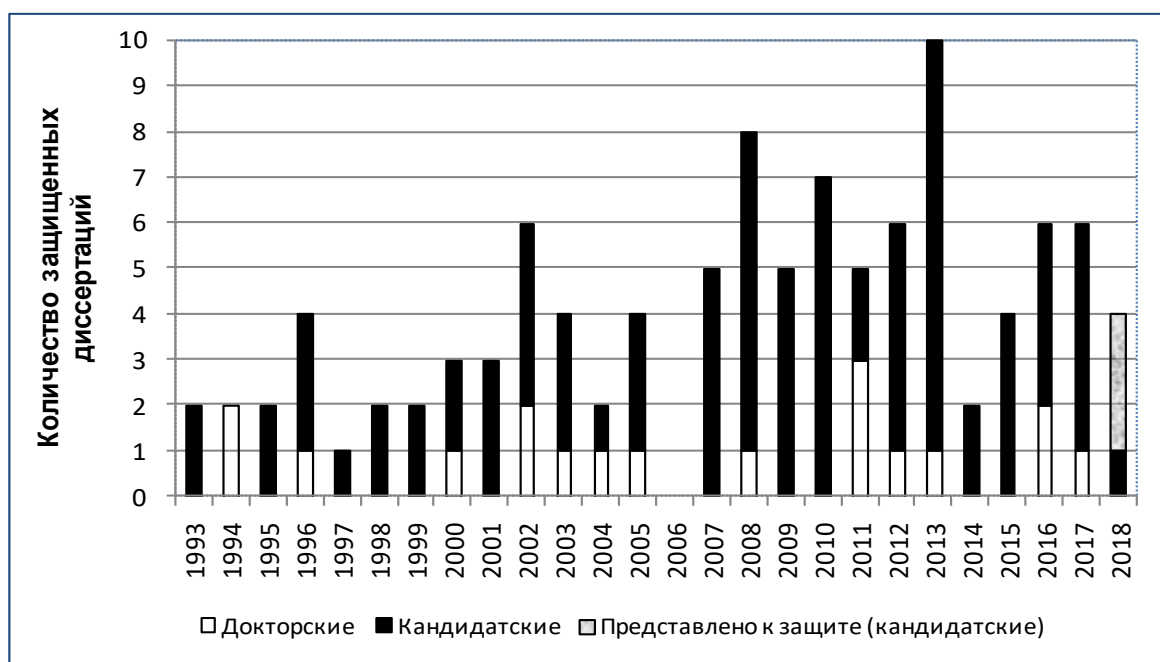


Рис. 1. Количество защищенных докторских и кандидатских диссертаций в спецсовете Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко за период 1993-2018 гг.

Таблица 2. Распределение защищенных в специализированном ученом совете Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко диссертационных работ доктора и кандидата географических наук по гидрологии (11.00.07) и метеорологии (11.00.09) по годам и специальностям, 1993-2018 гг.

Год защиты	Фамилии и инициалы соискателей научной степени			
	Специальность – 11.00.07		Специальность – 11.00.09	
	докторские	кандидатские	докторские	Кандидатские
1	2	3	4	5
I период. Председатель спецсовета – В.И. Пелешенко				
1993		Осадчая Н.Н. Белоконь В.Н.		
1994	Закревский Д.В.* Гопченко Е.Д.			
1995		Шерстюк Н.П. Искра И.В.		
1996	Хильчевский В.К.	Шуляренко А.В.		Попытченко Л.Н. Ковальчук В.В.
1997		Дубняк С.С.		
1998		Шуляренко И.П. Гребень В.В.		
1999		Степанян С.В. Галущенко А.Н.		
2000	Самойленко В.Н.	Морозова А.О.		Свердлик Т.А.
2001		Яцюк М.В.		Бойченко С.Г. Скорупский Б.В.
2002	Ободовский А.Г. Снежко С.И.	Фесюк В.А. Мельник В.Й. Аксем С.Д. Курило С.М.		

1	2	3	4	5
II период. Председатель спецсовета – В.К. Хильчевский				
2003	Ромась Н.И.	Романчук М.Е. Смирнова В.Г.*		Остапчук В.В.
2004	Киндюк Б.В.	Лукьянец О.И.		
2005	Ющенко Ю.С.	Ромась И.Н. Горбачова Л.А. Забокрицкая М.Р.		
2006	-	-		-
2007		Тимченко О.В. Коноваленко О.С. Чорноморец Ю.А. Гопчак И.В.		Дворецкая И.В.
2008	Осадчий В.И.	Чунарев А.В. Ярошевич А.Е.		Балабух В.А. Круковская А.В. Иванова Е.К. Шпиг В.М. Чайка Д.Ю.
2009		Струтинська В.Н. Розлач З.В. Кирилюк А.А.		Скриник О.А. Шевченко О.Г.
2010		Игнатенко И.И. Приймаченко Н.В. Паланичко О.В. Холоденко В.С. Косяк Д.С. Боднарчук Т.В. Косовец- Скавронская Е.А.		
2011	Гребень В.В. Осадчая Н.Н. Будник С.В.*	Кравчинский Р.Л. Жежеря В.А.		
2012	Шакирзанова Ж.Р.	Вандюк Н.С. Гуляева О.А. Василенко Е.В.		Сидоренко А.В. Сиряк Н.В.
2013	Соловей Т.В.	Мостовая Н.М. Винарчук О.А. Москаленко С.А. Розлач В.О. Мельник А.А. Басюк Т.А. Куприков И.В. Ухань О.А.		Клок С.В.
2014		Данько К.Ю. Жежеря Т.П.		
2015		Баужа Т.А. Христюк Б.Ф. Настюк Н.Г. Караван Ю.В.		
2016		Рахматуллина Э.Р. Павельчук Е.М. Коржов Е.И.	Тимофеев В.Е. Ильин Ю.П.	Олексиенко И.Н.
2017	Горбачова Л.А.	Лузовицкая Ю.А. Ободовский Ю.А. Кошкина О.В.		Гнатюк Н.В. Швень Н.И.*
2018		Осипов В.В.		

1	2	3	4	5
2018: принято к защите**		Батог С.В. Клебанов Д.А.		Савенец М.В.
За I период (1993-2003 гг.): 27 диссертаций	6	16	0	5
За II период (2003-2018 гг.): 78 диссертаций	10	50	2	16
Всего: 105 диссертаций	16	66	2	21

Примечание: * – диссертационные работы, которые прошли переаттестацию в спецсовете (ранее защищены в Российской Федерации); ** – защита принятых 3-х диссертаций запланирована на май 2018 г.

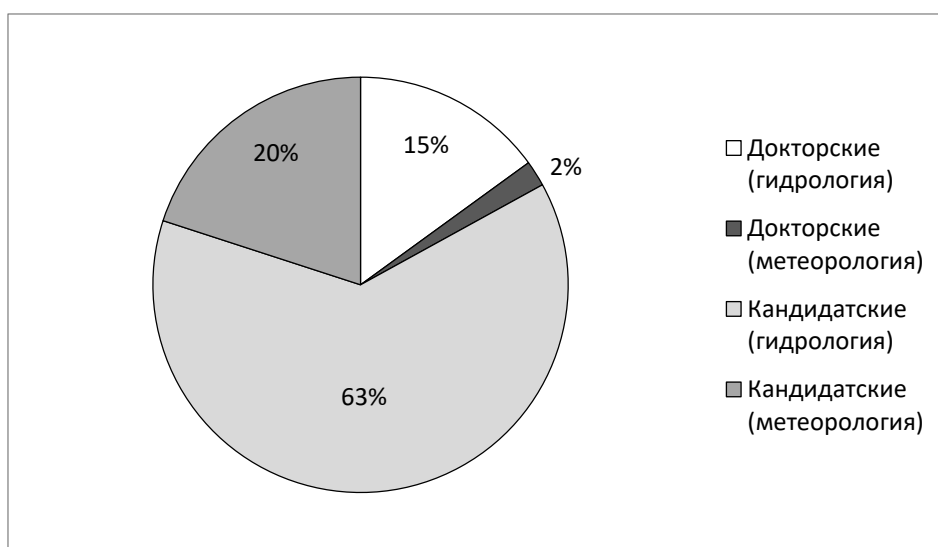


Рис. 2. Процентное соотношение количества защищенных докторских и кандидатских диссертаций в спецсовете Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко за период 1993-2018 гг., %

Среди защищенных в спецсовете 16 докторских диссертаций по гидрологии 37 % составляют работы из Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, 19 % – из Украинского гидрометеорологического института (УкрГМИ) ГСЧС Украины и НАН Украины, 13 % – из Одесского государственного экологического университета, 31 % – из других учреждений.

2 докторские диссертации по специальности 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология, которые были защищены в спецсовете, представлены из УкрГМИ.

Среди 66 кандидатских диссертаций по гидрологии 36 % составляют работы из Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, 21 % – из Института гидробиологии НАН Украины, 20 % – из Украинского гидрометеорологического института.

Среди 21 кандидатской диссертации по метеорологии 62 % подготовлено в УкрГМИ, 33 % – в КНУ имени Тараса Шевченко, 5 % – в Одесском государственном экологическом университете (табл. 3).

Таблица 3. Учреждения, в которых выполнялись диссертационные работы, защищенные в специализированном ученом совете Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в 1993-2018 гг.

Название учреждения, количество диссертационных работ			
Специальность – 11.00.07		Специальность – 11.00.09	
докторские	кандидатские	докторские	Кандидатские
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко – 6	Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко – 24	Украинский гидрометеорологический институт, г. Киев – 2	Украинский гидрометеорологический институт, г. Киев – 13
Украинский гидрометеорологический институт, г. Киев – 3	Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев – 14		Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко – 7
Одесский государственный экологический университет – 2	Украинский гидрометеорологический институт, г. Киев – 13		Одесский государственный экологический университет – 1
Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича – 2	Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича – 6		
Одесский национальный политехнический университет – 1	Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно – 5		
НИЦ водохозяйственно-экологического мониторинга и оптимизации водопользования, м. Киев – 1	Одесский государственный экологический университет – 1		
Житомирский национальный агроэкологический университет – 1	Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк – 1		
	Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина – 1		
	Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара – 1		
Всего: 16	Всего: 66	Всего: 2	Всего: 21

Распределение защищенных диссертационных работ по объектам исследований представлено в табл. 4.

Из защищенных докторских диссертаций по гидрологии (специальность – 11.00.07) значительная часть посвящена водным объектам территории Украины в целом (8 работ), рекам Украинского Полесья (3) и Украинских Карпат (2), болотам постгляциальных территорий Украины и Польши (1), рекам бассейна Днепра в пределах Украины (1), водоемам-охладителям ТЭС и АЭС (1).

Таблица 4. Распределение диссертационных работ, защищенных в специализированном ученом совете Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в 1993-2018 гг., по территориальным признакам исследований

Объекты исследований, территории; количество диссертационных работ			
Специальность – 11.00.07		Специальность – 11.00.09	
докторские	кандидатские	Докторские	кандидатские
1	2	3	4
Территория Украины в целом – 8	Днепровские водохранилища – 11	Антарктида, Антарктический полуостров – 1	Территория Украины в целом – 18
Бассейн р. Днепр – 1	Реки Украинских Карпат – 11	Акватории Черного и Азовского морей – 1	Территория Донбасса – 1
Реки Украинского Полесья – 2	Бассейн р. Днепр – 4		Территория г. Киева – 1
Реки Украинских Карпат – 2	Бассейн р. Десна – 3		Территория Антарктического полуострова (в районе Украинской станции «Академик Вернадский») – 1
Водоемы-охладители ТЭС и АЭС – 1	Бассейн р. Припять – 5		
Болота постгляциальных территорий Украины и Польши – 1	Бассейн р. Днестр – 3		
Территории соседних государств – 1	Бассейн р. Дунай – 2		
	Бассейн р. Западный Буг – 1		
	Бассейн р. Южный Буг – 2		
	Бассейн р. Северский Донец – 2		
	Бассейн р. Рось – 1		
	Бассейн р. Самара – 1		
	Бассейн р. Ингулец – 1		
	Бассейн р. Стырь – 1		
	Реки Западной Лесостепи Украины – 2		
	Реки Восточной Лесостепи Украины – 1		
	Реки Причерноморья – 1		
	Реки Волынского Полесья – 2		
	Реки Житомирского Полесья – 1		
	Бассейн р. Висла в пределах Украины – 1		

Продолжение табл.4

1	2	3	4
	Реки зоны отчуждения Чернобыльской АЭС – 1		
	Водоемы-охладители АЭС – 1		
	Реки промышленного Приднестровья – 1		
	Водоемы Киева - 1		
	Реки юга Западной Сибири – 1		
	Водохозяйственный комплекс г. Луцк – 1		
	Территория Украины в целом – 4		
Всего: 16	Всего:66	Всего:2	Всего:21

Среди кандидатских диссертаций по гидрологии 11 работ (преимущественно представителей Института гидробиологии НАН Украины) касаются водохранилищ Днепровского каскада, 11 – рек Украинских Карпат, 4 – бассейна Днестра в пределах Украины. Другие защищенные диссертации по данной специальности посвящены речным бассейнам Десны, Южного Буга, Сиверского Донца, Днестра, Дуная, рекам Украинского Полесья, Восточной и Западной Лесостепи Украины, Причерноморья. Также диссертации посвящены исследованиям рек зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, водоема-охладителя Запорожской АЭС, водохозяйственного комплекса г. Луцк, водоемов г. Киева.

Из 2 докторских диссертаций по метеорологии одна касается Антарктиды (Антарктического полуострова), другая – акватории Черного и Азовского морей. Большинство кандидатских диссертаций по метеорологии (специальность – 11.00.09) посвящено исследованиям на всей территории Украины, по одной работе – на территории Донбасса, города Киева, Антарктиды (Антарктического полуострова).

Тематика защищенных диссертационных работ достаточно разнообразна (табл. 5).

Среди докторских диссертаций по гидрологии(11.00.07) 7 диссертаций гидрологического направления, 6 – гидрохимического, 2 – гидролого-экологического направления, одна работа посвящена водному режиму болот. Большинство кандидатских диссертаций по специальности 11.00.07 посвящены гидролого-экологическим исследованиям рек; установлению закономерностей распределения и форм нахождения определенных химических элементов в воде и донных отложениях водоемов; исследованием процессов руслоформирования. Представлены также такие направления как: оценка влияния отдельных факторов на формирование гидрохимического режима рек; разработка систем прогнозирования паводков; балансовая оценка водных ресурсов рек; оценка современного состояния и тенденций изменения максимального стока рек, нормирования его характеристик и другие.

Таблица 5. Распределение диссертационных работ, защищенных в специализированном ученом совете Д26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в 1993-2018 гг., по тематике исследований

Научная тематика, количество диссертационных работ			
Специальность –11.00.07		Специальность –11.00.09	
докторские	кандидатские	докторские	Кандидатские
1	2	3	4
Максимальный сток – 3	Гидролого-гидрохимические исследования рек – 17	Циркуляция атмосферы и методы долгосрочного прогноза погоды в районе Антарктического полуострова – 1	Крупномасштабная и региональная циркуляция атмосферы; построение сценариев ее изменения; разработка методов прогноза погоды – 4
Гидрохимия осушаемых территорий – 1	Закономерности распределения и формы нахождения некоторых химических элементов в воде и донных отложениях – 9	Климатические изменения гидрометеорологического режима Черного и Азовского морей – 1	Агроклиматические ресурсы вирощивания полевых культур в Украине и их многолетние изменения; неблагоприятные агрометеорологические явления – 5
Влияние агрохимических средств на сток химических веществ и качество поверхностных вод – 1	Исследования русловых процессов – 9		Пространственно-временная структура полей метеорологических величин – 4
Методология и применение стохастической экогидрологии – 1	Оценка и моделирование влияния отдельных факторов на гидрохимический режим водных объектов – 7		Изменение климатических условий Украины в результате глобального потепления – 3
Гидролого-экологический анализ русловых процессов – 1	Разработка систем прогнозирования паводков – 5		Особенности синоптических процессов на территории Украины, их влияние на формирование стихийных метеорологических явлений – 1
Теория и методы анализа региональных гидрохимических систем – 1	Оценка современного состояния и тенденций изменения максимального стока рек Украины – 3		Численное моделирование мезомасштабных микрофизических процессов в атмосфере – 1
Гидрохимия водных объектов атомной и тепловой энергетики – 1	Балансовая оценка водных ресурсов рек бассейна Днестра – 1		Оценка и прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха в г. Киев – 1

1	2	3	4
Гидрографическая сеть и ливневый сток рек Украинских Карпат – 1	Гидродинамика мелководных водохранилищ, их экологическая роль – 1		Динамика отдельных химических составляющих и оптических свойств атмосферы над территорией Украины – 1
Геогидроморфологические закономерности формирования русел рек -1	Экологическая оптимизация водопользования городов – 1		Изменения климатического режима Антарктиды, Антарктического полуострова – 1
Исследования факторов и процессов формирования химического состава поверхностных вод – 1	Исследования закономерностей формирования многолетних колебаний стока рек и разработка методов его прогнозирования – 3		
Ландшафтно-гидрологический анализ современных изменений водного режима рек – 1	Влияние изменений климата на ледовый и термический режим рек – 2		
Закономерности миграции гумусовых веществ в поверхностных водах Украины - 1	Гидрологические и гидрохимические условия формирования современного экологического состояния рек – 2		
Взаимодействие гидрохимических и гидродинамических факторов склонового стока – 1	Исследования гидрологических и гидроэкологических условий развития малых ГЭС – 1		
Закономерности формирования и водный режим болот – 1	Гидрохимия водных объектов атомной энергетики – 1		
	Сток химических веществ с речными водами – 1		
	Режим городских водоемов – 1		
Всего: 16	Всего: 66	Всего: 2	Всего: 21

Докторские диссертации по метеорологии (специальность – 11.00.09) посвящены установлению закономерностей циркуляции атмосферы и углублению методологии долгосрочного прогнозирования погоды в Антарктиде (1), исследованию климатических изменений гидрометеорологического режима Черного и Азовского морей (1).

Кандидатские диссертации по метеорологии посвящены исследованиям региональных проявлений современных глобальных изменений климата, исследованиям структуры полей метеорологических величин в тропосфере и стратосфере, разработке методов прогнозирования погоды, исследованиям

особенностей синоптических процессов на территории Украины, агроклиматических ресурсов выращивания полевых культур в Украине и их многолетних изменений, динамики отдельных химических составляющих атмосферы, климатического режима Антарктиды.

Периодический научный сборник, семинар, конференция. В 2000 г. в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко был основан периодический научный сборник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» ("Гидрология, гидрохимия и гидроэкология", главный редактор В.К. Хильчевский), который играет значительную роль в деле освещения в профессиональной среде полученных научных результатов, в том числе и соискателями научных степеней. Из 2000 г. ВАК Украины включил сборник в перечень профессиональных изданий по географическим наукам. В 2009 г. сборник был зарегистрирован Министерством юстиции Украины (свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации КВ № 15819-4291Р от 8.10.2009 г.). Он выходит четыре раза в год. Всего за период 2000-2018 гг. вышел 51 номер сборника, опубликовано свыше 1100 статей [7, 8].

Полезной методической школой для авторов диссертационных работ по гидрологии является постоянно действующий научный гидролого-гидрохимический семинар, который работает на кафедре гидрологии и гидроэкологии с 2003 г. (руководитель семинара – профессор В.К. Хильчевский). Через этот семинар прошли свое становление десятки будущих соискателей-гидрологов как из Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, так и из других университетов и научно-исследовательских учреждений Украины.

Важной для апробации диссертационных наработок по гидрологии является Всеукраинская научная конференция с международным участием "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии", проведение которой было инициировано в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко в 2001 г. Вторая (2003 г.) и Третья (2006 г.) конференции проходили на базе Украинского гидрометеорологического института в Киеве. Четвертая (2009 г.) – в Луганске на базе Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. Пятая (2011 г.) – в Черновцах на базе Черновицкого национального университета имени Юрия Федьковича. Шестая (2014 г.) – в Днепре (тогда Днепропетровск) на базе Днепровского национального университета имени Олеса Гончара. Седьмая Всеукраинская научная конференция с международным участием "Проблемы гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии" запланирована на осень 2018 г. в Киеве на базе Украинского гидрометеорологического института ГСЧС Украины и НАН Украины.

Начало изменений в процедурах получения научных степеней в Украине. В завершение этой публикации нельзя обойти вниманием изменения, которые происходят и будут происходить в ближайшее время относительно процедуры аттестации при получении научных степеней. В Законе Украины "О высшем образовании", принятом Верховной Радой Украины в 2014 г., появились новые понятия о степенях – образовательная степень и научная степень [3]. Выстроена последовательная цепочка в образовательных и научных степенях. *Образовательные степени:* младший бакалавр; бакалавр; магистр. *Научные степени:* доктор философии; доктор наук (научная степень "кандидат наук" исчезает). Для получения степени нужно пройти аттестацию. Для первых трех образовательных степеней – это экзамены. Для научных степеней: доктора философии – экзамены и защита диссертации; доктора наук – защита диссертации, монографии, совокупности статей.

Так, согласно данному закону, уже с 2016 г. кафедра гидрологии и гидроэкологии географического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко начала осуществлять набор аспирантов для подготовки докторов философии (срок учебы в аспирантуре – 4 года, то есть на 1 год больше, чем было раньше). Причем, набор в аспирантуру происходит по образовательно-научной программе "Гидрология" специальности 103 "Науки о Земле", к которой гидрология (как и метеорология) была отнесена согласно постановлению КМ Украины от 29 апреля в 2015 г. № 266 "Об утверждении перечня областей знаний и специальностей, по которым осуществляется подготовка соискателей высшего образования" [4]. На сегодняшний день пока отсутствуют официальные документы, в которых бы регламентировались требования к созданию ученых советов и к процедуре проведения защиты диссертаций докторов философии и докторов наук по новым требованиям.

Выводы.

1). За 25 лет деятельности (1993-2018 гг.) в активе специализированного ученого совета Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко 105 диссертаций из 14 учреждений (102 – защищено, из которых 18 докторские и 84 кандидатские; 3 кандидатские диссертации приняты к защите).

2). В течение первых 10 лет (1993-2003 гг.), когда председателем спецсовета был В.И. Пелешенко, защищено 27 диссертаций (26 % от 25-летнего периода). В течение следующих 15 лет (2003-2018 гг.), под председательством В.К. Хильчевского, защищено 78 диссертационных работ (74 %).

3). Значительно больше защищено диссертаций по гидрологии, чем по метеорологии. Распределение защит в течение 1993-2018 гг. по специальностям следующее: 82 диссертации (78 % от общего количества) – по гидрологии (16 докторских и 64 кандидатских); 23 диссертации (22 %) – по метеорологии (2 докторские и 21 кандидатская).

4). Среди защищенных в спецсовете 16 докторских диссертаций по гидрологии 37 % составляют работы из Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, 19 % – работы из Украинского гидрометеорологического института ДСНС Украины и НАН Украины, 13 % – из Одесского государственного экологического университета, 31 % – из других учреждений. Обе докторские диссертации, защищенные в спецсовете по метеорологии, представлены из Украинского гидрометеорологического института ДСНС Украины и НАН Украины.

Среди 66 кандидатских диссертаций по гидрологии 36 % составляют работы из Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, 21 % – из Института гидробиологии НАН Украины, 20 % – из Украинского гидрометеорологического института ДСНС Украины и НАН Украины. Среди 21 кандидатской диссертации по метеорологии 62 % подготовлено в Украинском гидрометеорологическом институте ДСНС Украины и НАН Украины, 33 % – в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко, 5 % – в Одесском государственном экологическом университете.

5). Тематика, по которой защищались диссертационные работы по гидрологии и метеорологии отвечает современным требованиям мировой и отечественной науки и практики, регионально связана преимущественно с территорией Украины и трансграничных бассейнов рек.

Список литературы

1. Гидрология в университетах Украины – история, состояние, перспективы / В.К. Хильчевский, Е.Д. Голченко, Н.С. Лобода, А.Г. Ободовский, В.В. Гребень, Ж.Р. Шакирзанова, Ю. С. Ющенко, Н. П. Шерстюк, В. А. Овчарук. Гідрологія, гідрохімія і

гідроекологія. 2017. № 4 (47). С. 6-28. **2. Гребінь В.В.** Про наукову школу гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т. 3 (30). С. 112-116. **3. Закон України** «Про вищу освіту». Прийнято Верховною Радою України 2014 р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. **4. Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей**, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Постанова КМ України від 29 квітня 2015 р. № 266. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-p>. **5. Університетська гідрологічна наука України та перспективи подальшого її розвитку / В.К. Хільчевський, Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь, Ж.Р. Шакірманова, Ю.С. Ющенко, Н.П. Шерстюк, В.А. Овчарук.** Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 19. С. 90-105. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2017_19_15. **6. Хільчевський В.К.** Перші комплексні гідрохімічні дослідження Шацьких озер на Волині у 1975 р. – початок формування наукової школи гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т. 4 (39). С. 64-71. **7. Хільчевський В.К.** Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» за 2000-2010 рр. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 2(23). С.185-231. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2011_2_21. **8. Хільчевський В.К.** Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» за 2011-2015 рр. [томи 1 (22) – 4 (39)]. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т. 4 (39). С.72-90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2015_4_10. **9. Хільчевський В.К., Гребінь В.В.** Аналіз роботи спеціалізованої ради Д.26.001 22 Київського національного університету імені Тараса Шевченка та захищених у ній дисертацій з гідрології та метеорології (1993-2004 рр.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2005. Т. 7. С. 283-302. **10. Хільчевський В.К., Гребінь В.В.** Аналіз підготовки спеціалістів вищої кваліфікації з гідрології та метеорології в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (1993-2011 рр.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 2 (23). С. 168-184. **11. Хільчевський В.К., Курило С.М.** Методичні та регіональні аспекти дослідження трансформації хімічного складу річкових вод України. Матеріали 6-ї Всеукр. наук. конференції з міжнародною участю: Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Дніпропетровськ. Акцент, 2014. С. 292-294.

References

1. Hidrologiya v universitetah Ukrainy – istoriya, sostoyanie, perspektivy / V.K. Hilchevskiy, E.D. Gopchenko, N.S. Loboda, A.G. Obodovskiy, V.V. Greben, Zh.R. Shakirmanova, Yu.S. Yuschenko, N.P. Sherstyuk, V.A. Ovcharuk. Gldrologiya, gldrohmlya i gldroekologiya. 2017. № 4 (47). С. 6-28. **2. Hrebin V.V.** Pro naukovu shkolu hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2013. Т. 3 (30). С. 112-116. **3. Zakon Ukrainy** «Pro vyshchu osvitu». Pryiniato Verkhovnoiu Radoiu Ukrainy 2014 r. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. **4. Pro zatverdzhennia pereliku haluzei znan i spetsialnostei**, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi osvity. Postanova KM Ukrainy vid 29 kvitnia 2015 r. № 266. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-p>. **5. Universytetska hidrolohiichna nauka v Ukraini ta perspektvyv podalshoho yii rozvytku / V.K. Khilchevskiy, Ye.D. Hopchenko, N.S. Loboda, O.H. Obodovskiy, V.V. Hrebin, Zh.R. Shakirmanova, Yu.S. Yushchenko, N.P. Sherstiuk, V.A. Ovcharuk.** Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal. 2017. № 19. С. 90-105. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2017_19_15. **6. Khilchevskiy V.K.** Pershi kompleksni hidrokhimichni doslidzhennia Shatskykh ozer na Volyni u 1975 r. – pochatok formuvannia naukovo shkoly hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2015. Т. 4 (39). С. 64-71. **7. Khilchevskiy V.K.** Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku «Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia» za 2000-2010 rr.. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2011. Т. 2(23). С.185-231. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2011_2_21. **8. Khilchevskiy V.K.** Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku «Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia» za 2011-2015 rr. (tomy 1 (22) – 4 (39)). Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2015. Т. 4 (39). С.72-90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2015_4_10. **9. Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V.** Analiz roboty

spetsializovanoi rady D.26.001 22 Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka ta zakhyshchenykh u nii dysertatsii z hidrolohii ta meteorolohii (1993-2004 rr.). Hidrolohii, hidrokhiimiia i hidroekolohii. 2005. T. 7. S. 283-302. **10.** Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V. Analiz pidhotovky spetsialistiv vyshchoi kvalifikatsii z hidrolohii ta meteorolohii v Kyivskomu natsionalnomu universyteti imeni Tarasa Shevchenka (1993-2011 rr.). Hidrolohii, hidrokhiimiia i hidroekolohii. 2011. T. 2 (23). S. 168-184. **11.** Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M. Metodychni ta rehionalni aspekty doslidzhennia transformatsii khimichnoho skladu richkovykh vod Ukrainy. Materialy 6-yi Vseukr. nauk. konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu: Problemy hidrolohii, hidrokhiimii, hidroekolohii. Dnipropetrovsk. Aktsent, 2014. S. 292-294.

25 років діяльності спецради із захисту дисертацій з гідрології та метеорології у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (1993-2018 рр.)

Хільчевський В.К., Круківська А.В., Гребін В.В.

Показано результати діяльності спеціалізованої вченої ради Д 26.001.22 Київського національного університету імені Тараса Шевченка з правом прийняття до розгляду та проведення захистів дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора та кандидата географічних наук за спеціальностями 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія; 11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія (голови спецради: 1993-2003 рр. – В.І. Пелешенко; 2003-2018 рр. – В.К. Хільчевський). За період 1993-2018 рр. в активі спецради 105 дисертацій: 102 – захищено (18 докторських та 84 кандидатських), 3 – прийнято до захисту. Розподіл дисертацій за спеціальностями наступний: 82 дисертації (78 %) – з гідрології (16 докторських та 66 кандидатських); 23 дисертації (22 %) – з метеорології (2 докторські та 21 кандидатська).

Ключові слова: спеціалізована вчена рада, докторська дисертація, кандидатська дисертація, гідрологія, метеорологія.

25 лет деятельности спецсовета по защите диссертаций по гидрологии и метеорологии в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (1993-2018 гг.)

Хильчевский В.К., Круковская А.В., Гребень В.В.

Показано результаты деятельности специализированного ученого совета Д 26.001.22 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко с правом принятия к рассмотрению и проведению защиты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата географических наук по специальностям 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия и 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология (председатели спецсовета: 1993-2003 гг. – В.И. Пелешенко; 2003-2018 гг. – В.К. Хильчевский). За период 1993-2018 гг. в активе спецсовета 105 диссертаций: 102 – защищено (18 докторских и 84 кандидатских), 3 – принято к защите. Распределение диссертаций по специальностям следующее: 82 диссертации (78 %) – по гидрологии (16 докторских и 66 кандидатских); 23 диссертации (22 %) – по метеорологии (2 докторских и 21 кандидатская).

Ключевые слова: специализированный ученый совет, докторская диссертация, кандидатская диссертация, гидрология, метеорология.

25-anniversary of the Specialized Academic Council activity on hydrology and meteorology specialization in Taras Shevchenko National University of Kyiv (1993-2018)

Khilchevskiy V.K., Kruktivska A.V., Grebin V.V.

The results of the activity of the Specialized Academic Council D 26.001.22 in Taras Shevchenko National University of Kiev with the right to accept for consideration and defense of dissertation for obtaining the scientific degrees of Doctor and Candidate of Geographical sciences on specialties 11.00.07 – hydrology of land, water resources, hydrochemistry and 11.00.09 – meteorology, climatology, agrometeorology (Chairman of the Special Council: 1993-2003 – Vasyl' I. Peleshenko; 2003-2018 – Valentyn K. Khilchevskiy) are presented. During the period of 1993-2018 102 dissertations were defended in the Special Council (18 Doctoral and 84 Candidate dissertations), 3 – have been accepted for defense. The distribution of the dissertations by the specialties is as follows: 82 dissertations (78 %) on hydrology (16 Doctoral and 66 Candidate dissertations) and 23 dissertations (22 %) on meteorology (2 Doctoral and 21 Candidate dissertations).

Keywords: Specialized Academic Council, Doctoral dissertation, Candidate dissertation, hydrology, meteorology.

Надійшла до редколегії 26.02.2018

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Формулювання цілей статті, постановка завдання;

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

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

Список літератури (7-10 джерел, в т. ч. інтернет-джерел, оформлених згідно з **ДСТУ 8302:2015** «Інформація та документація. Бібліографічне посилання...»). Посилання на джерела у тексті подаються у квадратних дужках із зазначенням порядкового номера і використаних сторінок.

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

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

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

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

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

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

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

УДК 551.49

(кегель 12)

Петренко М.І.

(кегель 12, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

(кегель 11, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегель 12, напівжирний)

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

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

Кожна стаття супроводжується 2-ма списками літератури:

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

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

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

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

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

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

Приклад оформлення реферату статті:

УДК 556.012 556.522

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

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

Іл. 2. Табл. 3. Бібліогр.: 12 назв.

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

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

Прізвище, ім'я, по батькові;

Науковий ступінь та вчене звання;

Місце роботи;

Посада;

Службова адреса;

Контактний телефон,

E-mail.

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2018 рік

№ 1 (48)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – Москаленко С.О.

Підписано до друку 18.04.2018
Формат 60х90/8. Папір офсетний.
Гарнітура Arial. Друк різнограф.
Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.
Наклад 300 прим. Зам. № 52-014.



Видавництво географічної літератури “Обрії”

Свідоцтво Держкомінформ України
ДК № 23 від 30.03.2000 р.
Київ, вул. Старокиївська, 10
Тел.: (096) 882-30-30
e-mail: vgl_obrii@ukr.net