

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

# Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник  
№ 3 (58)

Київ

2020

**ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:**

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. 2020. № 3 (58). 125 с.

**HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:**

The scientific collection / The editor-in-chief Valentyn Khilchevskiy. 2020. № 3 (58). 125 p.

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

- Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” засновано у травні 2000 р.
- Зареєстровано Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5).
- Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 23968-13808ПР від 11 травня 2019 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  
(25 червня 2020 р., протокол № 11)*

**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, 2020

ISSN:2306-5680 Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2020. № 3 (58)

## 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

**Горбачова Людмила Олександрівна**, доктор географічних наук, *Український гідрометеорологічний інститут*

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

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

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

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

**Хохлов Валерій Миколайович**, доктор географічних наук, *Одеський державний екологічний університет*

**Шевченко Ольга Григорівна**, кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

### МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

**Хабел Міхал (Habel Michał)** – PhD (Науки про Землю), доцент, *Інститут географії Університету Казимира Великого, м. Бидгощ, Польща*

### ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

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

# З М І С Т

## ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<b>Хильчевский В.К., Кравчинский Р.Л.</b> Методические аспекты мониторинга родников в условиях Украинских Карпат.....	6
<b>Хильчевський В.К., Гребінь В.В.</b> Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти.....	20
<b>Петрушенко Е.С., Хильчевський В.К., Лубський М.С., Забокрицька М.Р., Зацерковний В.І.</b> Застосування різночасових супутникових знімків для моніторингу гідрографічних умов в дельті Дунаю.....	30

## ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

<b>Очеретнюк А.І., Лук'янець О.І.</b> Багаторічна мінливість статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України з найдовшими рядами спостережень .....	39
<b>Больбот Г.В., Гребінь В.В.</b> Сучасна трансформація сезонного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Дінця.....	48
<b>Бойко А.І., Лободзінський О.В., Лук'янець О.І.</b> Розрахункові характеристики середнього річного стоку води правобережної та лівобережної частин басейну р. Дністер до м. Заліщики .....	58
<b>Чунар'єв О. А.</b> Порівняльне оцінювання внутрішньорічного розподілу стоку води річок Росії та Уборті.....	72
<b>Сурай К.С., Ободовський О.Г., Почасвець О.О.</b> Просторовий розподіл мінімального стоку води річок в басейнах Пруту та Сірету (в межах України).....	80

## ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

<b>Хильчевський В.К., Забокрицька М.Р.</b> Основні аспекти морфометрії та гідрохімії Шацьких озер.....	92
---	----

## ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

<b>Грицюк І.В., Іванов Є.А., Ковальчук І.П.</b> Проблеми геопросторового аналізу стану і функціонування ставкового господарства Волинської області.....	101
--	-----

## ВИЙШЛИ З ДРУКУ

<b>Забокрицька М.Р.</b> «Нариси історії гідрохімії в Україні» (2020 р.) – перша монографія про історію гідрохімічних досліджень в Україні .....	112
<b>Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”</b> .....	122

# CONTENTS

## GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

**Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L.**

Methodological aspects of monitoring springs in the conditions of the Ukrainian Carpathians ..... 6

**Khilchevskiy V.K., Greben V.V.**

Modern hydrographic characteristics of ponds in Ukraine - regional and basin aspects..... 20

**Petrushenko E.S., Khilchevskiy V.K., Lubskiy M.S., Zabokrytska M.R., Zatserkovnyi V.I.**

Use of various satellite imagery to monitor hydrographic conditions in the Danube Delta..... 30

## HYDROLOGY. WATER RESOURCES

**Ocheretnyuk A.I., Lukianets O.I.**

Long-term variability of statistical parameters of the distribution of the average annual water flow of Ukraine's rivers with long series of observations ..... 39

**Bolbot H. V., Grebin V. V.**

Modern transformation of seasonal runoff distribution of the Siverskiy Donets River Basin ..... 48

**Boiko A.I., Lobodzinskiy O.V., Lukianets O.I.**

Calculated characteristics of the average annual runoff of the right-bank and left-bank parts of the river basin Dniester to the city of Zalishchyky..... 58

**Chunarov O. A.**

Comparative assessment of the intra-annual water runoff distribution of the rivers the Ros and Ubort..... 72

**Surai K.S., Obodovskiy O.G., Pochaevets O.O.**

Spatial distribution of minimum river runoff in the Prut and Siret basins (within Ukraine)..... 80

## HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

**Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R.**

Main aspects of the morphometry and hydrochemistry of Shatsk Lakes..... 92

## GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

**Grytsyuk I.V., Ivanov E.A., Kovalchuk I.P.**

Problems of Volyn region pond farms conditions and functioning geospatial analysis ..... 101

## PRINTED

**Zabokrytska M.R.**

«Essays on the History of Hydrochemistry in Ukraine» (2020) - the first monograph on the history of hydrochemical studies in Ukraine ..... 112

The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology»..... 122

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.1>

УДК 556.36: 001.891.5 (292,452: 477-75)

**Хильчевский В.К.<sup>1</sup>, Кравчинский Р.Л.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

<sup>2</sup>Карпатский национальный природный парк, г. Яремче, Ивано-Франковская обл.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОНИТОРИНГА РОДНИКОВ В УСЛОВИЯХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ**

*Ключевые слова:* родник, мониторинг, этапы мониторинга, дебит, химический состав воды, Карпатский национальный природный парк, Украинские Карпаты.

**Актуальность темы.** «Джерело» - так на украинском языке звучит термин «родник». В некоторых странах родники - это своеобразные «гидрогеологические окна» водоносных горизонтов, являющиеся экосистемами повышенного внимания [26]. Многие из них становятся истоками крупных рек. В некоторых европейских странах (Бельгии, Франции, Австрии, Германии и др.) вблизи родников даже создают природоохранные зоны.

Надо отметить, что в последние десятилетия в определенной степени возрос интерес к исследованию родников, например, в США [25, 26], Польше [22], Беларуси [2], России [1, 11]. Обусловлено это экологическими и природоохранными аспектами, а также использованием родников, как источников децентрализованного водоснабжения. В Украине в отдельных публикациях также отмечается интерес к родникам с водой питьевого качества, расположенным в крупных городах или поблизости - Киеве [4, 14], Львове [3], Харькове [10].

Значение родников в жизни человека предопределяется рядом условий: особенностями формирования, происхождением, расположением, физико-химическим и динамическими свойствами воды и т.д. Коротко перечислим в качестве каких индикаторов, а то и факторов, могут выступать сами родники [8].

Родник как индикатор: гидрогеологический; геолого-тектонический [24]; климатический; экологический. Родник как фактор: гидрологический; бальнеологический; туристско-рекреационный; обеспечения хозяйственно-питьевых нужд. Наконец, родник является объектом охраны.

В связи с активизацией опасных природных явлений в Карпатах 23 июня 2020 г. (из-за интенсивного выпадения атмосферных осадков) исследование родников проводится для изучения рисков оползневых процессов.

Поскольку определение термина «родник» в нормативных документах в Украине отсутствует, приведем его из «Энциклопедии современной Украины»: «родник - естественный выход подземных вод на дневную поверхность или под водой (подводный источник)» [19].

Родники, которые вместе с подземными водами являются важной составляющей водного фонда Украины, часто находятся вне поля зрения менеджмента как отдельный субъект мониторинга вод. Такая ситуация сложилась в силу ряда объективных и субъективных обстоятельств.

Одна из них та, что более 90% всей площади Украины занимают равнинные

территории, где орографические особенности не влияют на широкое распространение родников. Имеющиеся места проявления природных выходов подземных вод на поверхность, в большинстве случаев, имеют незначительный дебит, находятся в геоморфологически сложных условиях, или имеют вид заболоченных участков, удаленных от населенных пунктов, хозяйственных комплексов и тому подобное.

Наряду с этим, в Украинских Карпатах сложились многовековые традиции уважительного отношения к родникам как минеральных, так и пресных вод, которые приумножаются в том числе и на территории Карпатского национального природного парка (НПП) [6-8].

**Анализ выполненных ранее исследований.** История изучения родников на нынешней территории Карпатского НПП достигает более сотни лет. Исследование особенностей распространения родников в регионе были связаны с развитием рекреационно-туристического комплекса, который быстрыми темпами развивался в конце XIX начале XX вв. (эта территория входила в состав Австро-Венгрии - до 1918 г., Польши - 1921-1939 гг., с 1939г. – Украины).

Первые научные исследования родников проводились в пределах массива Черногора и связаны с именами австрийских геологов (К. Пауль, Э. Титце, 1877), польских ученых (М. Ломницки, 1879, С. Вейгель, 1885, С. Павловски, 1915; Г. Гассиоровски, 1906; Л. Савицки, 1911; Г. Запалович, 1912, Б. Свидерски, 1938 и др.), отечественных ученых (Г.В. Козий, 1932; П.Н. Цись, 1955; Г.П. Миллер, 1961 и др.). Обращает на себя внимание монография «Geomorfologia Czarnohory» (1937) польского ученого В. Swiderski с картой распространения родников [27].

Работа по инвентаризации родников на этой территории получила новый импульс в 80-х годах XX в. при участии работников тогда недавно созданного Карпатского государственного природного национального парка М.Б. Шпильчака, М.М. Клапчука и др.

Было установлено следующая распространенность родников по лесничествам (нынешние природоохранные научно-исследовательские отделения - ПНИО): Яремчанское - 34 шт.; Ямнянское - 73 шт.; Подлесновское - 87 шт.; Женецкое - 37 шт.; Татаровское - 24 шт.; Яблонецкое - 35 шт.; Ворохтянское - 126 шт.; Вороненковское - 65 шт.; Говерлянское - 36 шт.; Быстрецкое - 38 шт.; Высокогорное - 37 шт.; Черногорское - 60 шт. («Летопись природы», Яремче, 1987).

В период 1991-1993 гг. в районе Яремче гидрогеологическими исследованиями (в том числе изучением родников) занимались специалисты львовской геолого-разведывательной экспедиции «Западукргеология» (руководитель - М.Б. Охитва).

В период 2005-2006 гг. сотрудники Ивано-Франковского государственного медицинского университета и Карпатского НПП проводили совместное исследование физико-химического состава воды некоторых родников.

В 2011 г. изучением химического состава некоторых родников (в частности в пгт Ворохта и с. Ямна) занимались специалисты Института геологических наук НАН Украины и Института геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семененко НАН Украины [20].

В этот же период сотрудниками Карпатского НПП были начаты более детальные работы по комплексному обследованию (инвентаризации и учету) основных родников, расположенных на территории НПП и прилегающих участков.

Важным научным обобщением явилась изданная на украинском языке в 2019 г. монография «Мониторинговые исследования родников на территории Карпатского национального природного парка» (Р.Л. Кравчинский, В.К. Хильчевский, М.В. Корчемлюк, О.М. Стефурак), в которой сделан акцент на

методических основах мониторинга родников [8]. В авторский коллектив, кроме сотрудников парка, вошел и представитель Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, который также участвовал в исследованиях и других водных объектов на территории НПП (озера Маричейка) [16].

**Цель данного исследования** - обобщение методических подходов к мониторингу родников на территории Карпатского НПП и выявление основных гидрологических и гидрохимических закономерностей их функционирования в условиях Украинских Карпат.

**Материал и методика исследований.** За период 2011-2019 гг. проведены около 40 экспедиций по исследованию родников, расположенных в трех основных природных комплексах на территории Карпатского НПП: Скибовые Горганы, Ясинско-Верховинская межгорная котловина, массив Черногора. В гидрологическом аспекте - это бассейн р. Прут (левый приток Дуная). Мониторинговыми обследованиями были охвачены около 300 родников по следующим ПНИО: Яремчанское - 28 шт.; Ямнянское - 37 шт.; Подлесновское - 18 шт.; Женецкое - 14 шт.; Татаровское - 23 шт.; Ворохтянское - 26 шт.; Вороненковское - 12 шт.; Говерлянское - 142 шт. В целом, мониторинговые исследования родников выполнялись по схеме: экспедиционные работы; химический анализ отобранных проб воды в стационарной лаборатории; камеральная обработка данных; обобщение полученных результатов.

**Изложение основного материала.** Карпатский национальный природный парк - первый и один из крупнейших в Украине национальных природных парков.

Согласно постановлению Совета Министров УССР от 3.06.1980 г. № 376 был создан Карпатский государственный природный парк. Впоследствии его название несколько видоизменялась: 1983 г. - Карпатский государственный природный национальный парк; 1992 г. - Карпатский национальный природный парк. Он расположен в юго-западной части Ивано-Франковской обл. (рис. 1-А) на территории Яремчанского городского совета и Верховинского района. Площадь Карпатского НПП - 504,95 км<sup>2</sup>, а его территория простирается на 55 км с севера на юг и на 20 км с запада на восток [5, 21]. Карпатский НПП состоит из 12 структурных подразделений - природоохранных научно-исследовательских отделений (ПНИО) - рис. 1-Б. ПНИО делятся на меньшие единицы - кварталы и выделы.

Кроме территорий, отведенных Карпатскому НПП в постоянное пользование, в административно-организационную структуру входят территории, включенные в границы парка без изъятия их у землепользователей (г. Яремче, с. Микуличин, с. Татаров, с. Яблоница, пгт Ворохта и земли запаса Быстрецкого сельского совета).

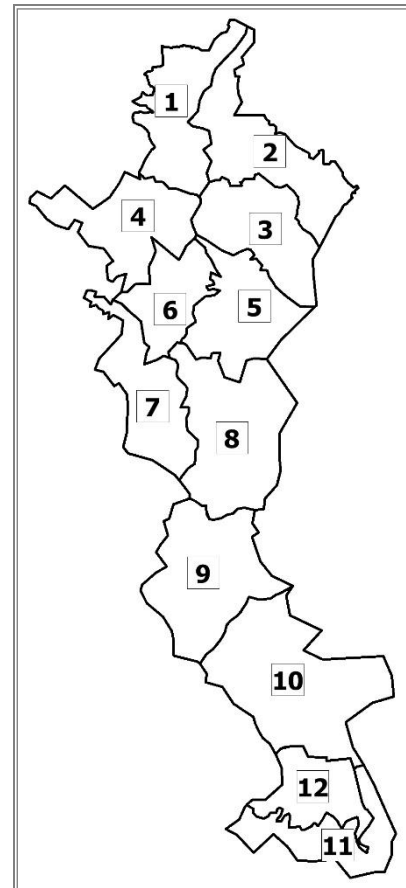
**Климат** на территории Карпатского НПП переходный от умеренно-теплого влажного западноевропейского к континентальному восточноевропейскому. Это обусловлено его географическим положением и особенностями циркуляции воздушных масс в пределах горной территории. Под влиянием горного рельефа климат парка закономерно изменяется с высотой над уровнем моря. В пределах парка выделяют несколько высотных климатических поясов: а) умеренный - охватывает межгорные долины до высоты 850 м над у.м., здесь выпадает до 1000 мм атмосферных осадков в год; б) прохладный - 850-1250 м над у.м., осадки - около 1200 мм/год; в) умеренно-холодный - 1250-1500 м над у.м., осадки - около 1500 мм/год; г) холодный - свыше 1500 м над у.м., осадки - свыше 1500 мм/год, зима длится около 6-7 месяцев.

**Природные комплексы территории Карпатского НПП** можно отнести к трем геолого-геоморфологическим районам Карпат. Северная часть - к Скибовым Горганам, северо-восточная - к Ясинско-Верховинской межгорной котловине, а южная (наиболее высокая) - к Черногорскому массиву.





А



Б

**Рис. 1. Карпатский национальный природный парк на карте Ивано-Франковской области (А) и схема размещения его природоохранных научно-исследовательских отделений - ПНИО (Б): 1 - Яремчанское; 2 - Ямнянское; 3 - Подлесновское; 4 - Женецкое; 5 - Татаровское; 6 - Яблонецкое; 7 - Вороненковское; 8 - Ворохтянское; 9 - Говерлянское; 10 - Быстрецкое; 11 - Черногорское; 12 – Высокогорное**

Скибовые Горганы выглядят глубоко расчлененными среднегорными массивами, на склонах которых распространены каменные россыпи песчаников. Вершины горных сооружений обычно пирамидальные с крутыми склонами. Их высоты достигают более 1500 м над у.м.: г. Синяк (1665 м) г. Хомяк (1542 м).

Рельеф Ясинско-Верхорвинской межгорной котловины низкогорный, с мягкими волнистыми контурами массивов и плоскими вершинами, которые редко достигают высот 1000-1200 м над у.м. Склоны преимущественно пологие глинисто-каменистые.

Черногорский массив представлен тремя параллельными среднегорными хребтами, вытянутыми с северо-запада на юго-восток. Южная граница Карпатского НПП проходит по водоразделу главного Черногорского хребта и фиксируется вершинами гор: Говерла (2061 м); Брескул (1911 м); Туркул (1935 м); Бребенескул (2036 м); Мунчель (2002 м); Поп Иван (2022 м). Характерной особенностью рельефа хребтов являются следы древнего оледенения - значительных древнеледниковых каров, морен, реликтовых ледниковых озер.

Почвы в долинах отличаются очень низкими водно-физическими свойствами, особенно инфильтрационной способностью. Обычно, дождевые и талые воды здесь расходуются преимущественно на поверхностный сток, и лишь незначительное их количество просачивается и пополняет запасы грунтовых вод [12].

Известно, что выход подземных вод на поверхность обусловлен тремя часто связанными между собой факторами:

1) расчлененностью местности, то есть пересечением водоносных горизонтов эрозионными и другими отрицательными формами современного рельефа - речными долинами, балками, оврагами, озерными котловинами и тому подобное;

2) структурно-геологическим строением местности, то есть наличием пликтивных и дизъюктивных дислокаций (открытых тектонических трещин, зон тектонических нарушений, антиклинальных складок с нарушенными сводами, крыльями и т.п.);

3) наличием в районе интрузий и даек, в зонах контактов которых с осадочными породами могут образовываться открытые трещины, отводящие на поверхность подземные воды. Кроме того, в осадочных породах, в самих интрузиях и дайках по трещинам также могут выходить на поверхность подземные воды.

Совокупность геолого-гидрогеологических, климатических и ландшафтно-геоморфологических особенностей на территории Карпатского НПП создали условия для широкого распространения здесь выходов подземных вод на поверхность и формирования родников.

Рассмотрим условия распространения родников на примере Черногорского массива, о которых отмечалось в работе [27] (рис. 2).

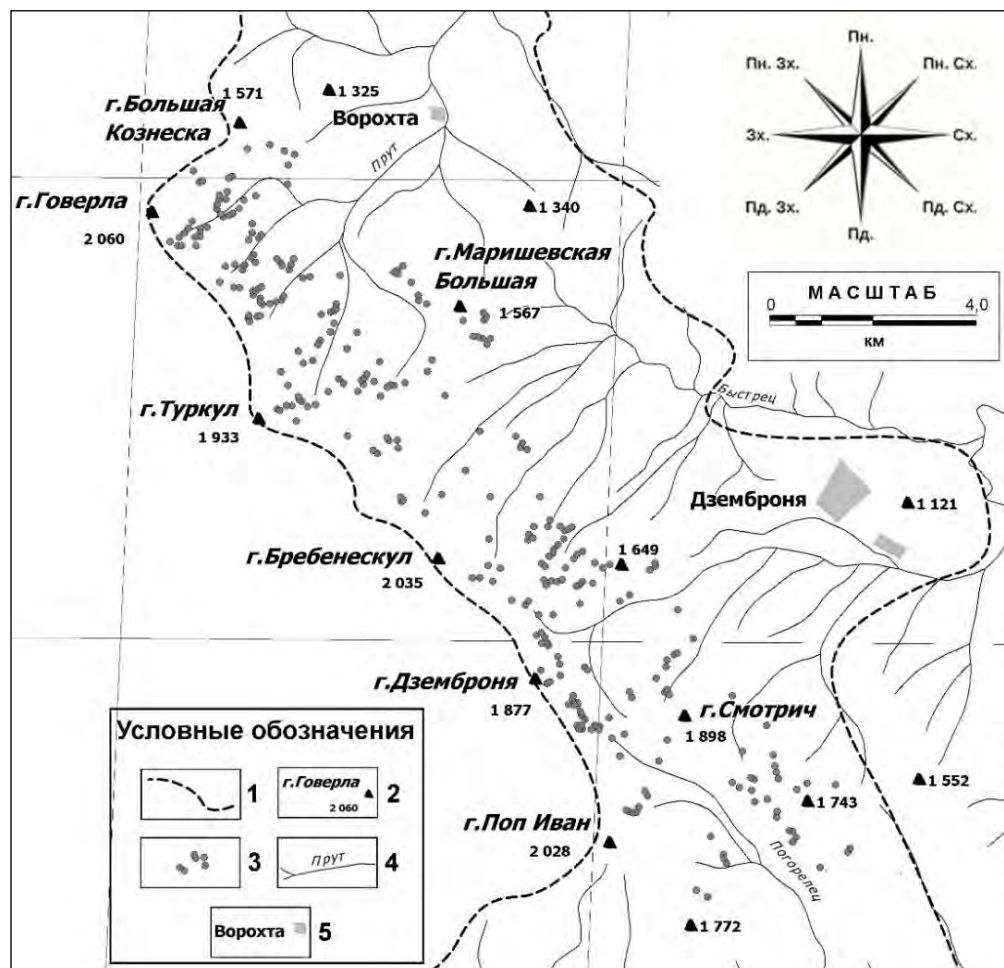


Рис. 2. Картограмма расположения родников на территории Карпатского национального природного парка (НПП) в пределах Черногорского массива (модернизация на основе [27]): 1 - пределы НПП; 2 - горная вершина, ее название и абс. высота; 3 - родники; 4 - гидрографическая сеть; 5 - населенный пункт и его название

Значительное количество продуктов выветривания, морен и обломочных отложений вокруг северо-западных склонов Черногорского массива предопределяет характер местного дренажа, о чем свидетельствует распределение родников. Крутые склоны и стены исходных котлов и нижних амфитеатров, как правило, лишены постоянной дегидратации поверхности и, как следствие, непрерывных линейных эрозионных явлений. В этой зоне она возникает лишь периодически во время снегопадов и особенно обильных атмосферных осадков.

Выходы родников на поверхность связаны:

- 1) с грубыми обломками выветривания на доделювиальных возвышенностях, среди реликтов плиоценовых долин и на не эродированных ледником склонах;
- 2) с подножием конуса выноса и сброса на днищах каров и амфитеатров;
- 3) с отложениями стадияльных морен;
- 4) с оползневыми районами.

В первом случае родники особенно часто выходят на верхней границе полуразрушенного подреза склонов или выше этой зоны, без четкой связи с глубокой скальной структурой. Во втором - зоной выхода водоносных горизонтов на дневную поверхность есть основы амфитеатров и каровых долин в нижней части конусов выноса и накопления на уровне плоских заторфованных участков. Главным образом, в этих местах берет начало постоянный поверхностный дренаж верхних частей Черногорских долин и усиление влияния линейной эрозии. Часть воды, которая накапливается на этих участках или ледниковых углублениях, просачивается сквозь морену вдоль долин и находит устье среди стадияльных морен. Третий тип кластеров (особенно обильные источники) - это участки оползней, где происходит выход воды на дневную поверхность у подножия сдвинутых масс.

В рамках седловин и крутых склонов, сложенных тонкоритмичным песчаниково-аргилитовым флишем выходят родники мочажинного типа, которые дают начало р. Прут и ее притокам [9].

*Мониторинг родников.* В разных странах мира мониторинговые исследования родников имеют свою программу с четко определенной иерархической структурой. Методологические принципы сводятся к реализации основной цели, которой является определение: общего состояния источника (ресурсный потенциал, химический состав и качество воды); его связи с компонентами окружающей природной среды; перспективы существования родника (определение основных рисков, которые могут повлиять на его состояние).

Основные методические аспекты мониторинга родников по этапам следующие (рис. 3): 1) сбор имеющейся информации о родниках; 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и картографирование); 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды на химический анализ); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках (базовый мониторинг) [8].

*1-й этап мониторинга родников (сбор имеющейся информации)* - предусматривает формирование единой базы данных о распространении родников на основе анализа всех доступных материалов (кадастровых, архивных, опубликованных космических снимков и др.). При исследовании родников в Карпатском НПП использовался региональный подход - в пределах природоохранных научно-исследовательских отделений. Систематизировались данные, предоставленные инспекторами соответствующих лесных обходов в пределах ПНИО. При этом, составлялись соответствующие таблицы с указанием номера родника и его ориентировочного места расположения.

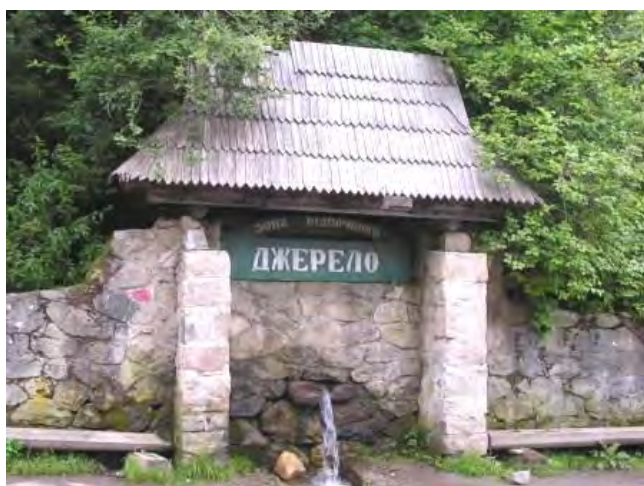


Рис. 3. Блок-схема этапов мониторинга родников в Карпатском национальном природном парке

2-й этап мониторинга родников (полевые обследования первого уровня) - имеет целью осуществление географической привязки и нанесение на картографические носители (планшеты, картосхемы, планы местности и т.п.) точного местонахождения основных родников и проведения описательно-рекогносцировочных работ на локальных участках. Описательно-рекогносцировочные обследования рекомендуется сопровождать фотофиксацией родников и прилегающей территории (рис. 4).

Для определения физико-географических характеристик родника (положение, географические координаты, абсолютные отметки и т.д.) используются как классические средства - картографические материалы (мелкомасштабные топографические карты, картосхемы и т.д.), так и современные системы глобального позиционирования (GPS). Для создания цифровых картографических материалов используется ряд ГИС технологий, как, например, полнофункциональные геоинформационные системы Mapinfo Professional, ArcGis, ArcView и др.

В общем описании указывается положение родника по отношению к ближайшему населенному пункту, ручью, реке, озеру. Отмечается элемент рельефа, на котором зафиксирован выход родника (гора, холм, луг, полонина, берег реки или озера). При проведении полевого обследования первого уровня первичная база данных, сформированная на начальном этапе мониторинговых исследований, часто корректируется и дополняется. При этом, проводятся исследования отдельных родников, находящихся как на территории парка так и на смежных земельных участках.



А



Б

**Рис. 4. Фотофиксация родников в Карпатском национальном природном парке: Ворохтянское (А) и Женецкое (Б) природоохранные научно-исследовательские отделения (2018 г.)**

*3-й этап мониторинга родников (полевые обследования второго уровня)* - имеет задачей определения дебита родников и химического состава воды, которые станут базовыми для будущих исследований. Часто второй этап полевых обследований сочетается с третьим.

*4-й этап мониторинга родников (базовый мониторинг)* - предполагает организацию и проведение на постоянной основе регулярных наблюдений на избранных эталонных родниках для экологических целей. Количество замеров и отбора проб воды при экологическом мониторинге привязывается к гидрологическим фазам (весеннее половодье, летне-осенняя межень, зимняя межень).

При мониторинге для практических целей эпизодического обследования родника бывает недостаточно для выявления его производительности, например, как источника нецентрализованного водопользования. Дебит, температура и качество воды могут меняться в течение года, особенно для родников, питающихся грунтовыми водами, а иногда и на протяжении ряда лет (маловодных или многоводных). В этом случае надо выполнить стационарные наблюдения за родниками с периодичностью 1-2 раза в месяц или через 2-3 месяца, в зависимости от условий. В каждом случае необходимо исследовать характеристики родники, которые подвергаются изменениям: дебит; температура воды; химический состав воды [17, 18].

Данные стационарных наблюдений нужно сопоставить с метеорологическими данными, а также с гидрологической информацией по стоку реки, которая питается за счет родников данного района. Согласование этой информации с геологическим строением местности и с областью питания данного водоносного горизонта может помочь прояснить стабильность или изменчивость дебита и химического состава воды исследуемого родника.

Следует отметить, что при рекомендации родника как источника нецентрализованного водопользования того или иного объекта (домохозяйства, рекреационного объекта) эксплуатационный дебит источника обосновывается по данным колебаний его за несколько лет, а при отсутствии таких данных принимается минимальный дебит, установленный за сезонный (летний и зимний) или годовой периоды наблюдений [13].

Так, по предварительной оценке дебит в эталонном роднике в с. Микуличин (Яремчанский городской совет, Ивано-Франковская область) составляют 0,150 дм<sup>3</sup>/с

(4730 м³/год). Однако, в маловодный период года или во время гидрологических засух дебит этого родника может значительно уменьшаться (например, в 2019 г.). Тогда его ресурсы полностью используются на водоснабжение домохозяйства, а сток из родника в ручей прекращается.

Родники достаточно чувствительны к изменениям, которые происходят в окружающей природной среде. На фоне глобальных климатических изменений возникают реальные риски изменения режима родников или вообще их пересыхания. Уменьшение родникового стока наблюдается начиная с 60-70-х гг. XX в. в разных уголках мира - Китае (источник Нянзигуан), США (источники Бокс Каньон, штат Айдахо) [25], в Польше (с. Ваволница, Пулавский уезд, Люблинское воеводство) [22] и т.д. В пределах Карпатского НПП такая тенденция редко, но все же отмечается со второй половины 90-х гг. XX в.

*Интерпретация данных.* Ценность любой информации и сфера ее использования во многом зависит от того, в каком виде она представлена (рис. 5). Исходные данные, фактический материал, результаты физико-химического и микробиологического анализов, геоботаническая и другие характеристики родников часто подаются в различных табличных формах.

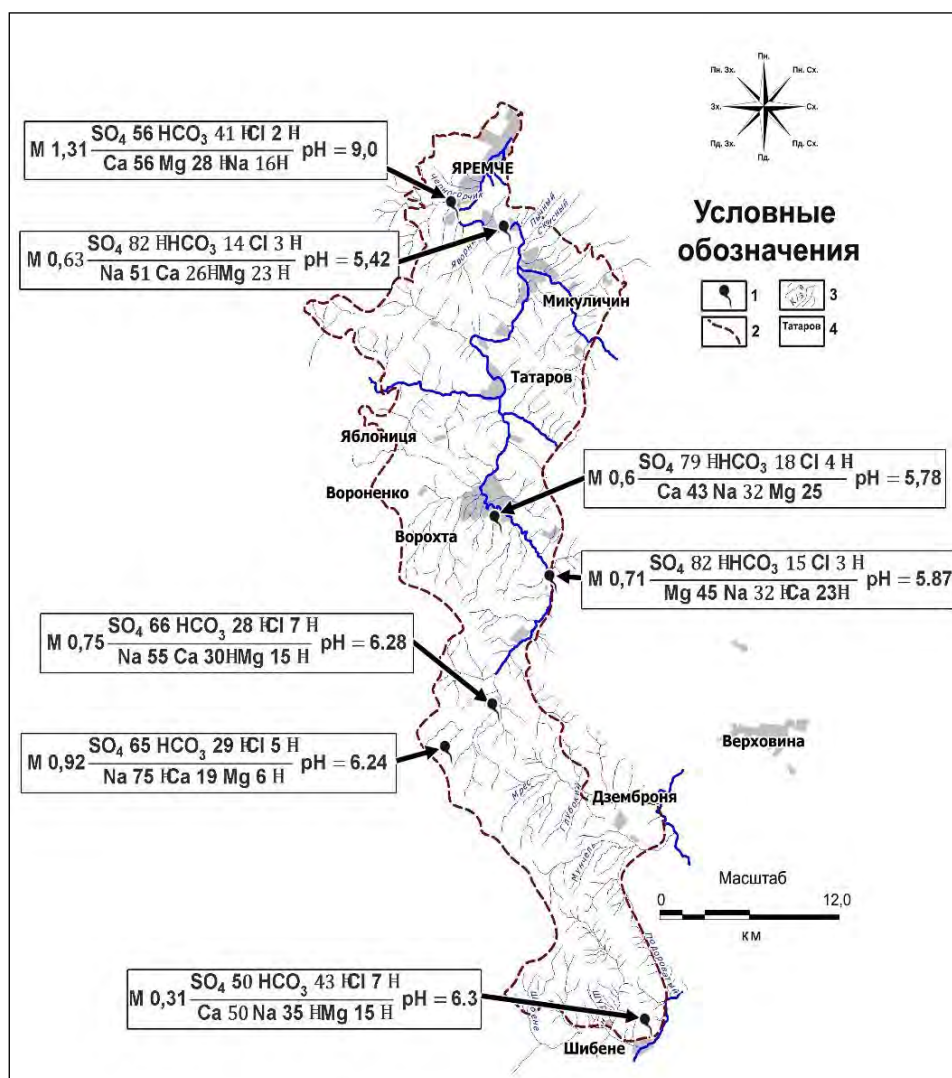


Рис. 5. Картограмма химического состава родниковых вод повышенной минерализации на территории Карпатского национального природного парка по формуле Курлова

Достаточно эффективным и информативным способом представления результатов мониторинговых исследований родников является картографирование - компактный способ отображения и обобщения пространственного распределения исследуемых характеристик, полученных в полевых условиях или в результате камеральной обработки материалов.

Исходные данные, фактический материал, результаты физико-химического и микробиологического анализов, геоботаническая и другие характеристики родников часто подаются в различных табличных формах.

Достаточно эффективным и информативным способом представления результатов мониторинговых исследований родников является картографирование - компактный способ отображения и обобщения пространственного распределения исследуемых характеристик, полученных в полевых условиях или в результате камеральной обработки материалов.

В процессе исследования родников на территории Карпатского НПП используются различные способы интерпретации данных о характеристиках родников, изменяющихся в пространстве и во времени (высота расположения источника - изогипсы, температура воды - изотермы; дебиты, модули, объемы стока - изолинии, значения общей минерализации воды - изогалины; гидрохимический тип воды - по формуле Курлова и др.).

#### **Выводы.**

- Во время исследований родников, которые выполнялись на территории Карпатского национального природного парка, интегрировался мировой и отечественный опыт в этой сфере. Были разработаны и последовательно реализованы основные методологические подходы по мониторингу родников. Общий алгоритм мониторинга, который рассматривается в статье, можно представить в виде блок-схемы с последовательными этапами: 1) сбор имеющейся информации о родниках; 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и картографирование); 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды на химический анализ); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках (базовый мониторинг).

- Установлено, что почти все исследованные родники на территории Карпатского НПП являются пресными, с незначительными и достаточно изменчивыми под влиянием гидрометеорологических условий дебитами (от 0,1-0,3 дм<sup>3</sup>/мин до 5,0-15,0 дм<sup>3</sup>/мин), «холодными» - по температурному режиму воды (4,6-19,5 °С).

- Минерализация воды большинства родников на территории Карпатского НПП (около 90%) находится в диапазоне «очень пресные» и «нормально пресные» - 30-500 мг/дм<sup>3</sup> (по классификации В.К. Хильчевского [15]).

- Встречаются родники и с очень низким содержанием солей - «чрезвычайно пресные» (10-30 мг/дм<sup>3</sup>), а иногда и «сверхпресные» с минерализацией менее 10 мг/дм<sup>3</sup>. Такой низкий уровень минерализации родниковой воды соответствует нормам регионального природного фона содержания солей в незагрязненных атмосферных осадках, который в планетарном масштабе отслеживается Глобальной службой атмосферы ВМО (WMO/GAW) [23].

- Некоторые из исследованных родников по минерализации воды относятся к «пресноватым» (500-1000 мг/дм<sup>3</sup>), еще реже - к «слабосоленоватым» (1000-3000 мг/дм<sup>3</sup>) [15, 17].

- Для нецентрализованного водоснабжения домохозяйств используется лишь незначительная часть (менее 5%) исследованных родников (с минерализацией воды 60-550 мг/дм<sup>3</sup>). Для водопользования в туристско-рекреационных целях используется около 20-30% исследованных родников (с учетом родников,

расположенных вдоль туристических маршрутов).

- Встречаются родники со специфическими показателями химического состава воды (с запахом сероводорода; повышенным содержанием железа, значения pH, минерализации воды и т.п.); с различным гидрологическим режимом (сезонные, временные, пересыхающие) и др.

- В целом, родники, расположенные на территории Карпатского НПП, отличаются высоким качеством воды. Однако на участках без изъятия (территории населенных пунктов) иногда в родниковой воде отмечалось повышенное содержание органических веществ.

- Как показывает международный опыт, в наше время многогранность экологического, эстетического и функционального значения родников может стать предметом междисциплинарных исследований.

### Список литературы

1. Гагарина О.В., Юнусова Л.З. Охрана родников как источников питьевого водоснабжения в аспекте развития федеральной, региональной и местной нормативно-правовой базы // Вестник Удмуртского ун-та. Серия: Биология. Науки о Земле, 2015. Т. 25(2). С. 7-16. 2. Голубев А.П., Рудаковский И.А., Лебедев Н.Г. Современное состояние родников Минской области – памятников природы республиканского значения // Вестник Белорусского гос. ун-та. Сер.2, 2003. № 3. С. 87-92. 3. Дідула Р.П., Кондратюк Є.І., Блавацький Ю.Б., Усов В.Ю., Пилипович О.В. Оцінка санітарно-хімічних показників безпечності та якості води популярних джерел різних геоструктурних зон Львівщини // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 4 (51). С. 87-101. 4. Доленко С.О., Баламут В.І., Демченко В.Я., Бичковська О.М. Гідрогеохімічний аналіз вод природних підземних джерел на території м. Києва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т. 4(35). С. 98-106. 5. Карпатський національний природний парк / За ред. М.М. Приходька, О.І. Киселюка, А.І. Яворського. Івано-Франківськ. Фоліант, 2009. 672 с. 6. Корчемлюк М.В., Савчук Б.Б., Стефурак О.І., Клименко А.О. Мікроелементи в природних джерелах Карпатського національного природного парку / Мат-ли наук.-практ. конференції з міжнародною участю: Бабенківські читання. Івано-Франківськ. 2013. С. 49. 7. Кравчинський Р.Л., Стефурак О.М. Теоретичні та практичні аспекти моніторингу водних джерел на території Карпатського НПП / Мат-ли міжнарод. наук.-практ. конференції, присвяченій 30-ти річчю НПП «Синевир»: с. Синевирська Поляна, Закарпатської обл. 2019. С.12-17. 8. Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. Моніторингові дослідження природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку / За ред. В.К. Хільчевського. Івано-Франківськ. Фоліант. 2019. 124 с. 9. Мельник А., Шубер П.М., Шушняк В., Костів Л., Березяк В. Фізико-географічні передумови, динаміка та наслідки катастрофічного липневого паводка 2008 року у верхів'ї річки Прут // Вісн. Львів. ун-ту Сер. Географія, 2009. Вип. 37. С. 136-150. 10. Некос А.Н., Максимов О.М., Шевчик К.В. Екологічна якість природних вод з міських джерел м. Харкова. Людина та довкілля. Проблеми неоекології, 2019. Вип. 31. С. 96-103. 11. Орлов А.А. Гигиенические особенности использования родников для питьевого водопользования городского и сельского населения // Медицина труда и экология человека, 2016. № 2. С. 33-37. 12. Приполонинні ліси / За ред. Л.У. Козіко. Ужгород. Карпати. 1978. 84 с. 13. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. 3-е изд., перераб. и доп. Т. 1. Ленинград. Недра, 1979. 512 с. 14. Терлецька Г. Результати моніторингу природних джерел на території м. Києва // Світогляд, 2009. № 4. С. 60-65. 15. Хільчевський В.К. До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2003. Т. 5. С. 11-18. 16. Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Кравчинський Р.Л., Савчук Б.Б. Умови формування хімічного складу води гірського озера Марічейка (масив Чорногора, Українські Карпати) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. Т. 1. С. 6-15. 17. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ. Ніка-Центр, 2012. 312 с. 18. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ. ВПЦ «Київський університет». 2019. 343 с. 19. Хільчевський В.К., Ромась М.І. Джерело водне / Енциклопедія сучасної України, 2007. Т. 7. С. 520. 20. Шестопалов В.М., Самчук



A.I., Moiseev A.Yu., Popenko E.S. Розподіл селену в природних водах Прикарпатського регіону // Геохімія та рудоутворення, 2011. Вип. 30. С. 76-83. **21.** Яворський А.І. Конструктивно-географічні засади організації природоохоронних територій (на прикладі Карпатського національного природного парку). Івано-Франківськ: Фоліант. 2012. 192 с. **22.** Kačok J., Matysik M. Hydrological Regime of Some Springs in the Upper Oder River Basin // Moravian Geographical Reports. 2004. 12. P. 10-20. **23.** Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstuk N.P., Zabokrytska M.R. The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies Journal of geology, geography and geoecology. 2019. 28(1). P. 79-86. DOI: 10.15421/111909. **24.** Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Zabokrytska M.R. and Plichko L.V. Springs as indicator of geotectonic disturbances // Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020». European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo107. **25.** Krešić N., Stevanović Z. Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2010. **26.** Stevens L.E., Springer A.E., Ledbetter J.D. Inventory and Monitoring Protocols for Springs Ecosystems. 2011. 64 p. **27.** Swiderski B. Geomorfologia Czarnohory. Warszawa: Kasa Mianowskiego. 1937. 103 s.

### References

**1.** Gagarina O.V., Yunusova L.Z. Okhrana rodnikov kak istochnikov pit'evogo vodosnabzheniya v aspekte razvitiya federal'noj, regional'noj i mestnoj normativno-pravovoj bazy [Protection of springs as sources of drinking water supply in the aspect of the development of the federal, regional and local regulatory framework] // Vestnik Udmurtsogo un-ta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle. 2015. T. 25(2). S. 7-16. **2.** Golubev A.P., Rudakovskij I.A., Lebedev N.G. Sovremennoe sostoyanie rodnikov Minskoj oblasti – pamyatnikov prirody` respublikanskogo znacheniya [The current state of the springs of the Minsk region - natural monuments of republican significance] // Vestnik Belorusskogo gos. un-ta. Ser. 2. 2003. # 3. S. 87-92. **3.** Didula R.P., Kondratiuk Ye.I., Blavatskiy Yu.B., Usov V.Iu., Pylypovych O.V. Otsinka sanitarno-khimichnykh pokaznykiv bezpechnosti ta yakosti vody populiarnykh dzherel riznykh heostrukturynykh zon Lvivshchyny [Assessment of sanitary-chemical indicators of safety and water quality of popular springs of various geostructural zones of Lviv region] // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2018. № 4 (51). S. 87-101. **4.** Dolenko S.O., Balamut V.I., Demchenko V.Ia., Bychkovska O.M. Hidroheokhimichni analiz vod pryrodnykh pidzemnykh dzherel na terytorii m. Kyieva [Hydrogeochemical analysis of the waters of natural underground springs in the territory of Kyiv] // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2014. T. 4(35). S. 98-106. **5.** Karpatskiy natsionalnyi pryrodnyi park [Carpathian National Nature Park] / Za red. M.M. Prykhodka, O.I. Kyseliuka, A.I. Yavorskoho. Ivano-Frankivsk. Foliant. 2009. 672 s. **6.** Korchemliuk M.V., Savchuk B.B., Stefurak O.I., Klymenko A.O. Mikroelementy v pryrodnykh dzherelakh Karpatskoho natsionalnogo pryrodnoho parku [Trace elements in natural springs of the Carpathian National Nature Park] / Materialy nauk.-prakt. konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu: Babenkiivski chytannia. Ivano-Frankivsk. 2013. S. 49. **7.** Kravchynskiy R.L., Stefurak O.M. Teoretychni ta praktychni aspekty monitorynhu vodnykh dzherel na terytorii Karpatskoho NPP [Theoretical and practical aspects of monitoring water sources on the territory of the Carpathian NNP] / Materialy mizhnarod. nauk.-prakt. konferentsii, prysviachenii 30-ty richchiu NPP «Synevyr»: s. Synevyrska Poliana, Zakarpatskoi obl. 2019. S.12-17. **8.** Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemliuk M.V., Stefurak O.M. Monitorynhovi doslidzhennia pryrodnykh vodnykh dzherel na terytorii Karpatskoho natsionalnogo pryrodnoho parku [Monitoring research of springs in the territory of the Carpathian National Nature Park] / Za red. V.K. Khilchevskoho. Ivano-Frankivsk. Foliant. 2019. 124 s. **9.** Melnyk A., Shuber P.M., Shushniak V., Kostiv L., Bereziak V. Fyzyko-heohrafichni peredumovy, dynamika ta naslidky katastrofichnoho lypnevoho pavodka 2008 roku u verkhivi richky Prut [Physico-geographical preconditions, dynamics and consequences of the catastrophic July flood of 2008 in the upper reaches of the Prut River] // Visnyk Lviv. un-tu Ser. Heohrafiia. 2009. Vyp. 37. S. 136-150. **10.** Nekos A.N., Maksymov O.M., Shevchyk K.V. Ekolohichna yakist pryrodnykh vod z miskykh dzherel m. Kharkova [Ecological quality of natural waters from urban springs of Kharkov] // Liudyna ta dovkillia. Problemy neokolohii. 2019. Vyp. 31. S. 96-103. **11.** Orlov A.A. Gigienicheskie osobennosti ispol'zovaniya rodnikov dlya pit'evogo

vodopol'zovaniya gorodskogo i sel'skogo naseleniya [Hygienic features of the use of springs for drinking water use of urban and rural population] // *Medicyna truda i ekologiya cheloveka*. 2016 N 2 . S. 33-37. **12.** Prypolonynni lisy [Alpine forests] / Za red. L.U. Koziko. Uzhhorod. Karpaty. 1978. 84 s. **13.** Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa [Hydrogeologist Reference Guide] / Pod red. V.M. Maksimova. 3-e izd., pererab. i dop. T. 1. Leningrad. Nedra, 1979. 512 s. **14.** Terletska H. Rezultaty monitorynhu pryrodnykh dzherel na terytorii m. Kyieva [Results of monitoring of natural springs in the territory of Kyiv] // *Svitohliad*. 2009. № 4. S. 60-65. **15.** *Khilchevskiy V.K.* Do pytannia pro klasyfikatsiiu pryrodnykh vod za mineralizatsiieiu [On the question of classification of natural waters by mineralization] // *Hidrolohiiia, hidrokhemiiia i hidroekolohiiia*. 2003. T. 5. S. 11-18. **16.** *Khilchevskiy V.K., Korchemliuk M.V., Kravchynskiy R.L., Savchuk B.B.* Umovy formuvannia khimichnogo skladu vody hirs'koho ozera Maricheika (masyv Chornohora, Ukrainski Karpaty) [Conditions for the formation of the chemical composition of the water of the mountain lake Maricheika (Chornohora massif, Ukrainian Carpathians)] // *Hidrolohiiia, hidrokhemiiia i hidroekolohiiia*. 2018. T. 1. S. 6-15. **17.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Osnovy hidrokhemii: pidruchnyk [Fundamentals of hydrochemistry: a textbook]. Kyiv. Nika-Tsentr, 2012. 312 s. **18.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Rehionalna hidrokhemiiia Ukrainy: pidruchnyk [Regional hydrochemistry of Ukraine: textbook]. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet». 2019. 343 s. **19.** *Khilchevskiy V.K., Romas M.I.* Dzherelo vodne [The source is water] / Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. 2007. T. 7. S. 520. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=23979](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=23979). **20.** *Shestopalov V.M., Samchuk A.I., Moiseiev A.I., Popenko E.S.* Rozpodil selenu v pryrodnykh vodakh Prykarpatskoho rehionu [Distribution of selenium in natural waters of the Carpathian region] // *Heokhemiiia ta rudoutvorennia*. 2011. Vyp. 30. S. 76-83. **21.** *Yavorskyi A.I.* Konstruktyvno-heohrafichni zasady orhanizatsii pryrodookhoronnykh terytorii (na prykladi Karpatskoho natsionalnogo pryrodnoho parku) [Constructive and geographical principles of organization of protected areas (on the example of the Carpathian National Nature Park)]. Ivano-Frankivsk: Foliant. 2012. 192 s. **22.** *Kaòok J., Matysik M.* Hydrological Regime of Some Springs in the Upper Oder River Basin // *Moravian Geographical Reports*. 2004. 12. P. 10-20. **23.** *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstuk N.P., Zabokrytska M.R.* The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies *Journal of geology, geography and geoecology*. 2019. 28(1). P. 79-86. DOI: 10.15421/111909. **24.** *Kravchynskiy R.L., Khilchevskiy V.K., Korchemlyuk M.V., Zabokrytska M.R. and Plichko L.V.* Springs as indicator of geotectonic disturbances // *Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020»*. European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo107. **25.** *Krešić N., Stevanović Z.* Groundwater Hydrology of Springs: Engineering, Theory, Management, and Sustainability. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2010. **26.** *Stevens L.E., Springer A.E., Ledbetter J.D.* Inventory and Monitoring Protocols for Springs Ecosystems. 2011. 64 p. **27.** *Swiderski B.* Geomorfologia Czarnohory. Warszawa: Kasa Mianowskiego. 1937. 103 s.

**Методичні аспекти моніторингу природних водних джерел в умовах Українських Карпат Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л.**

*Метою дослідження є узагальнення методичних підходів до моніторингу природних водних джерел на території Карпатського національного природного парку та виявлення основних гідрологічних та гідохімічних закономірностей їхнього функціонування. За період 2011-2019 рр. проведено близько 40 експедицій з дослідження водних джерел, розташованих у трьох основних природних комплексах на території Карпатського НПП: Скибові Горгани, Ясинсько-Верховинська міжгірська улоговина, масив Чорногора. В гідрологічному аспекті це басейн р. Прут (ліва притока Дунаю). Було розроблено і послідовно реалізовано основні методологічні підходи з моніторингу природних водних джерел. Загальний алгоритм моніторингу, який розглядається в статті, можна представити у вигляді блок-схеми з послідовними етапами: 1) збір наявної інформації про природні водні джерела (ПВД); 2) польові обстеження першого рівня (опис ПВД та картографування); 3) польові обстеження другого рівня (виміри дебітів та відбір проб); 4) регулярні спостереження на еталонних ПВД (базовий моніторинг).*

**Ключові слова:** водне джерело, моніторинг, етапи моніторингу, дебіт, хімічний склад води, Карпатський національний природний парк, Українські Карпати.

**Методические аспекты мониторинга родников в условиях Украинских Карпат  
Хильчевский В.К., Кравчинский Р.Л.**

Целью исследования является обобщение методических подходов к мониторингу родников на территории Карпатского национального природного парка и выявление основных гидрологических и гидрохимических закономерностей их функционирования. За период 2011-2019 гг. проведено около 40 экспедиций по исследованию родников, расположенных в трех основных природных комплексах на территории Карпатского НПП: Скибовые Горганы, Ясинско-Верховинская межгорная котловина, массив Черногора. В гидрологическом аспекте это бассейн р. Прут (левый приток Дуная). Были разработаны и последовательно реализованы основные методологические подходы по мониторингу родников. Общий алгоритм мониторинга, который рассматривается в статье, можно представить в виде блок-схемы с последовательными этапами: 1) сбор имеющейся информации о родниках 2) полевые обследования первого уровня (описание родников и их картографирование) 3) полевые обследования второго уровня (измерения дебитов и отбор проб воды); 4) регулярные наблюдения на эталонных родниках.

**Ключевые слова:** родник, мониторинг, этапы мониторинга, дебит, химический состав воды, Карпатский национальный природный парк, Украинские Карпаты.

**Methodological aspects of monitoring springs in the conditions of the Ukrainian Carpathians  
Khilchevskiy V.K., Kravchynskiy R.L.**

The purpose of the study is to generalize methodological approaches to monitoring springs in the territory of the Carpathian National Natural Park and to identify the main hydrological and hydrochemical laws of their functioning. We conducted research of springs outlined outside the Carpathian National Natural Park (CNNP) - the first (1980) and one of the largest (504.95 km<sup>2</sup>) nature parks in Ukraine, located in the territory of Ivano-Frankivsk region. The office is located in Yaremche, Ivano-Frankivsk region. Inventory and accounting of springs is included in the plan of annual nature conservation activities held in the park. In 2019, after the grant of two wetlands in the Carpathian National Park (Prut and Pogorelets) international status and their inclusion in the list of wetlands protected by the Ramsar Convention on Wetlands of International Imports of International Imports especially as Waterfowl Habitat, 1971 - the study of environmental components, including springs, becomes more relevant and practical. There are all the necessary conditions for a comprehensive study of natural groundwater output to the surface - scientific, logistical and informational base. For the period 2011-2019 about 40 expeditions were conducted to study the springs located in three main natural complexes on the territory of the Carpathian NNP: the Outer Gorgany, the Yasinsky-Verkhovynsky intermountain basin, the Chernogora massif. In the hydrological aspect, it is a Prut river basin (left tributary of the Danube). The main methodological approaches for monitoring springs were developed and consistently implemented. The general monitoring algorithm, which is considered in the article, can be presented in the form of a flowchart with successive steps: 1) collecting available information about the springs 2) field surveys of the first level (description of the springs and their mapping) 3) field surveys of the second level (measuring flow rates and water sampling); 4) regular observations on reference springs. The water mineralization of most springs in the Carpathian NPP (about 90%) is in the range of "very fresh" and "normally fresh" - 30-500 mg/dm<sup>3</sup> (according to the classification of Valentyn Khilchevskiy). There are springs with very low salt content - "extremely fresh" (10-30 mg/dm<sup>3</sup>), and sometimes "super fresh" with a salinity of less than 10 mg/dm<sup>3</sup>. Such a low level of spring water mineralization corresponds to the norms of the regional natural background of the salt content in unpolluted atmospheric precipitation.

**Keywords:** spring, monitoring, monitoring stages, flow rate, chemical composition of water, Carpathian National Natural Park, Ukrainian Carpathians.

**Надійшла до редколегії 03.04.2020**

**Хільчевський В.К., Гребінь В.В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **СУЧАСНА ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАВКІВ В УКРАЇНІ – РЕГІОНАЛЬНІ І БАСЕЙНОВІ АСПЕКТИ**

**Ключові слова:** ставок, область, район річкового басейну, зарегульованість річок, Україна.

**Актуальність теми.** Впродовж багатьох століть люди будували загати і греблі на малих річках і струмках для створення ставків, необхідних для накопичення води для господарських потреб, забезпечення роботи водяних млинів тощо. Сьогодні ставки використовуються людиною в різноманітних цілях: для зрошення, розведення риби і водоплавної птиці, рекреації, для протипожежних заходів тощо. Крім основного функціонального призначення ставки здійснюють екологічний вплив на довкілля, а також на мікроклімат прилеглої території, сприяють зниженню максимальних витрат води річок і тимчасових водотоків. Дослідженнями встановлено, що в глобальному масштабі ставки на планеті охоплюють більшу загальну площу, ніж озера [21]. У 2009 р. в Женеві було зареєстровано асоціацію «Європейська мережа охорони ставків» (European Pond Conservation Network - EPCN), метою якої є сприяння збереженню ставків та їхнього біорізноманіття в мінливому європейському ландшафті [19].

**Аналіз публікацій** з вивчення ставків в Україні як водних об'єктів показує, що більша увага приділялася гідрохімії та гідробіології ставків. Зумовлено це прикладними завданнями - необхідністю мати чіткі уявлення про якість води ставків з позицій ведення рибного господарства. У свій час важливою узагальнюючою роботою стала монографія Г.С. Коненко [9], в якій відображено загальні закономірності хімічного складу води ставків на території України.

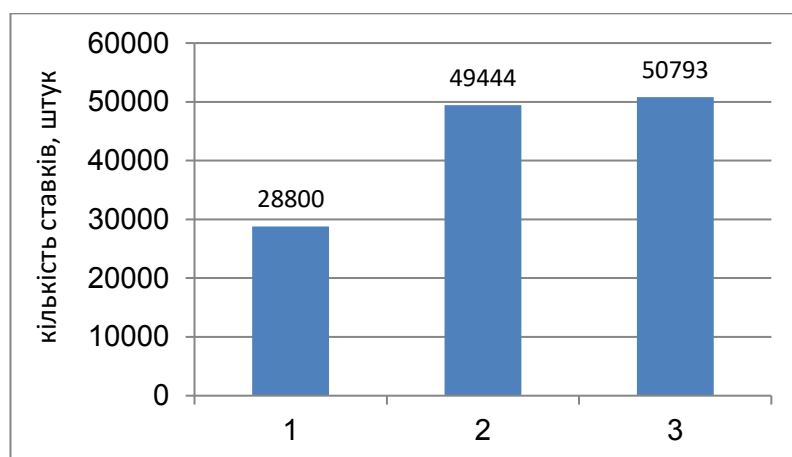
Інтерес до якості води ставків проявляється і в наш час, як в Україні, так і в Польщі, Білорусі, Росії. Основним стимулом таких досліджень слугує місцеве рибне господарство [1, 6]. Також якість води викликає інтерес дослідників при вивченні екологічного стану ставків, які мають високий рекреаційний потенціал [5, 7, 15, 20]. Або ж навпаки, знаходяться під значним антропогенним впливом [16]. Узагальнююче водогосподарське районування ставків здійснено для території Білорусі [8]. Для району Центрального Чорнозем'я Росії розроблена функціонально-генетична класифікація ставків: за призначенням, способом спорудження, геоморфологією, джерелами живлення, водним режимом [10]. В роботі [12] узгоджено гідрохімічну класифікацію ставків на території України з функціонально-генетичною класифікацією. З'являються окремі роботи, що окреслюють гідродинамічні питання для малих водойм [2]. В Україні почали приділяти увагу гідрографічним особливостям поширення ставків на території країни [4], а також в межах окремих річкових басейнів [18].

Ставки є характерним елементом аграрного ландшафту в Україні, є вони і в паркових зонах міст (всього в країні 28 378 сіл і 1344 міста). Постає питання, яке є важливим для водного менеджменту – а скільки всього ставків в Україні? Це питання також важливе й для гідрологічних розрахунків, адже через додаткове випаровування з водної поверхні ставків втрачається певна кількість водних ресурсів.

**Метою дослідження** є встановлення загальної кількості ставків в Україні та аналіз територіальних закономірностей їхнього поширення за адміністративними областями, а також за районами річкових басейнів, як основними гідрографічними одиницями водного менеджменту.

**Матеріал і методика досліджень.** Для дослідження використано первинну інформацію по ставках регіональних офісів Державного агентства водних ресурсів України станом на 01.01.2014 р. та 01.01.2019 р. Основні характеристики, що статистично опрацьовувалися: кількість ставків; площа водного дзеркала; об'єм води; перебування у власності - власність територіальних громад, на балансі водогосподарських організацій, в оренді. Матеріали зводилися: 1) за адміністративно-територіальними утвореннями - Автономна Республіка Крим (дані станом на 01.01.2014) та 24 області (по окремих районах Донецької та Луганської областей дані станом на 01.01.2014); 2) за 9 районами річкових басейнів, які виділено при гідрографічному районуванні території України в 2016 р.

**Виклад основного матеріалу.** В Україні ставок - це штучно створена водойма, місткістю не більш 1,0 млн. м<sup>3</sup> [3]. Ставки належать до водних об'єктів місцевого значення (поверхневі води, що знаходяться і використовуються в межах однієї області і які не віднесені до водних об'єктів загальнодержавного значення). Такий невисокий статус ставок, як водних об'єктів, призвів до того, що їхній облік в Україні здійснювався не на належному рівні. Донедавна вважалося, що на території країни загальна кількість ставок становить лише 28,8 тисячі [11]. Але дослідження, виконані в Україні у 2014 р., показали на 72 % більшу кількість - 49444 ставки з сумарною площею водного дзеркала 289109 га та об'ємом 3984,5 мільйонів м<sup>3</sup> води [4]. Таке «гідрографічне відкриття» змусило нас повторити ці дослідження у 2019 р., щоб перевірити отримані результати (рис. 1).



*Рис. 1. Порівняння даних про кількість ставок в Україні, отриманих в різні роки, штук: 1 – 2001 р. [11]; 2 – 2014 р. [4]; 3 – 2019 р.*

На жаль, при зборі інформації довелося враховувати реалії сьогодення – неможливість отримати свіжу інформацію по анексованій Росією Автономній Республіці Крим (АР Крим), а також по тимчасово окупованих територіях Донецької та Луганської областей.

За даними досліджень 2019 р., в Україні нараховується 50793 ставки з сумарною площею водного дзеркала 292899 га та об'ємом 3969,4 мільйонів м<sup>3</sup> води (табл. 1). Як видно, дані 2019 р. дещо вищі ніж у 2014 р., але досить близькі (різниця для різних характеристик становить 0,4-2,7 %).

Таблиця 1. Кількість ставків на території України за даними досліджень 2014 і 2019 рр.

Рік	Кількість ставків та їхні параметри		
	кількість, штук	площа, га	об'єм, млн. м <sup>3</sup>
2014	49444	289109	3969,4
2019	50793	292899	3984,5
Різниця абсолютна	1349	3790	15,1
Різниця, %	2,7	2,3	0,4

**Розподіл ставків за адміністративними областями.** Кількісний розподіл ставків за територією України є нерівномірним (табл. 2).

Таблиця 2. Наявність ставків в межах адміністративно-територіальних утворень на території України, 01.01.2019 р.

АР Крим, області, міста зі спецстатусом	Площа регіону, км <sup>2</sup>	Кількість ставків та їхні параметри			Ставки, передані в оренду	
		штук	площа, га	об'єм, млн м <sup>3</sup>	%	площа, га
АР Крим *	26 200	1898	12480	205,7	22	4790
Вінницька	26 513	5341	24366	248	10	4640
Волинська	20 144	1119	5342	57,8	50	3128
Дніпропетровська	31 914	3292	18812	274,8	25	7661
Донецька *	26 517	2146	12100	258,1	22	3520
Житомирська	29 832	1943	13281	177	25	5193
Закарпатська	12 777	645	1672	22,6	100	1672
Запорізька	27 180	1192	8840	148,1	19	2250
Івано-Франківська	13 900	1364	5100	44,7	40	2107
Київська	28 131	3215	17181	247,1	19	9330
Кіровоградська	24 588	2788	17317	246,5	40	8646
Луганська*	26 684	362	2832	76,7	11	280
Львівська	21 833	3192	9440	105,1	17	1990
Миколаївська	24 598	1172	9259	99,7	32	4065
Одеська	33 310	992	12118	198,0	11	2106
Полтавська	28 748	2691	20025	279	27	3971
Рівненська	20 047	1688	8549	93,9	55	4876
Сумська	23 834	2192	11389	125,3	24	4615
Тернопільська	13 823	886	5629	58,8	41	2921
Харківська	31 415	2539	12384	221,6	23	3715
Херсонська	28 461	1154	12317	152,4	2	1324
Хмельницька	20 645	2917	21743	200,9	44	9325
Черкаська	20 900	2950	17160	234	54	11522
Чернівецька	8 097	1109	3945	39,5	48	2059
Чернігівська	31 865	1807	8960	147,4	7	939
м. Київ	839	103	322	9,7	- **	-
м. Севастополь*	864	96	336	12,0	-	-
<b>Всього по Україні</b>	<b>603628</b>	<b>50793</b>	<b>292899</b>	<b>3984,5</b>	<b>28</b>	<b>106645</b>

Примітка: \* - інформація на 01.01.2014; \*\* - немає ставків, переданих в оренду

Найбільше ставки зосереджені на території адміністративних областей, розташованих в межах центральної та західної України (лісостепова зона): Вінницькій – 10,5 % від загальної кількості ставків в країні (5341 ставок), Дніпропетровській – 6,5 % (3292 ставки), Київській – 6,3 % (3215 ставків) та Львівській – 6,3 % (3192 ставки) областях.

Найменше ставків від загальної кількості в країні знаходиться в межах Луганської – 0,7 % від загальної кількості ставків в країні (362 ставки), Закарпатської – 1,3 % (645 ставків), Тернопільської – 1,7 % (886 ставків) та Одеської 2,0 % (992 ставки) областей (рис. 2).

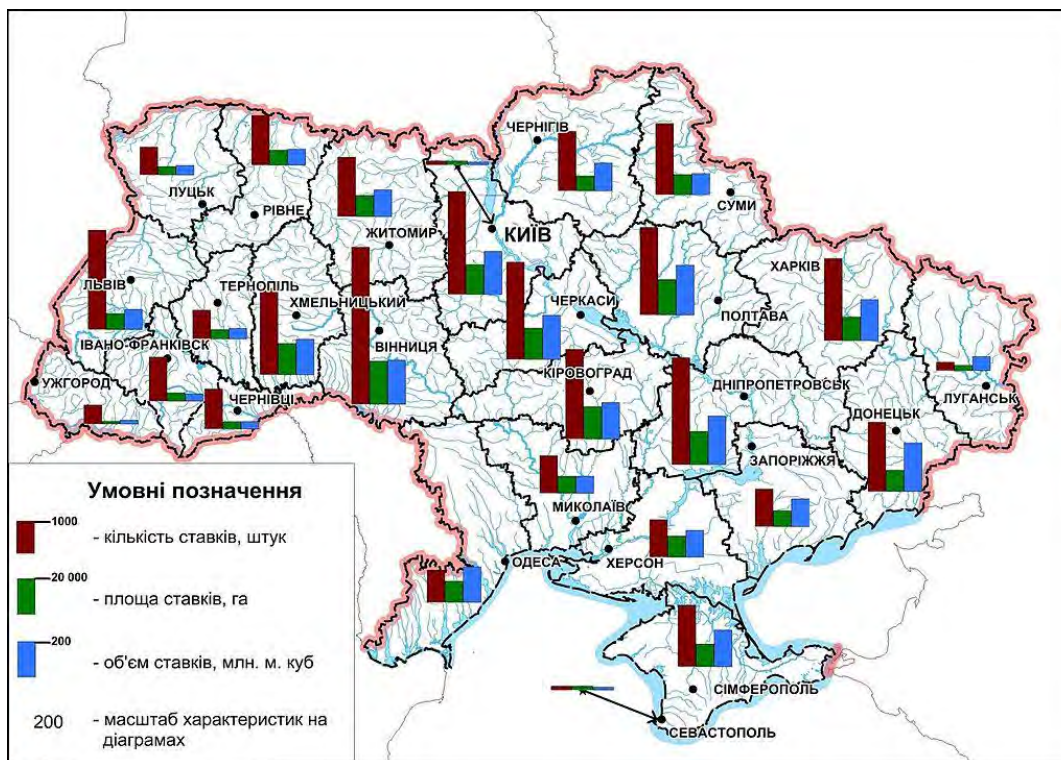


Рис. 2. Картоschema розподілу ставків (кількість ставків – штук; площа - га; загальний об'єм - млн. м<sup>3</sup>) за адміністративними областями в Україні

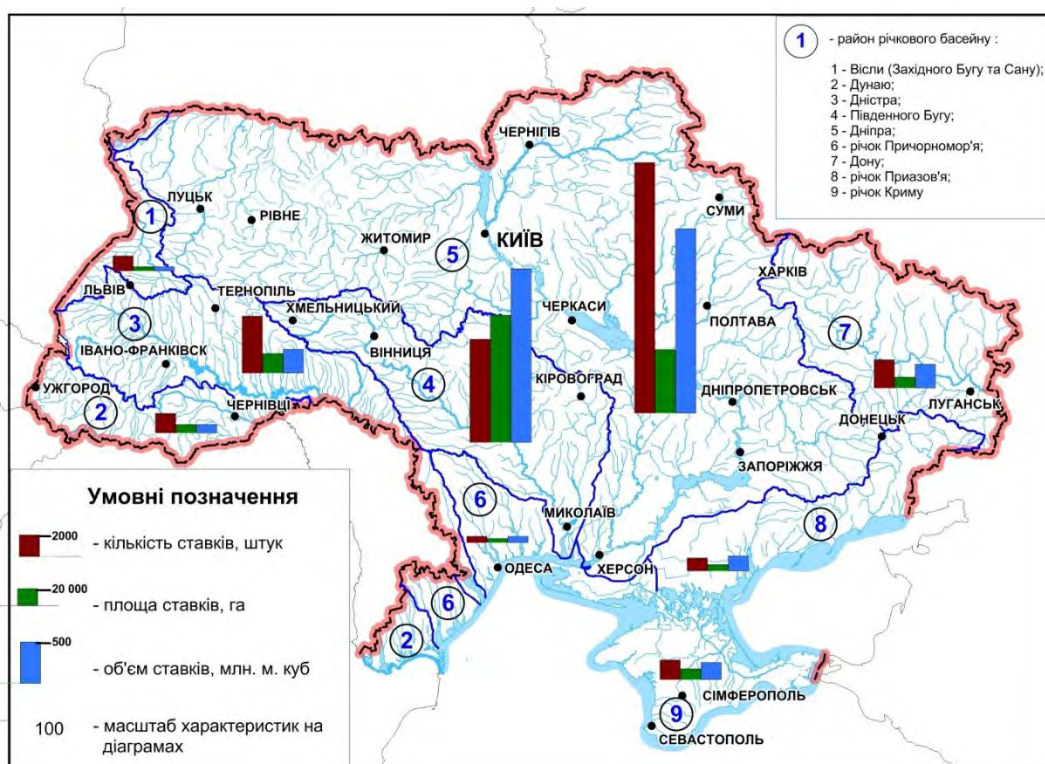
За сумарною площею водної поверхні ставків провідні позиції в Україні займають Вінницька – 8,3 % від сумарної площі ставків в країні (24366 га), Хмельницька – 7,4 % (21743 га) та Полтавська – 6,8 % (20025 га) області. Найменшою є сумарна площа водної поверхні ставків в Закарпатській – 0,5 % від загальної площі ставків в країні (1672 га), Луганській – 1,0 % (2832 гектарів) і Чернівецькій – 1,3 % (3945 га) областях.

За сумарною величиною об'єму ставків провідні позиції в Україні займають Полтавська – 7,0 % від сумарної величини повного об'єму ставків в країні (279 млн. м<sup>3</sup>), Дніпропетровська – 6,9 % (274,8 млн. м<sup>3</sup>) і Донецька – 6,5 % (258,1 млн. м<sup>3</sup>) області. Вінницька область за цим показником лише на четвертому місці – 6,2 % (248 млн. м<sup>3</sup>). Найменшою є сумарна величина повного об'єму ставків в Закарпатській – 0,6 % від загального об'єму ставків в країні (22,6 млн. м<sup>3</sup>), Чернівецькій – 1,0 % (39,5 млн. м<sup>3</sup>) та Івано-Франківській – 1,1 % (44,7 млн. м<sup>3</sup>) областях.

**Розподіл ставків за районами річкових басейнів.** В Україні у 2016 р. було виконано гідрографічне районування території згідно вимог Водної рамкової директиви ЄС 2000/60/ЄС [3,17]. Визначено, що основною гідрографічної одиницею

для інтегрованого управління водними ресурсами є район річкового басейну. На території України встановлено 9 районів річкових басейнів (РРБ): Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли, річок Криму, річок Причорномор'я, річок Приазов'я [14, 22]. Майже всі річки України належать до басейну Чорного і Азовського морів. Але РРБ Вісли належить до басейну Балтійського моря і займає всього 2,5 % території країни.

Майже половина ставків зосереджена в районі басейну р. Дніпро – 48,5 % від загальної кількості ставків в країні (24634 ставки) (рис. 3, табл. 3). Частка району басейну р. Південний Буг становить 19,6 % (9954 ставки), району басейну р. Дністер – 11,6 % (5899 ставок). Найменше ставків в районі басейну річок Причорномор'я – 1,2 % (656 ставок), в районі басейну річок Приазов'я – 2,8 % (1417 ставок) і в районі басейну р. Вісла – 2,9 % (1459 ставок) [13].



**Рис. 3. Картосхема розподілу ставків (кількість ставків – штук; площа - га; загальний об'єм - млн. м<sup>3</sup>) за районами річкових басейнів в Україні: 1 – Вісли; 2 – Дунаю; 3 – Дністра; 4 - Південного Бугу; 5 – Дніпра; 6 - річок Причорномор'я; 7 – Дону; 8 - річок Приазов'я; 9 - річок Криму**

За сумарною площею водної поверхні ставків в Україні співвідношення між районами річкових басейнів дещо змінюється. Частка району басейну р. Дніпро зростає і становить понад половину від сумарної площі водної поверхні ставків в країні – 53 % (156227 га), на другій позиції - район басейну р. Південний Буг – 19,3 % (56400 га), на третій - район басейну р. Дністер – 8,4 % (24622 га). Найменшою є сумарна площа водної поверхні ставків в районі басейну р. Вісла – 1,5 % (4453 га), в районі басейну річок Причорномор'я – 1,9 % (5545 га) і в районі басейну річок Приазов'я – 2,9 % (8378 га). Половина сумарного об'єму ставків в Україні припадає на район басейну р. Дніпро – 50,0 % (1998,2 млн. м<sup>3</sup>). Частка району басейну р. Південний Буг становить 17,3 % (691,2 млн. м<sup>3</sup>). Райони басейнів р. Дон і р. Дністер мають близькі показники повного об'єму ставків, відповідно – 7,8 % (312,4 млн. м<sup>3</sup>) і 7,3 % (290,7 млн. м<sup>3</sup>).



Найменшим є сумарний повний об'єм ставків в районі басейну р. Вісла – 1,3 % (49,9 млн. м<sup>3</sup>), в районі басейну р. Дунай – 2,8 % (110,1 млн. м<sup>3</sup>) і в районі басейну річок Причорномор'я – 2,9 % (115,2 млн. м<sup>3</sup>).

**Таблиця 3. Наявність ставків в межах районів річкових басейнів на території України, 01.01.2019 р.**

Район річкового басейну (РРБ)	Площа РРБ, км <sup>2</sup>	Кількість ставків та їхні параметри			Ставки, передані в оренду	
		штук	площа, га	об'єм, млн. м <sup>3</sup>	%	площа, га
Дніпра	296315	24634	156227	1998,2	26	56391
Дністра	53961	5899	24622	290,7	24	7379,6
Дунаю	30625	1965	10071	110,1	68	5263,8
Південного Бугу	63700	9954	55811	691,2	34	24629
Дону	55273	2815	14976	312,4	25	4364
Вісли	12892	1459	4453	49,9	25	1443,5
Річок Криму	27218	1994	12816	217,7	21	4790
Річок Причорномор'я	27179	656	5545	115,2	11	1081
Річок Приазов'я	36866	1417	8378	199,1	9	1303
Всього в Україні	604742	50793	292899	3984,5	28	106645

*Примітка:* 604742\* км<sup>2</sup> – загальна площа 9 районів річкових басейнів (разом з прибережними водами); 603628 км<sup>2</sup> – площа території України

Коефіцієнт зарегулювання стоку річки штучними водоймами  $k$  визначається:

$$k = W_1 / W_2, \quad (1)$$

де  $W_1$  – об'єм штучних водойм, млн. м<sup>3</sup>;  $W_2$  – об'єм стоку річки, млн. м<sup>3</sup>.

Коефіцієнт зарегулювання  $k$  для окремих районів річкових басейнів України досягає: річок Приазов'я – 0,71; річок Криму – 0,76; річок Причорномор'я – 0,77. А на значній кількості малих річок районів річкових басейнів Причорномор'я, Приазов'я, Дону (Сіверського Дінця), нижньої частини районів річкових басейнів Дніпра і Південного Бугу величина коефіцієнта зарегулювання досягає 1,0 [4].

**Ставки – складова частина водного фонду України.** Усі води (водні об'єкти) на території України становлять водний фонд держави. Але фізичні та юридичні особи можуть отримати в користування на умовах оренди деякі водні об'єкти. Так, для рибогосподарських потреб, культурно-оздоровчих, лікувальних, рекреаційних, спортивних і туристичних цілей, проведення науково-дослідних робіт можуть надаватися водосховища (крім водосховищ комплексного призначення), ставки, озера і замкнені природні водойми [3]. Процес передачі ставків в оренду в Україні розпочався у 1999 р.

Станом на 01.01.2019 р. із 50793 ставків в Україні 72 % перебувало у власності територіальних громад, 28 % - передано в оренду (табл. 2, табл. 3). У 2014 р. ця пропорція була дещо іншою: 64 % і 36 % [4].

Серед областей України найбільше орендованих ставків у Закарпатській області - 100%. У Рівненській області в оренді 55 % ставків, у Черкаській – 54 %, у Волинській – 50 %. Найменше орендованих ставків у Херсонській (2 %), Чернігівській (7 %), Одеській (11 %) та Вінницькій (10 %) областях.

Серед районів річкових басейнів найбільше орендованих ставків у районах басейнів р. Дунай – 68 % та р. Південний Буг – 34 %. Найменше - у районах басейнів річок Приазов'я (9 %) та Причорномор'я (11 %).

**Морфометричні характеристики ставків.** За даними наших досліджень, переважна більшість ставків в Україні за площею водної поверхні відноситься до дуже малих (до 2 га) та малих (від 2 до 10 га). По окремих областях країни їх сумарна частка становить від 75,1 до 92,6% від загальної кількості ставків. Частка середніх ставків (площею 10 – 25 га) змінюється від 6,2 до 16,2% по окремих регіонах. На великі (площею 25 – 50 га) та дуже великі (понад 50 га) ставки сумарно припадає від 1,7 до 8,4 % від загальної кількості ставків в окремих областях (табл. 4).

**Таблиця 4. Класифікація ставків в Україні за площею водної поверхні**

Тип ставка	Площа, га	Кількість ставків, %
Дуже великі	> 50	3
Великі	25-50	
Середні	10-25	12
Малі	2-10	85
Дуже малі	< 2	

За об'ємом акумульованої води переважна більшість ставків в Україні відноситься до дуже малих (об'ємом до 10 тис. м<sup>3</sup>) та малих (від 10 до 50 тис. м<sup>3</sup>). Сумарна частка цих двох категорій складає від 41,9 – 56,1% в південних областях до 53,1 – 73,2% - у північних. Частка середніх за об'ємом ставків (від 50 до 200 тис. м<sup>3</sup>) становить в окремих областях від 19,1 до 39,2%. Від 7,3 – 11,6% у північних областях до 12,2 – 20,2% - у південних змінюється сумарна частка великих (об'ємом від 200 до 500 тис. м<sup>3</sup>) та дуже великих (від 500 тис. м<sup>3</sup> до 1,0 млн. м<sup>3</sup>) ставків (табл. 5).

**Таблиця 5. Класифікація ставків в Україні за об'ємом акумульованої води**

Тип ставка	Об'єм, тис. м <sup>3</sup>	Кількість ставків, %
Дуже великі	> 500	13
Великі	200-500	
Середні	50-200	29
Малі	10-50	58
Дуже малі	< 10	

**Загальний стан ставків.** За даними обстежень Державного агентства водних ресурсів України значна частина ставків в країні мають незадовільний технічний стан. Побудовані вони в основному в 1960-1980 рр. за спрощеною проектною документацією. Греблі земляні, з незакріпленими укосами, багато з них розмиті. Водоскидні споруди за технічним станом, як правило, не відповідають сучасним вимогам.

Замуленість ставків становить 10-25%, а в південних степових районах досягає 50-60%. Вони заросли водною рослинністю, що зумовило зменшення об'ємів і площі водного дзеркала. Значна частина малих за площею і неглибоких ставків втратила господарське значення, перетворилася в штучні басейни-випаровувачі, які марно і безповоротно втрачають воду, що перешкоджає регулюванню та раціональному використанню стоку малих річок, впливає на їхній гідрохімічний режим. Втрати води на додаткове випаровування з поверхні водосховищ і ставків є досить значними, особливо в зоні недостатнього зволоження, де вони можуть досягати 20-40% від обсягу стоку річок, на яких вони побудовані, в дуже маловодний рік. З огляду на їхній незадовільний технічний стан в результаті тривалої

експлуатації, виникає питання про ліквідацію частини таких водойм і перетворення їх на заплавні сіножаті.

У 2013 р. Міністерство екології та природних ресурсів України затвердило "Порядок розроблення паспорта водного об'єкта". У цьому паспорті передбачено встановлення морфометричних, гідрохімічних і технічних параметрів водного об'єкта, гідрологічних характеристик річки, на якій розташована водойма. Також регламентується експлуатаційна діяльність на ставках для забезпечення надійності функціонування споруд. Замовником робіт з розробки паспорта водного об'єкта є його орендодавець.

#### **Висновки.**

1). Дослідженнями встановлено, що в Україні станом на 2019 р. нараховується 50793 ставки, що на 2,7 % більше, ніж станом на 2014 р. - 49444 ставки.

2). Найбільша кількість ставків зосереджена у Вінницькій області – 10,5 % від загальної кількості ставків в країні. Найменша - у Луганській області (0,7 %).

3). Серед районів річкових басейнів найбільше ставків зосереджено в районі басейну р. Дніпро – 48,5 % від загальної кількості ставків в країні. Найменше - в районі басейну річок Причорномор'я - 1,2 %.

4). Станом на 2019 р. в Україні 71,7 % ставків перебувало у власності територіальних громад, 28 % - передано в оренду.

5). Найбільше ставків в оренді в Закарпатській області – 100 %. У Рівненській області в оренді 55 % ставків, у Черкаській – 54 %, у Волинській – 50 %. Найменше - у Херсонській (2 %) та Чернігівській (7 %) областях.

6). Переважна кількість ставків в Україні (від 75,1 до 92,6% за площею та від 41,9 до 73,2% за об'ємом) відноситься до категорії малих та дуже малих.

7). З метою виявлення реального стану ставків, їх рекреаційної ролі, впливу на навколишнє середовище і регулювання гідрографічної мережі в Україні необхідно посилити увагу до всебічного моніторингу ставків.

#### **Список літератури**

1. *Бабань В.П.* Оцінювання ставів рибогосподарського призначення басейну Південного Бугу Вінницької області за гідрохімічними показниками // Збалансоване природокористування, 2015. № 2. С. 86-89. 2. *Батог С.В.* Гідродинамічна характеристика водойм м. Києва // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2015. № 2(37). С. 55-68. 3. Водний кодекс України (зі змінами та доповненнями протягом 2000-2017 рр.). URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>. 4. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунарьов, О.Є. Ярошевич / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ. Інтерпрес, 2014. 192 с. 5. Екологічний стан київських водойм / О.А. Афанасьєва, Т.С. Багацька, Л.Г. Огляницька та ін. Київ. Фітосоціоцентр, 2010. 256 с. 6. *Євтушенко М.Ю. М.І. Хижняк М.І.* Основні підходи до оцінки стану водойм рибогосподарського призначення на основі біомоніторингу // Гідробіологічний журнал, 2012. Т. 48. № 1. С. 57-64. 7. *Жежеря В.А., Батог С.В., Линник П.М., Жежеря Т.П.* Гідролого-гідрохімічна характеристика Китаївських ставків (м. Київ) // Наукові праці УкрГМІ, 2015. Вип. 267. - 64-81. 8. *Кирвель И.И.* Пруды Белоруси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим. Минск. Белорусский педуниверситет. 2005. 234 с. 9. *Коненко Г.С.* Гідрохімія ставків і малих водоймищ України. Київ. Наукова думка, 1971. 311 с. 10. *Мишон В.М.* Функціонально-генетическая классификация прудов Центрального Черноземья // Вестник Воронежского госуниверситета. Серия: География. Геоэкология, 2003. Т. 2. С. 23-32. 11. *Паламарчук М.М. Закорчевна Н.Б.* Водний фонд України: Довідковий посібник. 2-е вид., доп. Київ. Ніка-Центр, 2006. 320 с. 12. *Хільчевський В.К.* Про функціонально-генетичну та гідрохімічну класифікації ставків // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017, № 3(46). С. 6-11. 13. *Хільчевський В.К., Гребінь В.В.* Гідрографічна характеристика ставків на території України за районами річкових басейнів / Збірник матеріалів VIII зїзду Гідроекологічного товариства України. Київ. 2019. С. 306-307. 14. *Хільчевський В.К., Гребінь В.В.* Гідрографічне та водогосподарське ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)

районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. № 1(44). С. 8-20. **15.** Хільчевський В.К., Курило С.М. Гідролого-гідрохімічна характеристика водоймів м. Києва // Водне господарство України, 1999. № 5-6. С. 17-22. **16.** Шерстюк Н.П. Випаровування та концентрування розчинених речовин у воді ставків Криворіжжя // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2012. Вип. 1(26). С.107-116. **17.** 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. OJ L 327 p. 1–73. **18.** Plichko L.V., Zatserkovnyi V.I., Khilchevskiy V.K., Mizernaya M. and Bakytzhan A. Assessment of changes a number of surface water bodies within the sub-basin of the Desna River using remote sensing materials // Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020». European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo101. **19.** The ecological role of ponds in a changing world. / Cereghino R., Boix D., Cauchie H.-M. // Hydrobiologia. 2014. Vol. 723. Iss. 1. p. 1-6. DOI: 10.1007/s10750-013-1719-y. **20.** The effect of effluents from rainbow trout ponds on water quality in the Gowienica River / Bonisławska M., Tański A., Mokrzycka M. // Journal of Water and Land Development. 2013. No. 19 (VII-XII) p. 23–30. **21.** The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments / Downing J.A., Prairie Y.T., Cole J.J. // Limnology and Oceanography. 2006. Vol. 51. Iss. 5 p. 2388–2397. DOI: 10.4319/lo.2006.51.5.2388. **22.** Valentyn Khilchevskiy, Vasyl Grebin, Nataliia Sherstyuk. Modern hydrographic and water management zoning of Ukraine's territory in 2016 – implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Kyiv. Ukraine. 2019. P. 209-223.

## References

**1.** Baban V.P. Otsiniuvannia staviv rybohospodarskoho pryznachennia baseinu Pivdennoho Buhu u Vinnytskiy oblasti za hidrokhimichnymi pokaznykamy [Assessment of ponds of fishery purposes of the Southern Bug Basin in the Vinnytsia Region by Hydrochemical Indicators]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. 2015. N 2. S. 86-89. **2.** Batoh S.V. Hidrodinamichna kharakterystyka vodoim m. Kyieva [Hydrodynamic characteristics of reservoirs in Kyiv] // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2015. № 2(37). S. 55-68. **3.** Vodnyi kodeks Ukrainy. 1995 (zi zminamy protiahom 2000-2017 rr.) [Water Code of Ukraine. 1995 (with changes during 2000-2017)]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/213/95> **4.** Vodnyi fond Ukrainy. Shtuchni vodoimy - vodoskhovyshcha i stavky [Water Fund of Ukraine: Artificial body of water - reservoirs and ponds]. Hrebin V.V., Khilchevskiy V.K., Stashuk V.A. ta in. Za red. V.K. Khilchevskoho i V.V. Hrebinia. Kyiv. Interpres. 2014. 164 s. **5.** Ekolohichni stan kyivskykh vodoim [Ecological status of Kiev bodys of water]. Afanasieva O.A., Bahatska T.S., Ohlianytska L.H. ta in. Kyiv. Fitosotsiotsentr. 2010. 256 s. **6.** Yevtushenko M.Yu., Khyzhniak M.I. Main Approaches to Assessment of State of the Water Bodies Intended for Fishery on the Basis of Biomonitoring. Hydrobiological Journal. 2012. Vol. 48. Iss. 3 S. 52-58. DOI 10.1615/HydrobJ.v48.i3.50. **7.** Zhezheria V.A, Batoh S.V., Lynnyk P.M., Zhezheria T.P. Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka Kytaiivskykh stavkiv (Kyiv) [Hydrological and hydrochemical characteristic of the Kytaiivsky ponds (Kyiv)]. Naukovi pratsi UkrHMI. 2015. T. 267 S. 64-81. **8.** Kirvel I.I. Prudy Belarusi kak antropogennye vodnye obekty, ih osobennosti i rezhim [Ponds of Belarus as anthropogenic water bodies, their features and regime]. Minsk. Belorusskij ped. universitet. 2005. 234 s. **9.** Konenko H.D. Hidrokhiimiia stavkiv i malykh vodoimyshch Ukrainy [Hydrochemistry of ponds and small reservoirs of Ukraine]. Kyiv. Naukova dumka. 1971. 311 s. **10.** Mishon V.M. Funkcionalno-geneticheskaya klassifikatsiya prudov Centralnogo Chernozemya [Functional genetic classification of ponds of the Central Black Soil Region]. Vestnik Voronezhskogo universiteta. Geografiya. Geoekologiya. 2003. T. 2 S. 23-32. **11.** Palamarchuk M.M., Zakorchevna N.B. Vodnyi fond Ukrainy: Dovidnyk [Water Fund of Ukraine. Directory]. Kyiv. Nika-Tsentr. 2006. 320 s. **12.** Khilchevskiy V.K. Pro funktsionalno-henetychnu ta hidrokhimichnu klasyfikatsii stavkiv [On functional-genetic and hydrochemical classification of ponds]. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. 2017. T. 3 (46) S. 6–11. **13.** Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V. Hidrografichna kharakterystyka stavkiv na terytorii Ukrainy za raionamy richkovykh baseiniv [Hydrographic characteristics of ponds on the territory of Ukraine by river basin districts] / Zbirnyk materialiv VIII

zizdu Ukr. Hidroekolohichnoho tovarystva.Ukrainy. Kyiv. 2019. S. 306-307. **14.** *Khilchevskiy V.K., Hrebin V.V.* Hidrografichne ta vodohospodarske raionuvannya terytorii Ukrainy, zatverdzhene u 2016 r. – realizatsiia polozhen VRD YeS [Hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine, approved in 2016 - implementation of the provisions of the EU WFD] // Hidrolohii, hidrokhimii i hidroekolohii. 2017. № 1(44). S. 8-20. **15.** *Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M.* Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka vodoimiv m. Kyieva // Vodne hospodarstvo Ukrainy. 1999. № 5-6. S. 17-22. **16.** *Sherstiuk N.P.* Vyparovuvannia ta kontsentrivannia rozchynenykh rehovyn u vodi stavkiv Kryvorizhzhia [Evaporation and concentration of solutes in the water of Kryvyi Rih ponds] // Hidrolohii, hidrokhimii i hidroekolohii. 2012. Vyp. 1(26). S. 107-116. **17.** 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. OJ L 327 P. 1–73. **18.** *Plichko L.V., Zatserkovnyi V.I., Khilchevskiy V.K., Mizernaya M. and Bakytzhan A.* Assessment of changes a number of surface water bodies within the sub-basin of the Desna River using remote sensing materials // Conference Proceedings «Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020». European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2020. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2020geo101. **19.** The ecological role of ponds in a changing world. / Cereghino R., Boix D., Cauchie H.-M. // *Hydrobiologia*. 2014. Vol. 723. Iss. 1. p. 1-6. DOI: 10.1007/s10750-013-1719-y. **20.** The effect of effluents from rainbow trout ponds on water quality in the Gowienica River / Bonisławska M., Tański A., Mokrzycka M. // *Journal of Water and Land Development*. 2013. No. 19 (VII-XII) p. 23–30. **21.** The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments / Downing J.A., Prairie Y.T., Cole J.J. // *Limnology and Oceanography*. 2006. Vol. 51. Iss. 5 p. 2388–2397. DOI: 10.4319/lo.2006.51.5.2388. **22.** *Valentyn Khilchevskiy, Vasyl Grebin, Nataliia Sherstyuk.* Modern hydrographic and water management zoning of Ukraine's territory in 2016 – implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Kyiv. Ukraine. 2019. P. 209-223.

**Сучасна гідрографічна характеристика ставків в Україні – регіональні і басейнові аспекти Хильчевський В.К., Гребінь В.В.**

Метою дослідження, викладеного в статті, є встановлення загальної кількості ставків в Україні та аналіз територіальних закономірностей їхнього поширення по адміністративних областях, а також по районах річкових басейнів (Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли, річок Криму, річок Причорномор'я, річок Приазов'я), як основних гідрографічних одиниць водного менеджменту. Для дослідження використано кадастрова інформація по ставках регіональних офісів Державного агентства водних ресурсів України станом на 2019 р. Встановлено, що із загальної кількості 50793 ставків в Україні - найбільше ставків у Вінницькій (10,5%), Дніпропетровській (6,5%) та Київській (6,3%) областях. За районами річкових басейнів - 48,5% ставків зосереджено в районі басейну р. Дніпро; 19,6% - в районі басейну р. Південний Буг). Переважна кількість ставків в Україні (від 75,1 до 92,6% за площею та від 41,9 до 73,2% за об'ємом) відноситься до категорії малих та дуже малих.

**Ключові слова:** ставок, область, район річкового басейну, зарегульованість річок, Україна.

**Современная гидрографическая характеристика прудов в Украине - региональные и бассейновые аспекты**

**Хильчевский В.К., Гребень В.В.**

Целью исследования, изложенного в статье, является установление общего количества прудов в Украине и анализ территориальных закономерностей их распространения по административным областям, а также по районам речных бассейнов (Днепра, Днестра, Дуная, Южного Буга, Дона, Вислы, рек Крыма, рек Причерноморья и рек Приазовья), как основных гидрографических единиц водного менеджмента. Для исследования использована кадастровая информация по прудам региональных офисов Государственного агентства водных ресурсов Украины по состоянию на 2019 г. Установлено, что из общего количества 50793 прудов в Украине - наибольшее прудов в Винницкой (10,5%), Днепропетровской (6,5%) и Киевской (6,3%) областях. По районам речных бассейнов - 48,5% прудов сосредоточено в районе бассейна р. Днепр; 19,6% - в районе бассейна р. Южный Буг). Подавляющее количество прудов в Украине (от 75,1 до 92,6% по площади и от 41,9 до 73,2% по объему) относится к категории малых и очень малых.

**Ключевые слова:** пруд, область, район речного бассейна, зарегулированность рек, Украина.

## Modern hydrographic characteristics of ponds in Ukraine - regional and basin aspects

*Khilchevskiy V.K., Grebin V.V.*

The aim of the study described in the article is to establish the total number of ponds in Ukraine and to analyze the territorial patterns of their distribution in administrative areas, as well as in river basin areas (Dnieper, Dniester, Danube, Southern Bug, Don, Vistula, Crimea rivers, rivers of the Black Sea and rivers of the Azov region), as the main hydrographic units of water management. For the study, cadastral information was used on the ponds of the regional offices of the State Agency for Water Resources of Ukraine as of 2019. It was established that out of the total number of 50793 ponds in Ukraine, many ponds are located in Vinnitsa (10.5%), Dnepropetrovsk (6.5%) and Kiev (6.3%) regions. In river basin districts - 48.5% of ponds are concentrated in the river basin Dnieper; 19.6% - in the area of the river basin Southern Bug).

According to our research, the vast majority of ponds in Ukraine are very small (up to 2 ha) and small (from 2 to 10 ha) by water surface area. In certain regions of the country, their total share is from 75.1 to 92.6% of the total number of ponds. The proportion of medium-sized ponds (with an area of 10–25 ha) varies from 6.2 to 16.2% in certain regions. Large (with an area of 25–50 ha) and very large ponds (over 50 ha) account for a total of 1.7 to 8.4% of the total number of ponds in certain regions. By the volume of accumulated water, the vast majority of ponds in Ukraine are very small (up to 10 thousand m<sup>3</sup>) and small (10 to 50 thousand m<sup>3</sup>). The total share of these two categories ranges from 41.9 - 56.1% in the southern regions to 53.1 - 73.2% - in the northern. The share of ponds average in volume (from 50 to 200 thousand m<sup>3</sup>) in individual regions ranges from 19.1 to 39.2%. From 7.3 - 11.6% in the northern regions to 12.2 - 20.2% - in the southern regions the total proportion of large (volume from 200 to 500 thousand m<sup>3</sup>) and very large (from 500 thousand m<sup>3</sup> in 1,0 million m<sup>3</sup>) ponds.

As of 01.01. 2019 in Ukraine 71.7% were owned by territorial communities, 28% were leased out. Most ponds for rent in the Transcarpathian region - 100%. In Rivne region, 55% of ponds are leased, 54% in Cherkasy, and 50% in Volyn. Least of all - in Kherson (2%) and Chernihiv (7%) regions. In order to identify the real state of ponds (both quantitative and qualitative), their recreational role, environmental impact and regulation of the hydrographic network in Ukraine, it is necessary to increase attention to comprehensive monitoring of ponds.

**Keywords:** pond, region, river basin district, river regulation, Ukraine.

**Надійшла до редколегії 13.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.3>

УДК 504.062.2: 332.142.6.(477.42)

**Петрушенко Е.С.<sup>1</sup>, Хільчевський В.К.<sup>1</sup>, Лубський М.С.<sup>2</sup>, Забокрицька М.Р.<sup>3</sup>, Зацерковний В.І.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Державна установа "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", м. Київ

<sup>3</sup>Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

## **ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНОЧАСОВИХ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ГІДРОГРАФІЧНИХ УМОВ В ДЕЛЬТІ ДУНАЮ**

**Ключові слова:** річка Дунай, дельта Дунаю, Кілійське гирло, Сулинське гирло, Георгіївське гирло, Чорне море, геоінформаційні системи і технології, дистанційне зондування Землі, дешифрування космічних знімків.

**Актуальність теми.** Дунай - одна з найбільших річок Європи (друга після Волги), яка впадає в Чорне море. Тече в межах 19-ти країн, зокрема Німеччини, Австрії, Словаччини, Угорщини, Сербії, Болгарії, Румунії, України (Одеська обл.). В Україні до басейну Дунаю належать також річки Тиса, Прут, Сірет. Довжина Дунаю 2857 км, площа басейну 817 тис. км<sup>2</sup>, загальне падіння 678 м.

Згідно гідрографічного районування території України (2016 р.) серед 9 районів

річкових басейнів виділяється район басейну річки Дунай з чотирма суббасейнами: р. Тиса; р. Прут; р. Сірет; Нижній Дунай [11].

Дельта Дунаю, яка є другою за площею у Європі річковою дельтою (після Волги), стала центром біорізноманіття світового масштабу, важливим місцем гніздування та сезонних скупчень птахів, розмноження цінних промислових та рідкісних видів риб, мешкання багатьох видів земноводних, що охороняються.

Площа дельти становить 5640 км<sup>2</sup>, з яких 77 % розташовано в Румунії і 13 % - в Україні. Вершина дельти знаходиться біля мису Ізмаїльський Чатал (Румунія) за 80 км від гирла, де основне русло Дунаю спочатку розпадається на Кілійське (116 км) і Тульчинське гирла (рукави). Через 17 км нижче за течією Тульчинське гирло розгалужується на Георгіївське (64 км) та Сулинське (71 км) гирла, які впадають у Чорне море окремо. Протяжність дельти постійно збільшується через відкладання наносів (40 м/рік). В 1991 р. дельта Дунаю була включена до списку Світової спадщини ЮНЕСКО.

Дельта Дунаю відіграє важливу роль у самоочищенні дунайської води і зв'язуванні забруднювальних речовин, таких як фосфати, нітрати, пестициди, важкі метали і багато інших [2, 7, 10]. Плавневі ділянки дельти сприяють формуванню родючих ґрунтів, що дає поштовх розвитку сільського господарства та садівництва.

Дельта Дунаю включена також до списку 200 найбільш цінних ділянок Землі Всесвітнього фонду дикої природи (WWF). На її території мешкає понад 4300 видів флори і фауни, багато з яких охороняються як українським, так і міжнародним законодавством.

Дунай має також важливе транспортне значення для країн Європи. Головні українські порти в Кілійському гирлі: Ізмаїл, Кілія, Вилкове. В середині ХХ ст. береги річки і Придунайських озер були оточені дамбами, а багато заплавних земель і островів перетворено на сільськогосподарські угіддя. Водний режим озер став регульованим. Це призвело до порушення певних функцій дельти, природних процесів, які характерні для подібних природних утворень. Тому дослідження дельти річки Дунай є актуальним завданням.

**Мета роботи** полягає в дослідженні динаміки гідрографічних умов в дельті Дунаю та аналізі її геоекологічного стану методом дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

**Виклад основного матеріалу.** *Природоохоронний статус території.* Для забезпечення охорони природних комплексів Придунайського регіону, відповідно до Указу Президента України 1998 р. [5] на базі природного заповідника "Дунайські плавні" було створено Дунайський біосферний заповідник, підпорядкований НАН України. Рішенням Міжнародного координаційного комітету програми ЮНЕСКО "Людина і біосфера" в 1999 р. Дунайський біосферний заповідник включено до складу світової мережі біосферних резерватів у складі білатерального румунсько-українського біосферного резервату "Дельта Дунаю" (рис. 1).

Згідно ст. 18 Закону України "Про природно-заповідний фонд України" (1992 р.), правовий режим заповідних зон біосферних заповідників передбачає обмежене використання даної території, зокрема заборону будівництва споруд, шляхів, лінійних та інших об'єктів транспорту і зв'язку, не пов'язаних з діяльністю заповідника, а також проїзду і проходу сторонніх осіб, пересування механічних транспортних засобів.

**Водорегулювання в дельті Дунаю.** Протягом тривалого часу дельта Дунаю розвивалася природним чином, за своїми певними закономірностями, які не залежали від людини. В море надходила вода, мул, пісок, рослинний детрит, які поширювалися в Чорному морі. Але за останні 100 років почалося втручання людини у природні процеси у гирловій області Дунаю. Зростання населення,

потреба в транспортному сполученні по Дунаю призвели до певних змін самої дельти. Ю.Д. Шуйський [8] характеризує шість значимих водорегулюючих впливів з боку Румунії, які дуже змінили гідрографію та гідрологічні умови дельти Дунаю.



Рис. 1. Біосферний білатеральний резерват «Дельта Дунаю» на території Румунії та України (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DeltaRBDD.jpg>)

*Коротко систематизуємо водорегулюючі впливи в дельті Дунаю з боку Румунії, скориставшись роботою [8].*

1). *Скорочення довжини Сулинського гирла і збільшення водного стоку по ньому.* Румунія протягом ХХ ст. майже в 2 рази зменшила довжину Сулинського гирла, а також розширила (на 10-65 м) та поглибила (до 8-10 м) його. Якщо в 1921 р. по Сулинському гирлу скидалося в море 12% дунайської води, то в 2004 р. - вже 20,1%.

2). *Створення судноплавного каналу Дунай-Чорне море, 64 км (Румунія).* У 1980-і рр. на території Румунії збудовано судноплавний канал Дунай-Чорне море, який скорочує шлях по Дунаю на 400 км. Він починається на Дунаї в районі порту Чернаводе і прямує до морського порту Констанца. Щорічно в цей канал йде близько 1,5% дунайської води.

3). *Роботи зі створення умов судноплавства по Георгіївському гирлу.* В останні роки ХХ ст. Георгіївське гирло було скорочене на 45%, поглиблене і розширене. Планується по Георгіївському гирлу судна спрямовувати з Чорного моря в Дунай, а по Сулинському, навпаки - з Дунаю в Чорне море. Це має суттєво підвищити загальну пропускну здатність у дельті як для румунських суден, так і транзитних - в країни Європи.

4). *Поява ознак відмерлості Старостамбульського гирла на території України.* Після перетворення Сулинського гирла на судноплавний канал при впадінні його річища в море румунською стороною було збудовано дві кількакілометрові захисні шпори, які почали впливати на розвиток



Старостамбульського гирла на території України. З'явилися ознаки відмерлості Старостамбульського гирла, а вода попрямувала в Бистре та Циганське гирла. Цьому посприяв також тектонічний фактор. Обсяг річкової води на виході із Старостамбульського гирла зменшився з 27,2% в 1966 р. до 19,2% в 2003 р.

5). *Будівництво підводної дамби-розгалужувача на розгалуженні Кілійського та Тульчинського гирл*, яка спрямовує воду в Сулинське і Георгіївське гирла. Саме тому в 2003 р. Тульчинське гирло вже вбирало в себе 48,0%, хоча в 1956 р. - лише 37,4% дунайського стоку.

6). *Порушення стоку річкових наносів*. На фоні інтегрального активного впливу румунської сторони на водний стік Дунаю, зменшується надходження наносів в Кілійське гирло (по якому проходить українсько-румунський кордон) - майже на 11% протягом останніх 50 років.

*Водорегулюючі впливи в дельті Дунаю з боку України*. У зв'язку із замуленням у 1990-і рр. Старостамбульського гирла в Україні було прийнято рішення про будівництво глибоководного суднового ходу (ГСХ) Дунай - Чорне море (довжина 170,36 км) на українській частині дельти Дунаю, реалізація якого розпочалася у 2003 р. Цей транспортний проект передбачає відновлення судноплавства історичним маршрутом через Кілійське та Старостамбульське (Бистре) гирла в дельті Дунаю, яке тривало майже 40 років. З початку своєї реалізації проект наразився на спротив румунської сторони та критику екологічних організацій в Україні відносно впливу на екосистеми Дунайського біосферного заповідника. ГСХ Дунай - Чорне море був відкритий в серпні 2004 р. в режимі експлуатаційно-експериментального суднового ходу. Навесні 2005 р. в результаті потужних паводків на Дунаї за відсутності огорожувальної дамби і днопоглиблювального флоту рух по ГСХ було призупинено. Як повідомлялося у 2018 р., Адміністрація морських портів України (АМПУ) запланувала почати розробку нового техніко-економічного обґрунтування проекту створення ГСХ Дунай – Чорне море, за результатами якого буде визначено найбільш сприятливий варіант створення каналу на українській ділянці дельти Дунаю. Після того, як ТЕО буде готове, Україна поінформує Румунію про заплановану діяльність на прикордонній території [12].

В роботі [9] встановлено, що загальний іонний стік р. Дунай в Чорне море становить  $76 \cdot 231 \cdot 10^3$  т/рік. При цьому, Кілійським гирлом вноситься 61%, Георгіївським – 20 %, Сулинським – 19 % солей. А показник іонного стоку всього басейну Дунаю становить  $95,2$  т/км<sup>2</sup> на рік.

*Досвід використання ДЗЗ для дослідження дельтових систем*. Дослідження дельти Дунаю методом дистанційного зондування Землі висвітлювалося в роботі [4]. Аналіз багаторічних матеріалів дистанційного зондування регіону та опублікованих наукових праць показує, що зарегулювання стоку Дунаю та інші антропогенні впливи в басейні призвели до істотних екологічних змін в дельті. Скоротився обсяг водного стоку в дельту і море, а також змінився внутрішньорічний розподіл стоку. Значно послабшала весняна повінь. Ці зміни порушуються лише в роки екстремальної водності.

Слід також відзначити дослідження [3], в якому в якості дешифрувальних ознак було обрано спектральні яскравості відбиваючих поверхонь виділених типів ландшафтних комплексів, отриманих на основі еталонних ділянок, завірених в ході консультацій з експертами-гідробіологами, обізнаними з територією дослідження. Для класифікації знімків Landsat застосовувався класифікатор, побудований на штучних нейронних мережах.

*Опис вхідних даних*. Безкоштовний сервіс United States Geological Survey (USGS), доступ до якого надається американською науково-дослідною урядовою

організацією, що спеціалізується в науках про Землю, дозволяє отримувати спектрозональні знімки, які оновлюються кожен місяць.

Даний метод дозволяє миттєво аналізувати стан використання потрібних для дослідження територій без значних затрат на дешифрування знімків. Landsat – найбільш тривалий проект з отримання супутникових знімків планети Земля. Перший з супутників в рамках програми Landsat був запущений у 1972 р.. Останній Landsat 8 запущено – 11 лютого 2013 р. [1]. Обладнання яке встановлене на супутниках Landsat, постійно оновлює базу знімків. Знімки, отримані цими супутниками, є унікальним ресурсом для проведення багатьох наукових досліджень в галузі сільського господарства, картографії, геології, лісівництва, освіти та ін. Приміром, Landsat 7 постачає знімки у 8 спектральних діапазонах з розрізненістю від 15 до 60 метрів на точку. Періодичність збору даних для всієї планети спочатку становила 16-18 діб. Нами було обрано знімки з Landsat 5 та 7 за 1987 р. - LT05\_181028-29\_19870628\_ATM (рис. 2) та 2017 р. - LC08\_181028-29\_20170630\_ATM (рис. 3) в BSQ-форматі для обробки в ENVI вже з атмосферною корекцією.



Рис.2. Космоснімок дельти Дунаю 1987 р.



Рис. 3. Космоснімок дельти Дунаю 2017 р.

*Методика обробки космоснімків.* Для окреслення ліній водних об'єктів найкраще використовувати канал NIR (ближній інфрачервоний). Він знаходиться в діапазоні довжини хвилі від 0,76 до 0,9 мкм, а розрізненість в таких знімках 30 метрів. Цей канал розташований у тій частині електромагнітного спектру, де відбита сонячна радіація відіграє значну роль у денний час. З одного боку, підстильна поверхня, що має високу температуру (зони пожеж, вулкани), на цих довжинах хвиль дають значний внесок у сигнал, сформований на супутнику. З іншого боку, водяні краплі з розмірами, які співмірні з довжиною хвиль, що спостерігаються, наприклад, в туманах можуть давати сильний відбитий сигнал. У такий спосіб у каналі NIR сигнал формується частково за рахунок термічної емісії і частково за рахунок відбитого сигналу. Все це вимагає обліку різних факторів при інтерпретації зображень у цьому каналі. Вода, на відміну від багатьох інших типів поверхні, має дуже низький показник відбиття в ньому. Через інтенсивні процеси цвітіння води, часто літні зображення не підходять для окреслення. Особливо це стосується старих зображень Landsat 5 та 7, за рахунок високого рівня шумів.

Декілька зображень дозволяють виконувати оцінку динаміки заростання водойми та зміни її берегової лінії [6].

Для обробки вхідних даних було застосовано програмне забезпечення (ПЗ) ENVI, що створено компанією ESRI. Це одне з найбільш використовуваних середовищ обробки даних дистанційного зондування. Воно підтримує понад 70 форматів даних, включаючи такі як HDF та CDF, типи зображень такі як GeoTIFF та інші. Окрім цього, ПЗ забезпечене функціями доступу до різних серверів через інтернет та різносторонніми інструментами обробки даних. Таким чином, були завантажені космознімки LT05\_181028-29\_19870628\_ATM та LC08\_181028-29\_20170630\_ATM в ПЗ ENVI.

Першим етапом обробки було створення масок русла Дунаю в межах дельти (рис. 4 і 5). Використано інструмент Build Mask (Spectral Subset – B4 (NIR)) зі зміною характеристики Data Max Value = 0,09.



Рис. 4. Маска з космознімку дельти Дунаю, 1987 р.



Рис. 5. Маска з космознімку дельти Дунаю, 2017 р.

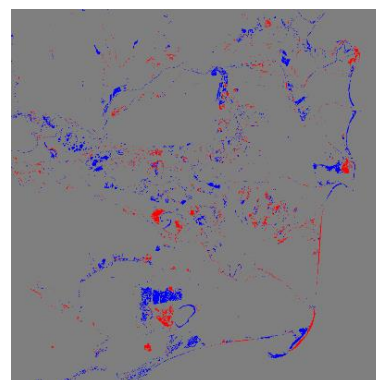


Рис. 6. Зміна водних поверхонь (червоний колір – з'явилася вода, синій – водна поверхня змінилася на іншу)

Першим обрано знімок 1987 р. для відображення минулого стану дельти Дунаю (до активного впливу людини).

Маска знімку дозволяє чітко проявитися наявним водним поверхням, береговим лініям, рукавам дельти Дунаю (див. рис. 4). За такими ж характеристиками створено маску для знімку 2017 р. (див. рис. 5).

Отримані результати дають змогу зробити оцінку довготривалої зміни річкового русла за допомогою функції Change Detection Difference. Initial stage – маска від 1987 р., Final Stage – маска 2017 р. (рис. 6). Створено 3 класи: Water (+); No change; Water (-) – поява води; відсутність змін; зникнення водної поверхні.

**Висновки.** Проаналізувавши результати дослідження по космознімках за 1987 р. та 2017 р. можемо дійти висновку, що за доволі короткий термін (30 років) відбулися значні зміни на території дельти Дунаю: 1) майже по кожному з русел утворилися озера-стариці, або річка змінила свій шлях; 2) також відчутна господарська діяльність людини - змінилися обриси берегів, на деяких заболочених територіях проведено осушувальні меліорації і їх перетворено на сільгоспугіддя; 3) частина території незаймана – ймовірно, відноситься до заповідного фонду.

Берегова лінія зазнала змін, що можна пояснити створенням там рибних ферм, або підтопленнями земель, тому що спектрально вони співпадають з водною поверхнею.

Що стосується методики роботи з космознімками, то для окреслення об'єктів найкраще використовувати канал NIR (ближній інфрачервоний), який знаходиться в діапазоні довжини хвилі від 0,76 до 0,9 мкм з розрізненістю 30 метрів.

## Список літератури

1. Підлипна М.П. Використання даних супутника landsat за допомогою програмного забезпечення ERDAS Imagine для здійснення зонування земель // Молодий вчений. 2016. № 2. С. 125-130. 2. Результати комплексного екологічного моніторингу довкілля під час експлуатації глибоководного суднового ходу р. Дунай – Чорне море у 2017 р. / О.Г. Васенко, Д.Ю. Верніченко-Цветков, А.М. Колесник та ін. / Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». Харків. 2018. С. 87-91. 3. Стародубцев В.М. Изменение дельты Дуная по данным дистанционного зондирования спутником Ландсат // Аридные экосистемы. 2013. Т.19. № 4(57). С. 86-90. 4. Третяк С.К. Моніторинг гідрографічних об'єктів засобами дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій. Автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.24.01. Львів. 2019. 24 с. 5. Указ Президента України від 10.08.1998 №861/98 «Про створення Дунайського біосферного заповідника». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/861/98/> 6. Хижняк А.В., Томченко О.В., Дьяченко Т.М., Федоровський О.Д. Мультифрактальний аналіз складових плавневоліторального ландшафту Кілійського гирла Дунаю на основі космічної і наземної інформації // Екологічна безпека та природокористування. 2017. № 3-4 (24). С. 124-132. 7. Хільчевський В.К. Гідролого-гідрохімічна характеристика середньої і нижньої частини басейну Дунаю // Вісник Київського держ. університету. Серія: Географія. 1990. Вип. 32. С. 29-33. 8. Шуйський Ю.Д. Природні та штучні фактори впливу на дельтову систему Дунаю. Геополітика і екогеодинаміка регіонів. 2007. Вип. 2. С. 76-80. 9. Khilchevskiy V.K. Dissolved load in the Danube Delta (branches Kiliya, Sulina and St. George). Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Rivers and Estuaries of the Black Sea in the Beginning of the 21 Century". Odesa. 2019. P. 155-157. 10. Savitskii V.N., Stets'ko N.S., Osadchii V.I., Khil'chevskii V.K. Content and distribution of some pollutants in Danube water // Water Resources. 1994. 20(4). P. 462-468. 11. Valentyn Khilchevskiy, Vasyl Grebin, Nataliia Sherstyuk. Modern hydrographic and water management zoning of Ukraine's territory in 2016 – implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Kyiv. Ukraine. 2019. P. 209-223. 12. Україна реанімує будівництво каналу Дунай-Чорне море. 25.10.2018. URL: <https://uprom.info/news/other/infrastruktura/ukrayina-reanimuye-budivnitstvo-kanalu-dunay-chorne-more/>

## References

1. Pidlypna M.P. Vykorystannia danykh suputnyka landsat za dopomohoiu prohramnoho zabezpechennia ERDAS Imagine dlia zdiisnennia zonuvannia zemel [Using landsat satellite data with ERDAS Imagine software for land zoning] // Molodyi vchenyi. 2016. № 2. S. 125-130. 2. Rezultaty kompleksnoho ekolohichnoho monitorynhu dovkillia pid chas ekspluatatsii hlybokovodnoho sudnovoho khodu r. Dunai – Chorne more u 2017 r. [The results of comprehensive environmental monitoring during the operation of the deep-water navigable course of the Danube - Black Sea in 2017] / O.H. Vasenko, D.Iu. Vernichenko-Tsvietkov, A.M. Kolesnyk ta in. / Materialy XIV Mizhnarodoi naukovopraktychnoi konferentsii «Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia». Kharkiv. 2018. S. 87-91. 3. Starodubczev V.M. Izmenenie del'ty` Dunaya po danny`m distanczionnogo zondirovaniya sputnikom Landsat [Changes in the Danube Delta from Landsat Satellite Remote Sensing Data] // Aridny`e e`kosistemy`. 2013. T.19. # 4(57). S. 86-90. 4. Tretiak S.K. Monitorynh hidrohrafichnykh obektiv zasobamy dystantsiinoho zonduvannia Zemli ta heoinformatsiinykh tekhnolohii [Monitoring of hydrographic objects by means of remote sensing of the Earth and geoinformation technologies]. Avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.24.01. Lviv. 2019. 24 s. 5. Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 10.08.1998 №861/98 «Pro stvorennia Dunaiskoho biosfernoho zapovidnyka» [Decree of the President of Ukraine of 10.08.1998 №861 / 98 "On the establishment of the Danube Biosphere Reserve"]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/861/98/>. 6. Khyzhniak A.V., Tomchenko O.V., Diachenko T.M., Fedorovskyi O.D. Multyfraktalniyi analiz skladovykh plavnevolitoralnoho landshaftu Kiliiskoho hyrla Dunaiu na osnovi kosmichnoi i nazemnoi informatsii [Multifractal analysis of the components of the smooth-vitoral landscape of the Kiel estuary of the Danube on the basis of space and ground information] // Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia. 2017. № 3-4 (24). S. 124-132. 7. Khilchevskiy V.K. Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka

serednoi i nyzhnoi chastyny baseinu Dunaiu [Hydrological and hydrochemical characteristics of the middle and lower part of the Danube basin] // Visnyk Kyivskoho derzh. universytetu. Seria: Neohrafiia. 1990. Vyp. 32. S. 29-33. **8. Shuiskiy Yu.D.** Pryrodni ta shtuchni faktory vplyvu na deltovu systemu Dunaiu [Natural and artificial factors influencing the Danube Delta system]. Neopolytyka u ekoheodynamyka rehyonov. 2007. Vyp. 2. S. 76-80. **9. Khilchevskiy V.K.** Dissolved load in the Danube Delta (branches Kiliya, Sulina and St. George). Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Rivers and Estuaries of the Black Sea in the Beginning of the 21 Century". Odesa. 2019. P. 155-157. **10. Savitskii V.N., Stetsko N.S., Osadchii V.I., Khilchevskii V.K.** Content and distribution of some pollutants in Danube water // Water Resources. 1994. 20(4). P. 462–468. **11. Valentyn Khilchevskiy, Vasyi Grebin, Nataliia Sherstyuk.** Modern hydrographic and water management zoning of Ukraine's territory in 2016 – implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Kyiv. Ukraine. 2019. P. 209-223. **12. Ukraina reanimuie budivnytstvo kanalu Dunai-Chorne more [Ukraine is reviving the construction of the Danube-Black Sea canal].** 25.10.2018. URL: <https://uprom.info/news/other/infrastruktura/ukrayina-reanimuye-budivnytstvo-kanalu-dunay-chorne-more/>

### **Застосування різночасових супутникових знімків для моніторингу гідрографічних умов в дельті Дунаю**

**Петрушенко Е.С., Хільчевський В.К., Лубський М.С., Забокрицька М.Р., Зацерковний В.І.**

*Дельта Дунаю, яка є другою за площею у Європі річковою дельтою, є центром біорізноманіття світового масштабу. Дельта Дунаю відіграє важливу роль у самоочищенні дунайської води і зв'язуванні забруднювальних речовин. Але за останні 100 років почалося втручання людини у природні процеси у гирловій області Дунаю, зміна гідрографії дельти. Перспективним підходом з отримання актуальної інформації для моніторингу гідрографічних умов та інших компонентів довкілля на території дельти Дунаю є застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Передусім – це тематичний аналіз зображень у різних спектральних діапазонах, отриманих бортовим спеціальним комплексом космічних апаратів ДЗЗ. З їхньою допомогою можна відслідкувати зміни акваторії водних об'єктів.*

**Ключові слова:** річка Дунай, дельта Дунаю, Кілійське гирло, Сулинське гирло, Георгіївське гирло, Чорне море, геоінформаційні системи і технології, дистанційне зондування Землі, дешифрування космічних знімків.

### **Применение разновременных спутниковых снимков для мониторинга гидрографических условий в дельте Дуная**

**Петрушенко Э.С., Хильчевский В.К., Лубский М.С., Забокрицкая М.Р., Зацерковный В.И.**

*Дельта Дуная, которая является второй по площади в Европе речной дельтой, является центром биоразнообразия мирового масштаба. Дельта Дуная играет важную роль в самоочищении дунайской воды и связывании загрязняющих веществ. Но за последние 100 лет началось вмешательство человека в природные процессы в устьевой области Дуная, изменение гидрографии дельты. Перспективным подходом в получении актуальной информации для мониторинга гидрографических условий и других компонентов окружающей среды на территории дельты Дуная является применение методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Прежде всего - это тематический анализ изображений в различных спектральных диапазонах, полученных бортовым специальным комплексом космических аппаратов ДЗЗ. С их помощью можно отследить изменения акватории водных объектов.*

**Ключевые слова:** река Дунай, дельта Дуная, Килийское гирло, Сулинское гирло, Георгиевское гирло, Черное море, геоинформационные системы и технологии, дистанционное зондирование Земли, дешифрирование космических снимков.

### **Use of various satellite imagery to monitor hydrographic conditions in the Danube Delta**

**Petrushenko E.S., Khilchevskiy V.K., Lubskiy M.S., Zabokrytska M.R., Zatserkovnyi V.I.**

*The Danube Delta, the second largest river delta in Europe, is the center of global biodiversity. The Danube Delta plays an important role in the self-purification of the Danube water and the binding of pollutants. But over the past 100 years, human intervention has begun in natural processes in the estuary of the Danube, a change in the hydrography of the delta. To ensure the protection of natural complexes of the Danube region, in accordance with the Decree of the President of Ukraine in 1998. The Danube Biosphere Reserve, subordinate to the National Academy of Sciences of Ukraine, was created on the basis of the Danube Plavni Nature Reserve. By the decision of the International Coordinating Committee of the*

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)**

UNESCO Program "Man and the Biosphere" in 1999 The Danube Biosphere Reserve is included in the global network of biosphere reserves as part of the bilateral Romanian-Ukrainian biosphere reserve "Danube Delta". According to Article 18 of the Law of Ukraine "On the Nature Reserve Fund of Ukraine" (1992), the legal regime of protected areas of biosphere reserves provides for the limited use of this territory, in particular the prohibition of the construction of structures, roads, linear and other transport and communication facilities not related to the activity of the reserve, as well as the passage and passage of unauthorized persons, the movement of mechanical vehicles.

A promising approach in obtaining relevant information for monitoring hydrographic conditions and other environmental components on the territory of the Danube Delta is the use of remote sensing methods of the Earth (ERS). First of all, this is a thematic analysis of images in various spectral ranges obtained by an onboard special complex of remote sensing spacecraft. With their help, you can track changes in the water area of water bodies. After analyzing the results of satellite imagery research for 1987 and 2017, we can conclude that in a fairly short period of time (30 years), significant changes occurred on the territory of the Danube Delta: 1) old lake formed in almost every channel, or the river changed its way; 2) also tangible economic activity of a person - the outlines of the shores have changed, drainage reclamation has been carried out in some wetlands and they have been converted into farmland; 3) part of the territory is untouched - probably refers to the reserve fund. The coastline has changed, which can be explained by the creation of fish farms there, or the flooding of land, since they coincide spectrally with the water surface.

As for the technique of working with satellite images, it is better to use the NIR (near infrared) channel, which is in the wavelength range from 0.76 to 0.9  $\mu\text{m}$  with a discontinuity of 30 meters, to determine objects.

**Keywords:** Danube River, Danube Delta, branches Kiliya, Sulina and St. George, geographic information systems and technologies, remote sensing of the Earth, interpretation of satellite images.

**Надійшла до редколегії 08.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.4>  
УДК 556.047 (477)

**Очеретнюк А.І., Лук'янець О.І.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

### **БАГАТОРІЧНА МІНЛИВІСТЬ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ СЕРЕДЬНОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК УКРАЇНИ З НАЙДОВШИМИ РЯДАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

**Ключові слова:** багаторічна мінливість, середній річний стік води, норма стоку води, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії, найдовші ряди спостережень, річки України.

**Вступ.** В гідрологічних розрахунках важливе значення мають статистичний аналіз досліджуваних характеристик стоку води та їх аналітичні криві розподілу ймовірностей. Для впевнених оцінок та надійних висновків у практичному використанні аналітичних стокових характеристик певної ймовірності перевищення важливим знати наскільки стійкими, достовірними є основні статистичні параметри розподілу (норма, коефіцієнти варіації та асиметрії), що можуть визначатися за різні періоди спостережень.

Об'єктом дослідження є середній річний стік води річок, а предметом – основні статистичні параметри розподілу річкового стоку води – норма, коефіцієнти варіації та асиметрії. **Мета дослідження** – провести вивчення та аналіз багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України, що мають найдовші ряди спостережень.

**Вихідні передумови.** Фундаментальними поняттями статистичної теорії є поняття генеральної сукупності і вибірки. Генеральна сукупність зазвичай інтерпретується як сукупність всіх можливих значень випадкової величини, які в принципі можуть мати місце при даних умовах, і відносно яких ми б хотіли робити певні прикладні висновки. Вибірка – це кінцевий набір значень випадкової величини, отриманий в результаті спостережень. В гідрології, в переважній більшості, мають справи з вибірками з генеральної сукупності. Вибірка (статистична сукупність випадкової величини) буде репрезентативною, якщо вона досить повно характеризує генеральну сукупність. Тоді сенс статистичних методів полягає в тому, щоб за вибіркою обмеженого обсягу, тобто за деякою частиною з генеральної сукупності, висловити обґрунтоване судження про її властивості в цілому. Вважається, що такі властивості не змінюються в часі і притаманні генеральної сукупності закономірності зберігають постійним свій характер, тобто є стійкими [3, 5]. Загалом властивості досліджуваного об'єкту можуть бути охарактеризовані за допомогою відповідних законів розподілу ймовірностей, які тісно пов'язані з числовими статистичними параметрами – нормою ( $\bar{x}$ ), коефіцієнтами варіації ( $C_V$ ) та асиметрії ( $C_S$ ) [4].

Норма – це центр, відносно якого розподіляються члени статистичної сукупності і розраховується як середнє значення з усіх членів ряду за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

де  $n$  - кількість членів ряду (від 1 до  $n$ ),  $x_i$  - значення змінної величини.

Коефіцієнт варіації є безрозмірним параметром мінливості статистичного ряду:

$$C_V = \sqrt{\sum_{i=1}^N [(K_i - 1)^2 / n]} \quad (2)$$

де  $K_i = x_i / \bar{x}$  - модульні коефіцієнти значень змінної величини.

Коефіцієнт асиметрії є теж безрозмірним параметром, що характеризує асиметричність ряду:

$$C_S = \sum_{i=1}^N [(K_i - 1)^3 / n \cdot C_V]. \quad (3)$$

Основи методів пізнання закономірностей гідрологічного режиму у гідрології суші становлять безперервні протягом тривалого часу спостереження на мережі гідрометричних постів, розташованих на річках, озерах, водоймищах тощо. Гідрологічна мережа України є однією з найстаріших, яка бере свій відлік з початком 18 століття [1]. Перший гідрологічний пост на річках почав діяти у 1818 р. на р. Дніпро біля с. Кам'янки Лоцманської. Після будівництва в 1932 році греблі ДніпроГЕСу в Запоріжжі пороги зникли під водою водосховища. З 1962 р. біля Лоцманської Кам'янки не вимірювали витрати води, а після будівництва всього каскаду водосховищ, а їх на Дніпрі шість і останнім було побудовано Канівське водосховище в 1974 р., найстаріший пост був закритий (у 1974 р.) [1]. У 1880-1890 рр. з'явилися гідрологічні пости, що працюють й зараз, вимірюючи рівні і витрати води на р. Десна біля м Чернігів, р. Дністер біля с. Заліщики, р. Прут біля м Чернівці. Саме ці пости мають найтриваліші періоди спостережень в Україні [1, 7].

Для дослідження багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу було сформовано банк даних середнього річного стоку води для 8 річок України з найдовшими рядами спостережень (табл. 1). Інформація про стік води взята з гідрологічних щорічників з архіву матеріалів мережі спостережень Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) імені Бориса Срезневського, з наукових видань та статей [6, 7]. На рис. 1 представлено графіки хронологічного перебігу середньорічних витрат води для 8 досліджуваних річок.

Оскільки сформовані ряди середньорічних витрат води не представляють собою генеральних сукупностей, а є лише деякими випадковими вибірками з них, то перш, ніж приступити до об'єктивної оцінки багаторічної мінливості параметрів розподілу середнього річного стоку води, проведено перевірку статистичних гіпотез на однорідність часових рядів спостережень, яка проводилася за стандартними параметричними критеріями Стюдента та Фішера і непараметричним Вількоксона [2, 4, 5]. Аналіз результатів такої перевірки для всіх восьми досліджуваних річок як за параметричними, так й за непараметричними критеріями при рівнях значимості  $2\alpha = 5\%$  і  $2\alpha = 1\%$  показав, що майже всі ряди однорідні як за середніми значеннями, так й за дисперсіями. Лише середні річні витрати води, що були спостережені на гідрологічному посту р. Прут – м. Чернівці виявився неоднорідним за критерієм Фішера при рівні значимості як  $2\alpha = 5\%$ , так й  $2\alpha = 1\%$ .

Основний метод даного дослідження – метод порівняння. У нашому випадку, порівнювалися основні статистичні параметри розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок за окремі 30-річні періоди – послідовні та з перекриттям у 15 років – з параметрами, які було визначено за весь період спостережень на річках.



**Таблиця 1. Досліджувані річки з найдовшими рядами спостережень за середнім річним стоком води, їх площі водозборів в створах гідрологічних постів, періоди та тривалість спостережень**

Річка- гідрологічний пост	Площа водозбору, F (км <sup>2</sup> )	Період спостереження, роки	Тривалість спостережень у кількості років
р. Дністер біля м. Заліщики	72100	1882 -2015	134
р. Тиса біля м. Виллок	9140	1883-2015 .	132
р. Прут біля м. Чернівці	27540	1895 -2015	121
р. Десна біля м. Чернігів	81400	1895- 2015	121
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь)	101000	1882- 2014	133
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	46200	1914- 2015	102
р. Дунай біля м. Рені	811000	1861-2015	155
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	459000	1818-1961 (спостережені) + 1962-2015 (відновлені) [5].	(144+54) 198

Вибір 30-річних періодів пояснюється наступним. У відповідності з Технічним регламентом ВМО (WMO, 2007) [8], кліматична норма певного гідрометеорологічного елементу визначається як середнє арифметичне значення протягом послідовних періодів тривалістю 30 років. А на 17 Всесвітньому Метеорологічному конгресі, що проходив у травні-червні 2015 р. [9], було вирішено зберегти подібний підхід до питань моніторингу клімату та інших дослідницьких цілей.

В табл. 2 представлено статистичні параметри розподілу вибірок середнього річного стоку води, які розраховано для всього періоду спостережень на досліджуваних річках, а в табл. 3 – за послідовні 30-ти річні періоди та за 30-річними періодами з перекриттям (15 років). Опорним періодом для певних порівнянь у змінах статистичних параметрів розподілу обрано період кліматичної норми – 1961-1990 рр.

**Таблиця 2. Основні параметри розподілу вибірок середнього річного стоку води (норми  $\bar{x}$ , коефіцієнти варіації  $C_v$  та асиметрії  $C_s$ ), розраховані для всього періоду спостережень на досліджуваних річках**

Річка – пост (тривалість спостережень за середнім річним стоком води)	Статистичні параметри		
	Норма $\bar{x}$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$C_s$
р. Дністер біля м. Заліщики (134 роки)	232	0,31	1,16
р. Тиса біля м. Виллок (132 роки)	207	0,23	0,50
р. Прут біля м. Чернівці (121 рік)	74,8	0,41	1,04
р. Десна біля м. Чернігів (121 рік)	328	0,27	0,64
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь) (133 роки)	393	0,30	0,42
р. Південний Буг біля м. Олександрівка(102 роки)	88,3	0,36	0,98
р. Дунай біля м. Рені (155 років)	6418	0,18	0,43
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка (198 років)	1649	0,25	0,49

Аналізуючи табл. 2, можна сказати, що норми середніх річних витрат води для досліджуваних річок відповідають фізико-географічним особливостям їх басейнів (гірські та рівнинні річки) та площам, з яких утворюється стік води річок. Коефіцієнти варіації змінюються в невеликому діапазоні від 0,18 до 0,41, теж саме й для коефіцієнтів асиметрії – від 0,42 до 1,16.

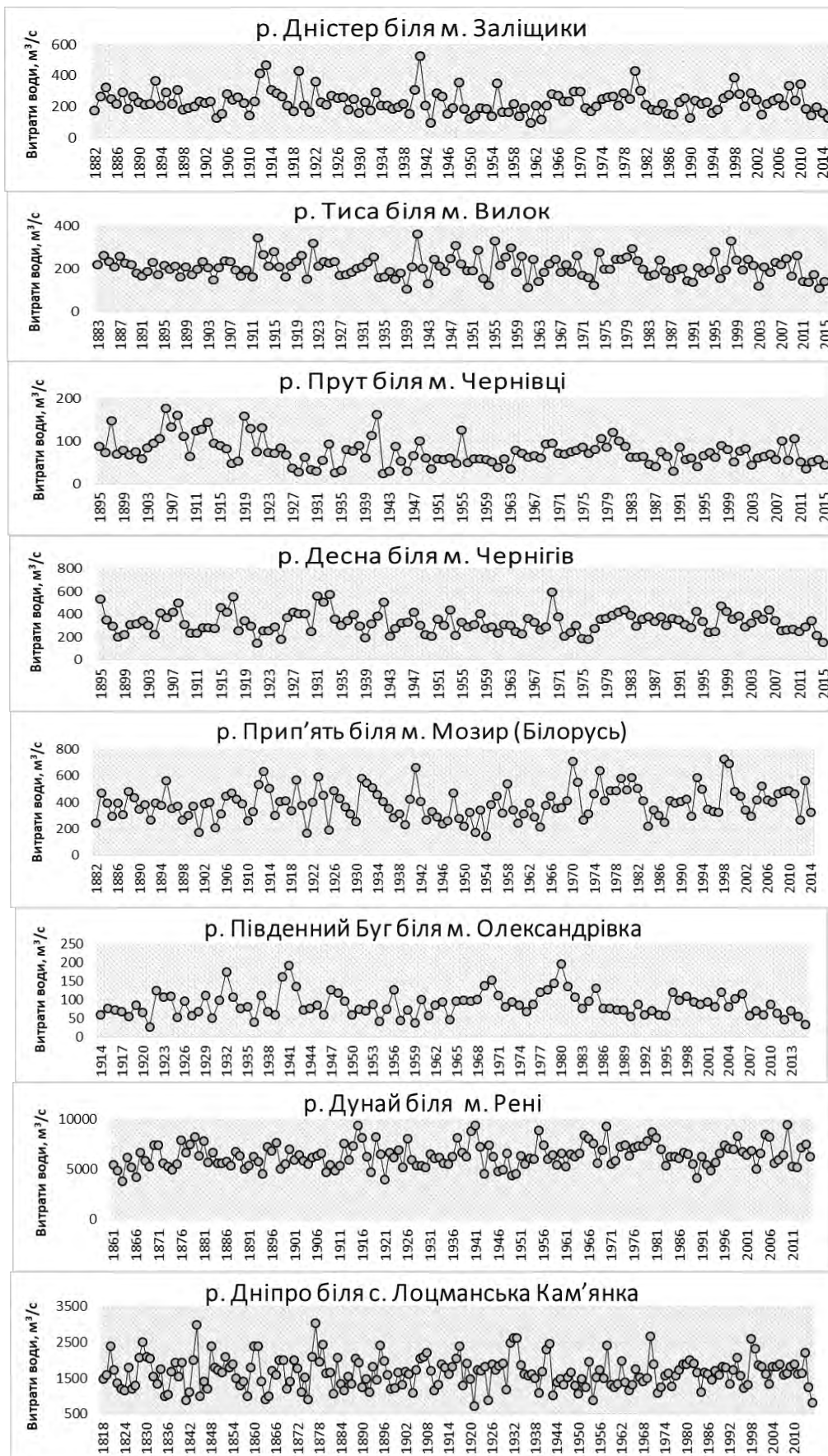


Рис. 1 Багаторічні послідовності середніх річних витрат води на досліджуваних річках

Таблиця 3. Параметри розподілу середнього річного стоку за послідовні 30-ти річні періоди та за 30-річними періодами з перекриттям (15 років)

Річка - пост	Статистичні параметри	Періоди														
		1818-1825	1818-1840	1826-1855	1841-1870	1856-1885	1871-1900	1886-1915	1901-1930	1916-1945	1931-1960	1946-1975	1961-1990	1976-2005	1991-2015	
р. Дністер біля м. Заліщики	Норма $\bar{x}$						242	248	250	240	216	209	226	234	231	
	$C_v$						0,22	0,29	0,32	0,34	0,39	0,31	0,29	0,28	0,28	
	$C_s$						0,97	1,44	1,36	2,33	2,78	0,68	0,64	1,25	0,74	
р. Тиса біля м. Вилोक	Норма $\bar{x}$						208	210	215	206	215	213	202	207	196	
	$C_v$						0,15	0,20	0,21	0,25	0,28	0,27	0,22	0,23	0,28	
	$C_s$						0,23	1,58	1,17	1,10	0,57	0,25	0,10	0,58	0,52	
р. Прут біля м. Чернівці	Норма $\bar{x}$						88,2	103,8	93,1	72,1	64,9	65,7	71,8	70,5	65,5	
	$C_v$						0,33	0,33	0,42	0,52	0,48	0,30	0,29	0,28	0,28	
	$C_s$						6,77	0,76	0,44	1,04	1,59	0,98	0,13	0,36	0,65	
р. Десна біля м. Чернігів	Норма $\bar{x}$						369	327	327	346	341	306	324	348	321	
	$C_v$						0,22	0,28	0,28	0,32	0,28	0,27	0,26	0,18	0,24	
	$C_s$						0,66	0,91	0,51	0,52	0,89	1,89	0,96	-0,21	0,12	
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь)	Норма $\bar{x}$						369	380	385	394	360	361	413	434	442	
	$C_v$						0,22	0,27	0,31	0,31	0,35	0,36	0,29	0,28	0,27	
	$C_s$						0,66	0,42	0,10	0,31	0,64	0,96	0,54	0,57	0,79	
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	Норма $\bar{x}$								75,9	90,0	91,5	86,8	99,6	97,0	79,5	
	$C_v$								0,35	0,42	0,42	0,33	0,32	0,31	0,30	
	$C_s$								0,38	1,24	1,16	0,37	1,17	1,58	0,23	
р. Дунай біля м. Рені	Норма $\bar{x}$				5535	6114	6285	6175	6252	6499	6405	6472	6822	6678	6666	
	$C_v$				0,20	0,19	0,16	0,17	0,19	0,20	0,20	0,18	0,17	0,16	0,18	
	$C_s$				0,36	0,25	0,42	1,28	0,84	0,47	0,81	0,61	0,14	-0,03	0,61	
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	Норма $\bar{x}$	1593	1641	1682	1632	1643	1662	1640	1655	1727	1648	1520	1611	1704	1705	
	$C_v$	0,24	0,26	0,29	0,31	0,32	0,28	0,21	0,23	0,29	0,29	0,25	0,20	0,19	0,22	
	$C_s$	1,89	0,41	0,54	0,68	0,71	0,93	0,28	-0,26	0,15	0,86	1,61	1,09	0,65	0,17	

На рис. 2 графічно показано результати розрахунків багаторічної мінливості основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок. Наочно прослідковується багаторічна стабільність (з деякими невеликими відхиленнями) норм та коефіцієнтів варіації. Коефіцієнти асиметрії – змінюються в широких межах.

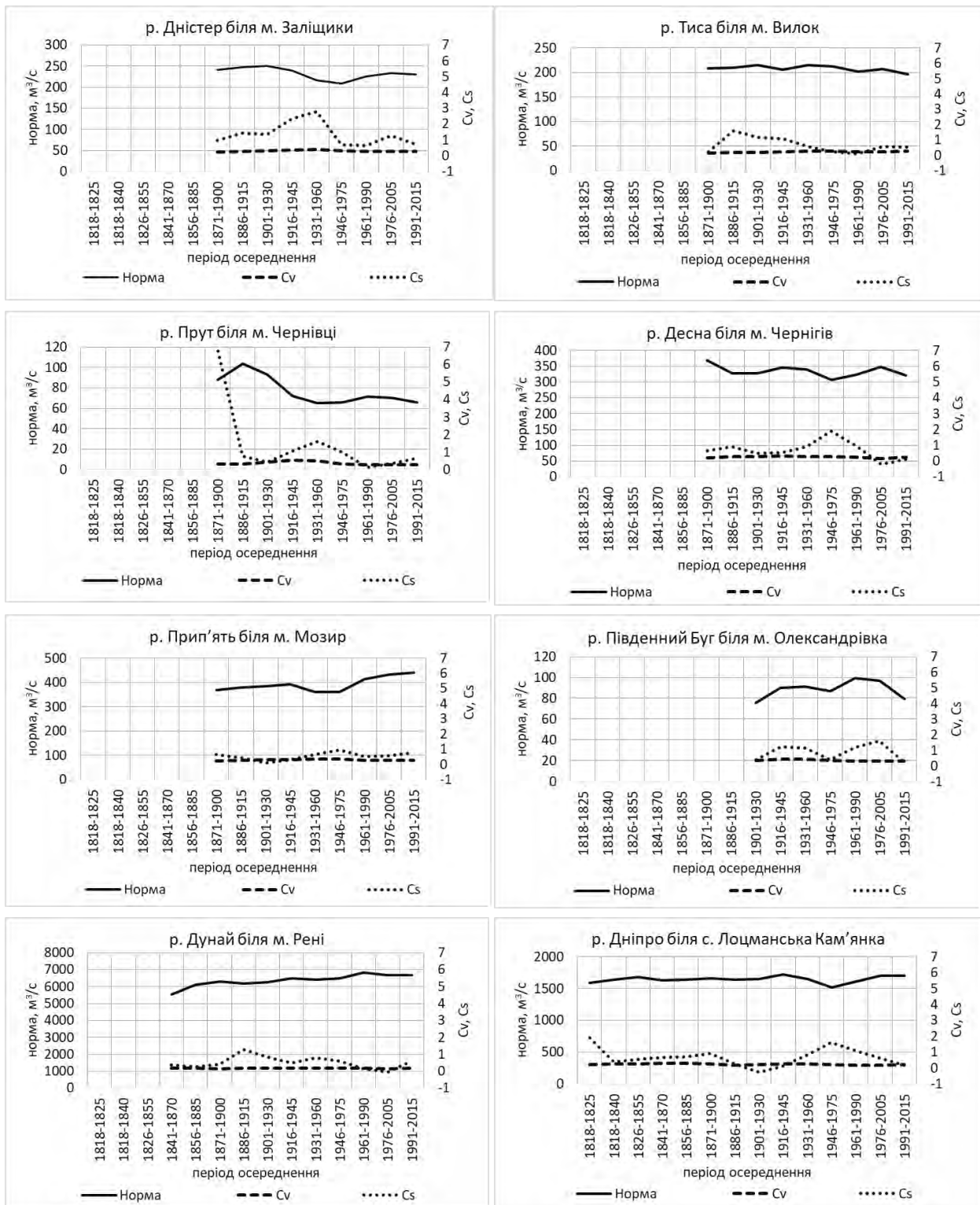


Рис. 2. Багаторічна зміна основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок за 30-річними періодами з перекриттям (15 років)

Для оцінки мінливості основних параметрів середнього річного стоку використано статистичний параметр – середнє абсолютне відхилення випадкової величини, яке представляє собою середнє арифметичне з модулів відхилень змінної величини  $x_i$  від її норми  $\bar{x}$ . Воно розраховувалося за формулою (4):

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (4)$$

В результаті для середнього річного стоку води досліджуваних річок визначено наступні показники (в одиницях виміру та у %): середнє абсолютне відхилення норм за 30 річні періоди від норми за багаторічний період; середнє абсолютне відхилення  $C_V$  за 30 річні періоди від  $C_V$  за багаторічний період; середнє абсолютне відхилення  $C_S$  за 30 річні періоди від  $C_S$  за багаторічний період (табл. 4).

**Таблиця 4. Середні абсолютні відхилення норм середнього річного стоку води для досліджуваних річок, його коефіцієнтів варіації та асиметрії за 30 річні періоди від норми за багаторічний період**

Річка – пост	Норма за багаторічний період (м³/с)	Середнє абсолютне відхилення норм за 30 річні періоди від норми за багаторічний період		$C_V$ за багаторічний період	Середнє абсолютне відхилення $C_V$ за 30 річні періоди від $C_V$ за багаторічний період		$C_S$ за багаторічний період	Середнє абсолютне відхилення $C_S$ за 30 річні періоди від $C_S$ за багаторічний період	
		м³/с	%		безрозмірна	%		безрозмірна	%
р. Дністер біля м. Заліщики	232	11,2	4,8	0,31	0,03	10,2	1,16	0,6	47,6
р. Тиса біля м. Вилки	208	4,7	2,2	0,24	0,03	14,0	0,50	0,38	74,3
р. Прут біля м. Чернівці	74,9	11,0	14,6	0,41	0,10	23,0	1,05	1,03	98,0
р. Десна біля м. Чернігів	328	14,1	4,3	0,27	0,03	11,1	0,65	0,41	63,9
р. Прип'ять біля м. Мозир	394	19,7	5	0,30	0,03	10,8	0,43	0,23	52,7
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	88,3	6,81	7,7	0,37	0,05	13,0	0,98	0,28	28,6
р. Дунай біля м. Рені	6419	253	3,9	0,18	0,01	7,4	0,44	0,28	63,0
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	1650	34,7	2,1	0,26	0,03	13,4	0,49	0,45	90,7

**Висновки.** Середні абсолютні відхилення основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води за 30 річні періоди від параметрів за багаторічний період, визначених у %, дало можливість проаналізувати ступінь їх багаторічної мінливості.

Незначну змінність у часі мають норми стоку та коефіцієнти варіації, які можна вважати найбільш стабільними параметрами розподілу. Треба відзначити, що

найбільші відсотки відхилень (14% і 23% відповідно) приходиться для спостереженого середнього річного стоку води на р. Прут біля м. Чернівці, які при перевірці їх на однорідність, виявилися при рівнях значимості як  $2\alpha = 5\%$ , так й  $2\alpha = 1\%$  неоднорідними за критерієм Фішера. Для інших досліджуваних річок в багаторічному розрізі мінливість цих параметрів відбувається для норм в межах від 2% до 7,7%, для коефіцієнтів варіації - від 7% до 14%. Найбільша амплітуда мінливості в часі приходиться на коефіцієнти асиметрії, для яких середнє абсолютне відхилення цього параметру за 30 річні періоди від параметра за багаторічний період для досліджуваних річок знаходиться в межах від 29% до 98%.

### Список літератури

1. Гідрометеорологічна служба України / За редакцією В.М. Липінського. Київ. 2011. 232 с. 2. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т.1. С.22-31. 3. Горошков І.Ф. Гідрологические расчеты. Л.:Гидрометеиздат, 1979. С. 42-54. 4. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» / Упорядник О. І. Лук'янець. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 60 с. 5. Рождественский А. В., Чеботаев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1974. С.5-24, 35-54, 184-208. 6. Чорноморець Ю.О., Павленко П.О., Лук'янець О.І. Відновлення середнього річного стоку води річки Дніпро. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. №4(47). С.36-47. 7. Швец Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 8. WMO, 2007: "The role of climatological normals in a changing climate", World Climate Data and Monitoring Programme. No.61, WMO-TD No.1377. 9. WMO Media Centre, 2015: New Two-Tier approach on "climate normal". URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-climate-normals>.

### References

1. Hidrometeorologichna sluzhba Ukrainy [Hydrometeorological Service of Ukraine] / Za redaktsiieiu V.M. Lipins'koho. Kyiv. 2011. 232 s. 2. Horbachova L. O. Metodychni pidkhody schodo otsinky statsionarnosti i odnoridnosti hidrolohichnykh riadiv sposterezhen' [Methodical approaches to the assessment of stationarity and homogeneity of hydrological series of observations]. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2014. T.1. S.22-31. 3. Goroshkov I.F. Gidrologicheskie raschety [Hydrological calculations]. L.:Gidrometeoizdat, 1979. S. 42-54. 4. Metodychni vkazivky do vykonannia praktychnykh robot z dystsypliny «Matematychni metody v hidrometeorolohii» [Methodical instructions for practical work in the discipline "Mathematical methods in hydrometeorology"] / Uporiadnyk O. I. Luk'ianets'. K.: VPTs «Kyivs'kyj universytet», 2010. 60 s. 5. Rozhdestvenskij A. V., Cheботаev A. I. Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. S.5-24, 35-54, 184-208. 6. Chornomorets' Yu.O., Pavlenko P.O., Luk'ianets' O.I. Vidnovlennia seredn'oho richnoho stoku vody richky Dnipro [Restoration of the average annual water runoff of the Dnieper River]. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia, 2017. №4(47). S.36-47. 7. Shvec G.I. Vydajushiesja gidrologicheskie javlenija na jugo-zapade SSSR [Outstanding hydrological phenomena in the south-west of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1972. 8. WMO, 2007: "The role of climatological normals in a changing climate", World Climate Data and Monitoring Programme. No.61, WMO-TD No.1377. 9. WMO Media Centre, 2015: New Two-Tier approach on "climate normal". URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-climate-normals>.

**Багаторічна мінливість статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України з найдовшими рядами спостережень**

**Очеретнюк А.І., Лук'янець О.І.**

Мета дослідження – провести вивчення та аналіз багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України- норм, коефіцієнтів варіації та асиметрії, що мають найдовші ряди спостережень. Для цього використано послідовності спостережень за середньорічними витратами води на гідрологічних постах: р. Дністер – м. Заліщики, період спостережень 1882-2015 рр.; р. Прут – м. Чернівці, 1895-2015 рр.; р. Десна біля м. Чернігів 1895-2015 рр.; р. Прип'ять біля м. Мозир, 1882-2014 рр.; р. Південний Буг біля м.

Олександрівка, 1914-2015 рр.; р. Дунай біля м. Рені, 1861-2015 рр.; р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка, 1818-2015 рр. Тривалість фактичних безперервних спостережень змінюється від 102 до 155 років. Найдовший ряд середніх річних витрат води склав 198 років (р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка), але він складається зі спостережених (1818-1961 рр. – 144 роки) та відновлених (1962-2015 рр. – 54 роки).

Для виявлення багаторічної мінливості основних параметрів розподілу середнього річного стоку води використано метод порівняння. У нашому випадку, порівнювалось основні статистичні параметри досліджуваних річок за окремі 30-річні періоди з параметрами, які було визначено за весь період спостережень.

Визначення середніх абсолютних відхилень основних статистичних параметрів за 30 річні періоди від параметрів за багаторічний період, визначених у %, дало можливість проаналізувати ступінь їх багаторічної мінливості. Незначну змінність у часі мають норми стоку та коефіцієнти варіації, які можна вважати найбільш стабільними параметрами розподілу. Найбільшу мінливості в часі приходиться на коефіцієнти асиметрії.

**Ключові слова:** багаторічна мінливість, середній річний стік води річок, норма стоку води, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії, найдовші ряди спостережень, річки України.

### **Многолетняя изменчивость статистических параметров распределения среднего годового стока воды рек Украины с длинными рядами наблюдений**

**Очеретнюк А.И., Лукьянец О.И.**

Цель исследования - провести изучение и анализ многолетней изменчивости статистических параметров распределения среднего годового стока воды (норм, коэффициентов вариации и асимметрии) рек Украины, которые имеют длинные ряды наблюдений. Для этого использовано последовательности наблюдений за среднегодовыми расходами воды на гидрологическом постах: р. Днестр - г. Залещики, период спостережень 1882-2015 гг.; р. Прут - г. Черновцы, 1895-2015 гг.; р. Десна - г. Чернигов 1895-2015 гг.; р. Припять - г. Мозырь, 1882-2014 гг.; р. Южный Буг - г. Александровка, 1914-2015 гг.; р. Дунай - г. Рени, 1861-2015 гг.; р. Днепр - с. Лоцманская Каменка, 1818-2015 гг. Продолжительность фактических непрерывных наблюдений меняется от 102 до 155 лет. Самый длинный ряд средних годовых расходов воды составил 198 лет (р. Днепр - с. Лоцманская Каменка), но он состоит из наблюдаемых (1818-1961 гг. - 144 года) и восстановленных (1962-2015 гг. - 54 года).

Для выявления многолетней изменчивости основных параметров распределения среднего годового стока воды использован метод сравнения. В нашем случае, сравнивались основные статистические параметры исследуемых рек за отдельные 30-летние периоды с параметрами, которые были определены за весь период наблюдений.

Определение средних абсолютных отклонений основных статистических параметров за 30-летние периоды от параметров за многолетний период, определенных в %, позволило проанализировать степень их многолетней изменчивости. Незначительную изменчивость во времени имеют нормы стока и коэффициенты вариации, которые можно считать наиболее стабильными параметрами распределения. Наибольшую изменчивости во времени приходится на коэффициенты асимметрии.

**Ключевые слова:** многолетняя изменчивость, средний годовой сток воды рек, норма стока воды, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, длинные ряды наблюдений, реки Украины.

### **Long-term variability of statistical parameters of the distribution of the average annual water flow of Ukraine's rivers with long series of observations**

**Ocheretnyuk A.I., Lukianets O.I.**

The purpose of the study is to study and analyze the long-term variability of the statistical parameters of the distribution of the average annual water flow (norms, variation coefficients, and asymmetry) of the rivers of Ukraine, which have long series of observations. For this, we used the sequence of observations of the average annual water discharge at hydrological posts: river Dniester - the city of Zalishchyky, an observation period of the year 1882-2015; river Prut - the city of Chernivtsi, 1895-2015; river Desna - the city of Chernihiv 1895-2015; river Pripjat -the city of Mozyr, 1882-2014; river Southern Bug - the city of Alexandrovka, 1914-2015; river Danube - the city of Reni, 1861-2015; river Dniipro - the village of Lotsmanskaya Kamenka, 1818-2015. The duration of actual continuous observations varies from 102 to 155 years. The longest series of average annual water discharges was 198 years (the Dnieper River - the village of Lotsmanskaya Kamenka), but it consists of observations (1818-1961 - 144 years) and restored (1962-2015 - 54 years).

To identify the long-term variability of the main parameters of the distribution of the average annual water flow, a comparison method is used. In our case, we compared the main statistical parameters of the

rivers understudy for individual 30-year periods – sequential and with an overlap of 15 years – with the main parameters that were determined for the entire observation period.

The determination of the average absolute deviations of the main statistical parameters for 30-year periods from the parameters for a long-term period, defined in %, made it possible to analyze the degree of their long-term variability. Slight variation in time has runoff norms and variation coefficients, which can be considered the most stable distribution parameters. In a long-term section, the variability of these parameters for runoff norms is in the range from 2 % to 14 %, for variation coefficients - from 7 % to 23 %. It should be noted that the highest percent deviations (14 % and 23 %, respectively) are for the observed average annual flow of water on the river Prut - the city of Chernivtsi, which turned out to be heterogeneous according to the Fisher criterion. The greatest amplitude of time variability falls on asymmetry coefficients, for which the average absolute deviation of parameters over 30-year periods from parameters over a long-term period for the studied rivers is in the range from 29 % to 98 %.

**Key words:** long-term variability, average annual river water flow, water flow rate, coefficient of variation, asymmetry coefficient, longest series of observations, rivers of Ukraine.

**Надійшла до редколегії 30.03.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.5>

УДК 556.162

**Большот Г.В.<sup>1</sup>, Гребінь В.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **СУЧАСНА ТРАНСФОРМАЦІЯ СЕЗОННОГО РОЗПОДІЛУ СТОКУ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ**

**Ключові слова:** стік води, внутрішньорічний розподіл стоку, зміни клімату.

**Вступ.** Важливою складовою сталого економічного та соціального розвитку країни є її забезпеченість водними ресурсами. Глобальні зміни клімату, викликані збільшенням концентрації парникових газів, а також антропогенною діяльністю, можуть призвести до зміни доступності водних ресурсів майже у всіх регіонах світу [9]. В умовах сучасних змін клімату завдання виявлення та оцінки змін водного режиму річок стає надзвичайно актуальним. Зокрема, окремого розгляду потребують зміни внутрішньорічного розподілу стоку під впливом кліматичних перетворень. Це завдання стає особливо актуальним для антропогенно змінених водозборів, яким є басейн Сіверського Дінця.

**Вихідні передумови та постановка завдання.** Дослідження змін водного режиму річок України під дією змін клімату виконувалося багатьма вченими [1-3,6,8,10]. Впродовж останніх трьох десятиліть відбулися певні зміни внутрішньорічного розподілу стоку річок. Проведені дослідження вказують на те, що весняне водопілля вже не є найбагатководнішою фазою водного режиму. Мінімальні зимові середньомісячні витрати зросли практично по всій території країни [4]. Доволі значних змін зазнала водність річок країни в період літньо-осінньої межени. Вказані результати підтверджують дослідження європейських вчених, де проаналізовано характеристики весняних водопіль у Європі за останні п'ять десятиліть. Використовуючи загальноєвропейську базу даних 4262 спостережних гідрометричних станцій, виявлено чіткі закономірності зміни термінів проходження весняного водопілля - тепліші температури призвели до більш раннього танення снігу та раннього початку повені [7].

Водогосподарське використання будь-якої річки відбувається на основі результатів розрахунків внутрішньорічного розподілу її стоку. Вивчення розподілу



внутрішньорічного стоку річок басейну Сіверського Дінця є актуальним, враховуючи промисловий характер регіону та проблему нестачі питної води. Встановити закономірності внутрішньорічного розподілу стоку важливо як з практичної точки зору, так і з точки зору загального вивчення режиму річок України в сучасний період.

**Матеріали і методи дослідження.** Методи розрахунку внутрішньорічного розподілу передбачають визначення величини розподілу річного стоку річок за сезонами та місяцями у різні за водністю роки. Враховуючи достатню тривалість рядів спостережень для в роботі використано метод реального року. Для дослідження виділено фази відповідно до строків проходження гідрологічних явищ в басейні: весняне водопілля: березень - квітень; літньо - осіння межень: травень - листопад; зимова межень: грудень - лютий. Розрахунки внутрішньорічного розподілу стоку виконувались починаючи з багатоводної фази (весняного водопілля). В ході дослідження було використано 3 роки-моделі: дуже багатоводний (5% забезпеченості), середній за водністю (50%) та дуже маловодний (95%). Для дослідження внутрішньорічного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Дінця використано показники середньомісячних витрат води по 22 гідрологічних постах за весь період спостережень (по 2018 рік включно). Гідрологічні пости було поділено на 3 групи за приналежністю до тієї чи іншої частини басейну – пости на лівобережних притоках, пости на правобережних притоках та пости, розташовані безпосередньо на річці Сіверський Донець. Внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця оцінено для двох періодів: до початку яскраво виражених кліматичних перетворень (до 1989 року) та у сучасний період (1989-2018 рр.). Зазначений підхід базується на результатах аналізу багаторічних коливань приземної температури повітря в межах України [4].

**Результати дослідження.** При виконанні дослідження середньомісячний стік для трьох виділених нами груп гідрологічних постів був осереднений. Внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну спершу було оцінено за весь період спостережень (рис.1-4).

Для річки Сіверський Донець найбільшими за обсягами стоку місяцями є березень та квітень, на них припадає 15-39% від загального об'єму річного стоку, залежно від забезпеченості року. Найменшими за об'ємом стоку є меженні місяці – серпень та вересень, на них припадає 2-6% від річного стоку (рис. 1).

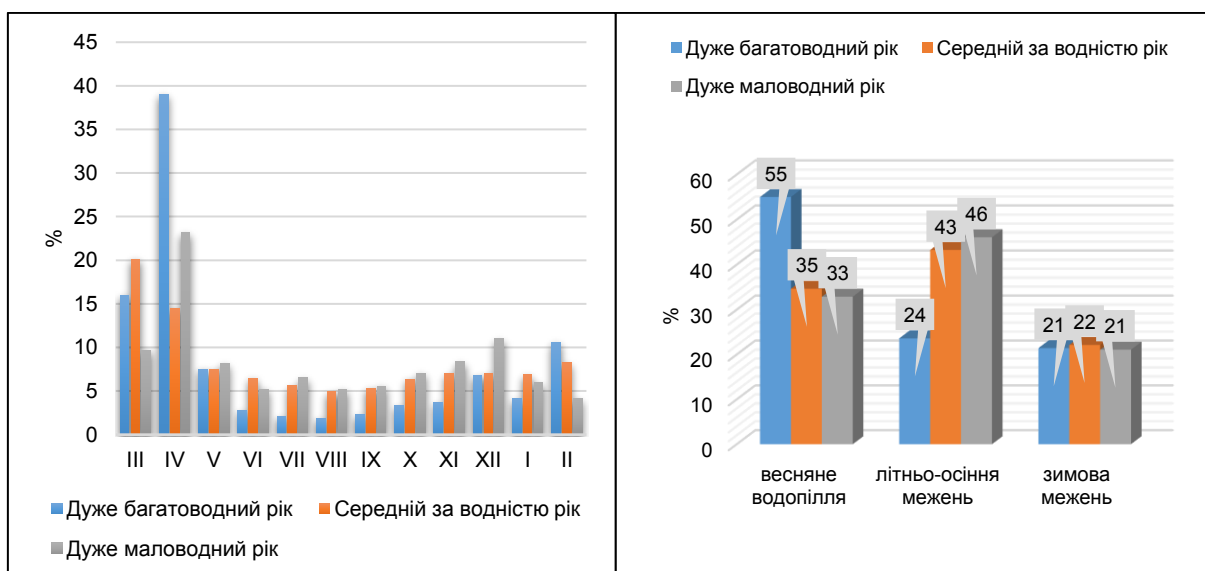


Рис.1 Внутрішньорічний розподіл стоку річки Сіверський Донець

В ході порівняння розподілу стоку за два періоди (до та після 1989 р.) виявлено зменшення частки весняного водопілля та зимової межні у внутрішньорічному розподілі стоку річки Сіверський Донець (табл.1). В сучасний період частка весняного водопілля в річному розподілі стоку зменшилась для багатоводного року на 14%, для середнього за водністю – на 9% і для маловодного – на 7%. Також спостерігається незначне зменшення зимового стоку 1-4%. Значно зріс стік періоду літньо-осінньої межні. Так для багатоводного року виявлено зростання на 18%, для середнього за водністю на 7%, для маловодного року на 11%.

**Таблиця 1. Розподіл стоку річки Сіверський Донець по сезонам за два характерні періоди**

<b>Дуже багатоводний рік (5%)</b>							
№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
		до 1989 р.			1989-2018 рр.		
1	р.Сіверський Донець - с.Огірцеве	59	25	17	36	50	14
2	р.Сіверський Донець - м.Чугуїв	42	29	29	43	38	20
3	р.Сіверський Донець - м.Зміїв	84	14	2	38	39	23
4	р.Сіверський Донець - с.Протопопівка	38	32	31	48	36	16
5	р.Сіверський Донець - м.Ізюм	43	34	22	27	48	25
6	р.Сіверський Донець - с.Стародубівка	52	15	33	40	47	13
<i>Середнє по довжині річки</i>		53	25	22	39	43	18
<b>Середній за водністю рік (50%)</b>							
№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
		до 1989 р.			1989-2018 рр.		
1	р.Сіверський Донець - с.Огірцеве	30	49	21	43	44	14
2	р.Сіверський Донець - м.Чугуїв	65	22	13	19	58	23
3	р.Сіверський Донець - м.Зміїв	34	44	22	72	19	9
4	р.Сіверський Донець - с.Протопопівка	45	40	15	23	50	27
5	р.Сіверський Донець - м.Ізюм	32	49	19	29	49	22
6	р.Сіверський Донець - с.Стародубівка	55	27	18	25	53	22
<i>Середнє по довжині річки</i>		44	39	18	35	46	19

Дуже маловодний рік (95%)							
№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
		до 1989 р.			1989-2018 рр.		
1	р.Сіверський Донець - с.Огірцеве	31	46	24	17	60	23
2	р.Сіверський Донець - м.Чугуїв	27	47	26	19	55	26
3	р.Сіверський Донець - м.Зміїв	42	30	27	24	49	27
4	р.Сіверський Донець - с.Протопоівка	28	38	33	23	47	30
5	р.Сіверський Донець - м.Ізюм	28	38	33	24	48	29
6	р.Сіверський Донець - с.Стародубівка	18	45	37	24	50	26
<i>Середнє по довжині річки</i>		29	41	30	22	52	27

Басейн Сіверського Дінця є дуже складним об'єктом через своєрідні фізико-географічні умови, тому внутрішньорічний розподіл стоку дещо відрізняється для лівобережних приток, правобережних приток та, власне, самої річки Сіверський Донець.

Найбільша частка річного стоку води припадає на березень, квітень для лівобережних приток Сіверського Дінця та на лютий березень для правобережних в розподілі стоку за багатоводний рік (рис.2). Найбільша частка стоку лівобережних приток – 51% припадає на період весняного водопілля, а правобережних приток на період зимової межені – 37%. Найменш забезпеченим стоком води є період літньо-осінньої межені для обох розглянутих груп приток.

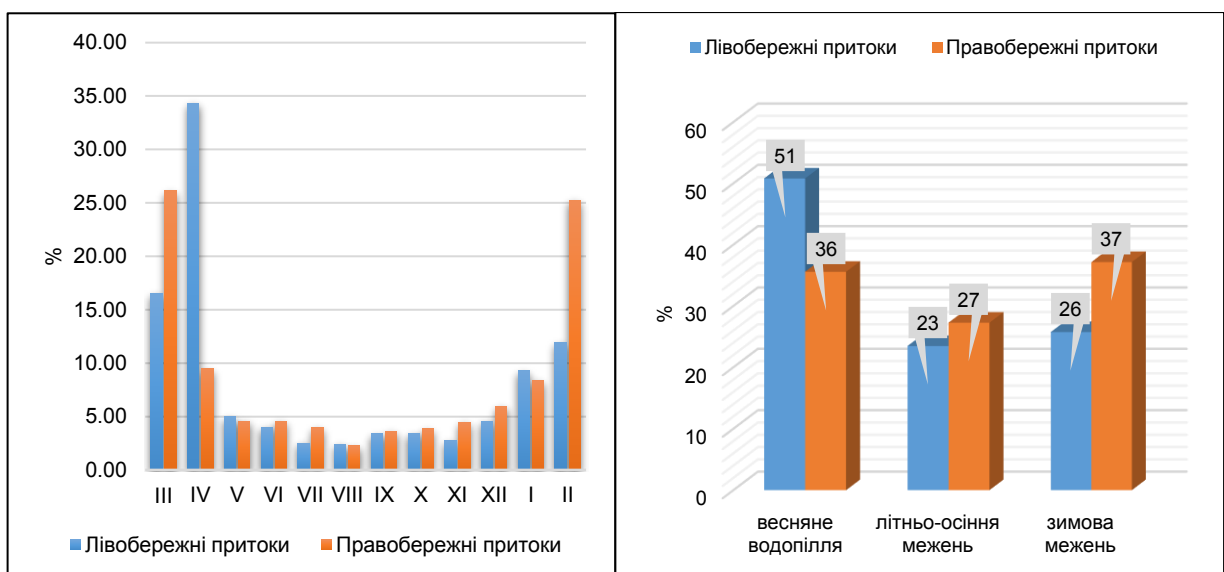


Рис.2 Внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця (дуже багатоводний рік)

В період сучасних кліматичних змін відбулися певні переформування стоку води і вони значно різняться для лівобережних та правобережних приток басейну. Найбільшою часткою у річному розподілі стоку для лівобережних приток було весняне водопілля – 62%, а для правобережних приток зимовий сезон – 44%. За період 1989-2018 рр. ситуація істотно змінилась. Як і для постів, безпосередньо розташованих на річці Сіверський Донець, так і для лівобережних її приток істотно зменшилась частка весняного водопілля в багатоводний рік. Для правобережних приток частка весняного стоку в річному розподілі не змінилась (табл.2).

**Таблиця 2. Розподіл стоку води річок басейну Сіверський Донець по сезонам за два характерні періоди (дуже багатоводний рік)**

№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
<b>Лівобережні притоки</b>							
		<i>до 1989 р.</i>			<i>1989-2018 рр.</i>		
1	р.Оскіл - м.Куп'янськ	24	15	61	32	42	26
2	р.Оскіл-Оскільська ГЕС	42	18	40	45	37	18
3	р.Жеребець-с.Торське	70	9	21	53	40	7
4	р.Красна-с.Червонопопівка	83	5	12	45	36	19
5	р.Айдар-сміт Білолуцьк	85	12	3	62	29	9
6	р.Айдар-с.Новоселівка	84	13	3	64	29	6
7	р.Євсуг-сміт Петрівка	48	6	47	55	33	12
8	р.Деркул-сміт Біловодськ	59	25	17	24	50	27
<i>Середнє по притокам</i>		62	13	25	48	37	15
<b>Правобережні притоки</b>							
1	р.Казенний Торець - сміт Райське	27	11	62	22	54	24
2	р.Кривий Торець - сміт Олексієво-Дружківка	44	41	15	17	58	25
3	р.Сухий Торець - сміт Черкаське	50	8	43	29	40	32
4	р.Бахмут - м.Бахмут	26	48	26	18	59	22
5	р.Бахмут - м.Сіверськ	15	34	52	40	39	21
6	р.Лугань - с.Калинове	25	13	62	35	38	26
7	р.Лугань - м.Луганськ	25	39	36	36	33	31
8	р.Вільхова - м.Луганськ	31	13	56	42	25	34
<i>Середнє по притокам</i>		30	26	44	30	43	27

Найбільшим за об'ємом стоку періодом для лівобережних приток є весняне водопілля – 48%, а для правобережних приток - період літньо-осінньої межень, який становить 43% від об'єму річного стоку.

В середній за водністю рік найбільша частка річного стоку – період літньо-осінньої межень для правобережних (41%) та лівобережних (43%) приток (рис.3).

Розподіл стоку води середнього за водністю року за два розглянуті нами характерні періоди характеризується подібними закономірностями до розподілу стоку дуже багатоводного року.

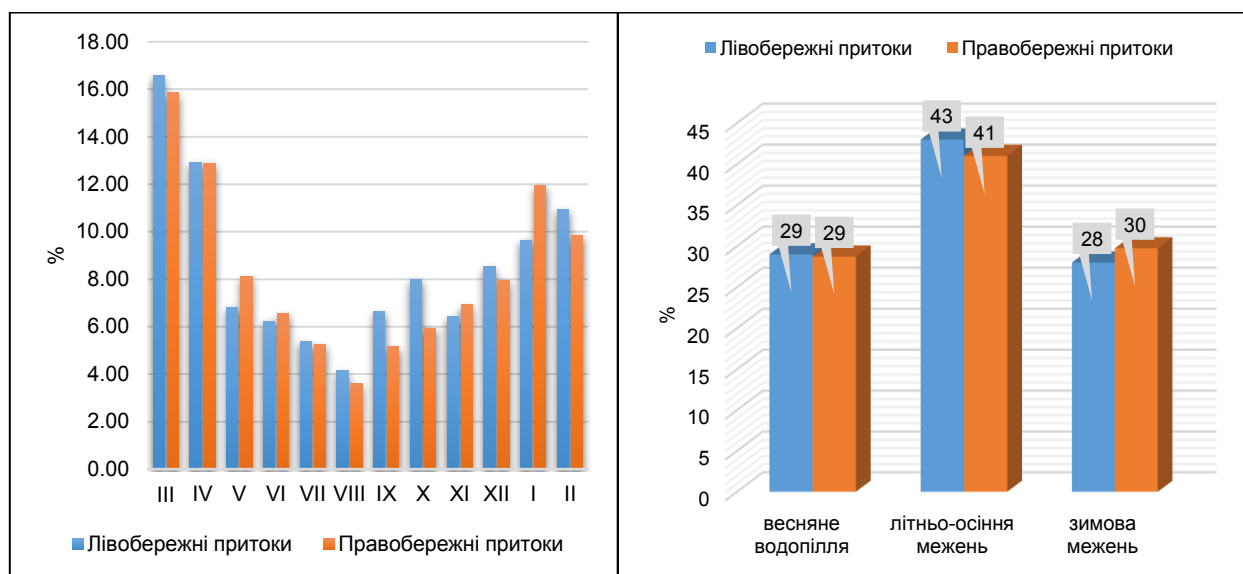


Рис.3. Внутрішньорічний розподіл стоку води річок басейну Сіверського Дінця (середній за водністю рік)

Для лівобережних приток у середній за водністю рік частка весняного водопілля в річному розподілі зменшилась на 9%. Частка літньо-осінньої межень зросла на 8% в сучасний період (табл.3).

Таблиця 3. Розподіл стоку води річок басейну Сіверський Донець по сезонам за два характерні періоди (середній за водністю рік)

№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
<b>Лівобережні притоки</b>							
		<i>до 1989 р.</i>			<i>1989-2018 рр.</i>		
1	р.Оскіл - м.Куп'янськ	45	42	14	25	54	22
2	р.Оскіл-Оскільська ГЕС	25	52	23	24	49	27
3	р.Жеребець-с.Торське	47	39	14	23	55	22
4	р.Красна-с.Червонопопівка	49	46	6	26	48	26
5	р.Айдар-с.мт Білолуцьк	22	28	51	37	38	26
6	р.Айдар-с.Новоселівка	64	20	15	41	43	16
7	р.Євсуг-с.мт Петрівка	71	14	15	66	19	16
8	р.Деркул-с.мт Біловодськ	33	43	24	43	44	14
<i>Середнє по притокам</i>		44	36	20	35	44	21

Правобережні притоки							
		до 1989 р.			1989-2018 рр.		
1	р.Казенний Торець - смт Райське	34	40	25	25	45	29
2	р.Кривий Торець - смт Олексієво-Дружківка	21	54	26	20	58	22
3	р.Сухий Торець - смт Черкаське	62	13	25	44	30	26
4	р.Бахмут - м.Бахмут	17	54	29	21	51	29
5	р.Бахмут - м.Сіверськ	25	17	58	24	52	24
6	р.Лугань - с.Калинове	26	53	21	30	45	26
7	р.Лугань - м.Луганськ	24	52	24	24	48	28
8	р.Вільхова - м.Луганськ	50	32	18	46	36	19
Середнє по притокам		32	39	29	29	46	25

Для правобережних приток частка весняного водопілля незначно змінилась (зменшилась на 3%) на сучасному етапі, а стік періоду літньо-осінньої межені зріс на 7%. Частка зимового періоду збільшилась для лівобережних приток і зменшилась для правобережних.

За моделлю дуже маловодного року найбільшим за об'ємом стоку для правобережних приток є літньо-осінній період – 41% від річного, для лівобережних приток весняний та літньо-осінній період – 38% (рис.4).

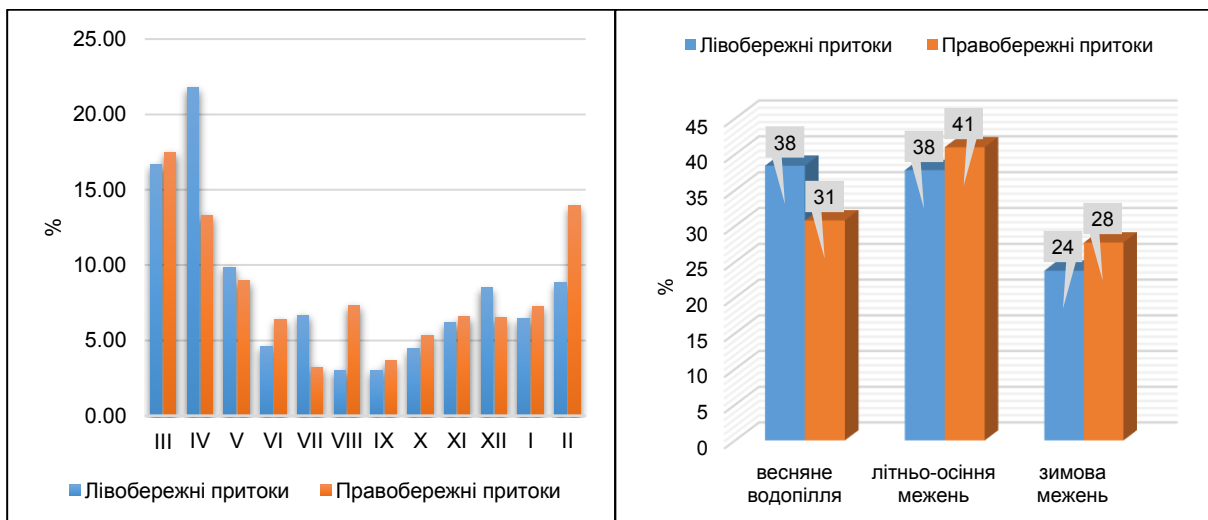


Рис.4. Внутрішньорічний розподіл стоку води річок басейну Сіверського Дінця (дуже маловодний рік)

Маловодний рік характеризується подібними до середнього за водністю особливостями при розгляді двох періодів: до початку сучасних кліматичних змін та після.

Осередненні розрахунки для лівобережних приток вказують на те, що частка весняного періоду зменшилась з 36% (період спостережень до 1989 р.) до 24% (1989-2018 рр.). Стік періоду літньо-осінньої межені зріс з 39% до 49%, а стік

зимового періоду зріс з 25% до 27% в сучасний період. Для правобережних приток басейну Сіверського Дінця стік весняного водопілля зменшився на 8% в сучасний період, стік періоду літньо-осінньої межень зріс на 10%, а зимового періоду зменшився на 2% (табл.4).

**Таблиця 4. Розподіл стоку води річок басейну Сіверський Донець по сезонам за два характерні періоди (дуже маловодний рік)**

№ п/п	Річка - пост	Сезонний стік, %					
		Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень	Весняне водопілля	Літньо-осіння межень	Зимова межень
<b>Лівобережні притоки</b>							
		<i>до 1989 р.</i>			<i>1989-2018 рр.</i>		
1	р.Оскіл - м.Куп'янськ	33	45	23	26	54	21
2	р.Оскіл-Оскільська ГЕС	5	62	33	20	56	24
3	р.Жеребець-с.Торське	42	32	26	22	56	22
4	р.Красна-с.Червонопопівка	46	25	30	25	42	34
5	р.Айдар-сміт Білолуцьк	41	34	26	22	46	33
6	р.Айдар-с.Новоселівка	56	26	18	16	60	24
7	р.Євсуг-сміт Петрівка	39	42	20	43	20	38
8	р.Деркул-сміт Біловодськ	31	46	24	17	60	23
<i>Середнє по притокам</i>		36	39	25	24	49	27
<b>Правобережні притоки</b>							
1	р.Казенний Торець - сміт Райське	56	16	29	27	39	34
2	р.Кривий Торець - сміт Олексієво-Дружківка	58	26	16	21	54	25
3	р.Сухий Торець - сміт Черкаське	27	0	74	35	30	35
4	р.Бахмут - м.Бахмут	27	50	23	33	38	29
5	р.Бахмут - м.Сіверськ	40	33	27	25	46	30
6	р.Лугань - с.Калинове	28	53	20	21	48	31
7	р.Лугань - м.Луганськ	16	55	29	25	52	23
8	р.Вільхова - м.Луганськ	24	43	33	23	51	26
<i>Середнє по притокам</i>		34	35	31	26	45	29

Аналіз отриманих результатів дозволив виявити, що за своїм внутрішньорічним розподілом стоку лівобережні та правобережні притоки Сіверського Дінця значно відрізняються, що обумовлено факторами підстильної поверхні та інтенсивністю антропогенного навантаження. Частка весняного стоку в річному розподілі лівобережних приток басейну Сіверського Дінця істотно зменшилась в сучасний період, в той час як для правобережних приток басейну вона майже не змінилась. Зимовий стік лівобережних приток протягом останніх десятиліть характеризується збільшенням в середньому на 10%. Правобережні ж

притоки басейну характеризуються зменшенням зимового стоку. В ході дослідження виявлено, що за розглянутими градаціями водності (дуже багатоводний рік, середній за водністю рік, дуже маловодний рік) лівобережні притоки характеризуються зменшенням частки весняних місяців та збільшенням частки меженних місяців у річному розподілі стоку. Правобережні притоки наразі мають дещо інший розподіл стоку в середині року: збільшується частка літньо-осіннього стоку, зменшується частка стоку зимової межени.

**Висновки.** Виявлено для річок басейну Сіверського Дінця, що найбільша частка стоку багатоводного року для обох періодів (до та після 1989 р.) припадає на період весняного водопілля. Сучасний період характеризується значно меншою часткою стоку весняного водопілля (від об'єму річного стоку), порівняно з попереднім періодом. Відбулося вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку. Певні відмінності простежуються між лівобережними та правобережними притоками. Для лівобережних приток, антропогенний вплив на які є меншим, зміни клімату призвели до суттєвого зростання стоку зимової та літньо-осінньої межени. На правих притоках Сіверського Дінця, що протікають в межах індустріальної частини Донбасу, частка літньо-осіннього меженного стоку не змінилася, або навіть зменшилася. Це пояснюється зменшенням обсягів водовідведення шахтних вод через скорочення обсягів промислового виробництва в регіоні. Натомість частка річного стоку, що припадає на зимовий період, збільшилась для правобережних приток та самого Сіверського Дінця. Аналізуючи розподіл стоку маловодного року, можна зробити висновок, що найбільш багатоводним є лютий місяць. Наразі, у маловодні роки водопілля практично не виділяється на річному гідрографі стоку; значно збільшилась частка стоку меженних місяців.

Отже, на сучасному етапі кліматичних змін внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця зазнав суттєвих змін: в цілому по басейну зменшився стік весняного водопілля та збільшився стік літньо-осінньої межени.

#### Список літератури

1. Балабух В.О., Лук'янець О.І. Зміна клімату та його наслідки у Рахівському районі Закарпатської області. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Т. 2, 2015. С. 132-148.
2. Вишневіський В.І. Влияние изменений климата на гидрологический режим рек Украины. VI Всероссийский гидрологический съезд, 2004. С. 223-225.
3. Горбачева Л.О. Оцінка можливих майбутніх змін водного стоку річок України (на середину XXI століття). Культура народів Причорномор'я. Географічні науки № 267, 2014. С.89-94.
4. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ, 2010. 316 с.
5. Лобода Н.С. Закономірності коливань річного стоку річок України при змінах клімату на початку XXI сторіччя. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, Т. 18, 2010. С. 62-70.
6. Сніжко С.І., Ободовський О.Г., Шевченко О.Г., Гребінь В.В., Дідовець Ю.С., Купріков І.В., Почасвець О.О. Регіональна оцінка зміни водного стоку річок Українських Карпат під впливом зміни клімату. Український географічний журнал. Т.2, 2020. С.20-29.
7. Blöschl G, Hall J, Parajka J, et al. Changing climate shifts timing of European floods. Science (New York, N.Y.), 357(6351). 2017 Aug. P.588-590.
8. Didovets, I., Lobanova, A., Bronstert, A., Snizhko, S., Maule, C.F., Krysanova, V. Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Three Representative Ukrainian Catchments Using Eco-Hydrological Modelling. Water 2017, 9, 204.
9. IPCC 2013 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker T. F. Qin D. Plattner G.-K. Tignor M. Allen S. K. Boschung J. Nauels A. Xia Y. Bex V. Midgley P. M. , eds). Cambridge University Press, Cambridge, NY, USA. 2013. P.1535.
10. Olga Lukianets and Iurii Obodovskyi Spatial, Temporal and Forecast Evaluation of Rivers' Streamflow of the Drainage Basin of the Upper Tisa under the Conditions of Climate Change. Scientific Journal: ENVIRONMENTAL Research, Engineering and Management, Kaunas, KTU. 2015. No. 71(1). pp. 36-46.



## References

1. Balabukh V.O., Luk'yanets' O.I. Zmina klimatu ta yoho naslidky u Rakhivs'komu rayoni Zakarpat-s'koyi oblasti [Climate change and its effects in Rakhiv district of Transcarpathian region]. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolojiya*. - 2015. T. 2. S. 132-148.
2. Vyshnevskiy V.Y. Vliyanye yzmeneniy klymata na hydrolohicheskiy rezhym rek Ukrayny [The impact of climate change on the hydrological regime of Ukrainian rivers]. VI Vserossyiskiy hydrolohicheskiy s'ezd, 2004. S. 223-225.
3. Horbacheva L.O. Otsinka mozhyvykh maibutnikh zmin vodnoho stoku richok Ukrainy (na seredynu XXI stolittia) [Assessment of possible future changes in the water flow of Ukrainian rivers (by the middle of the XXI century)]. *Problemy materialnoi kultury. Heohraficheskyye nauky*, № 267, 2014. S.89-94.
4. Hrebin' V.V. Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichniy analiz) [Modern water regime of Ukrainian rivers (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv, 2010. 316 s.
5. Loboda N.S. Zakonomirnist' kolyvan' richnoho stoku Ukrayiny pry zmini klimatu na pochatku XXI stolittia [Regularities of fluctuations of the annual runoff of Ukrainian rivers during climate change at the beginning of the XXI century]. *Hidrolohiya, hidrokimiya ta hidroekolojiya*, T. 18, 2010. S. 62-70.
6. Snizhko S.I., Obodovskyy O.H., Shevchenko O.H., Hrebin' V.V., Didovets' YU.S., Kuprikov I.V., Pochayevets' O.O. Rehional'na zmina vodnoho stoku richok Ukrayins'kykh Karpat pid vpluvom zmin klimatu [Regional assessment of water flow changes in the rivers of the Ukrainian Carpathians under the climate change impact]. *Ukrayins'kyy heohrafichnyy zhurnal*. T.2, 2020. S.20-29.
7. Blöschl G, Hall J, Parajka J, et al. Changing climate shifts timing of European floods. *Science (New York, N.Y.)*, 357(6351). 2017 Aug. P.588-590.
8. Didovets, I., Lobanova, A., Bronstert, A., Snizhko, S., Maule, C.F., Krysanova, V. Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Three Representative Ukrainian Catchments Using Eco-Hydrological Modelling. *Water* 2017, 9, 204.
9. IPCC 2013 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker T. F. Qin D. Plattner G.-K. Tignor M. Allen S. K. Boschung J. Nauels A. Xia Y. Bex V. Midgley P. M. , eds). Cambridge University Press, Cambridge, NY, USA. 2013. P.1535.
10. Olga Lukianets and Iurii Obodovskyi Spatial, Temporal and Forecast Evaluation of Rivers' Streamflow of the Drainage Basin of the Upper Tisa under the Conditions of Climate Change. *Scientific Journal: ENVIRONMENTAL Research, Engineering and Management*, Kaunas, KTU. 2015. No. 71(1). pp. 36-46.

### **Сучасна трансформація сезонного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Дінця**

**Большот Г.В., Гребінь В.В.**

Оцінено внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця за два характерні періоди (з початку спостережень до 1988 року та з 1989 по 2018 рр.). Дослідження виконано для трьох груп річок в залежності від приналежності до тієї чи іншої частини басейну. Виявлено відмінності в річному розподілі стоку правобережних приток, лівобережних приток та, власне, річки Сіверський Донець. Встановлено, що частка весняного водопілля від річного об'єму стоку значно зменшилась та зросла частка періоду літньо-осінньої межени в басейні в сучасний період. На сучасному етапі кліматичних змін внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну Сіверського Дінця зазнає суттєвої трансформації

**Ключові слова:** стік води, внутрішньорічний розподіл стоку, зміни клімату.

### **Современная трансформация сезонного распределения стока воды рек бассейна Северского Донца**

**Большот А.В., Гребень В.В.**

Оценено внутригодовое распределение стока рек бассейна Северского Донца за два характерные периоды (с начала наблюдений до 1988 года и с 1989 по 2018 гг.). Исследование выполнено для трех групп рек в зависимости от принадлежности к той или иной части бассейна. Выявлены различия в годовом распределении стока правобережных притоков, левобережных притоков и, собственно, реки Северский Донец. Установлено, что доля весеннего половодья от годового объема стока значительно уменьшилась и возросла доля периода летне-осенней межени в бассейне в современный период. На современном этапе климатических изменений внутригодовое распределение стока рек бассейна Северского Донца подверглось существенным изменениям.

**Ключевые слова:** сток воды, внутригодовое распределение стока, изменения климата.

## Modern transformation of seasonal runoff distribution of the Siverskyi Donets River Basin

**Bolbot H. V., Grebin V. V.**

The annual runoff distribution of the Siverskyi Donets River Basin in the period of modern climate change was estimated. The annual runoff distribution of the Siverskyi Donets Basin was researched for two characteristic periods (from the beginning of observations to 1988 and from 1989 to 2018). The assessment was performed for three water year types: wet year, average year and dry year. The research was performed for three groups of rivers depending on their affiliation to a particular part of the Basin. During the research, the average monthly runoff of the hydrological gauges, which we selected for the study were averaged. The annual runoff distribution was leveled in the current period. The Siverskyi Donets Basin is characterized by the peculiar physico-geographical conditions, so the annual runoff distribution is somewhat different for different part of the Basin. Differences in the annual runoff distribution of the right-bank tributaries, the left-bank tributaries and the Siverskyi Donets River were revealed. For the left-bank tributaries, which are less affected by anthropogenic load, climate change has led to a significant increase in runoff of the winter and summer-autumn low period. For the right-bank tributaries of the Siverskyi Donets, flowing within the industrial part of Donbas, the share of low period runoff has not changed, or even decreased. This is due to the reduction of mine drainage, due to the reduction of industrial production in the region. Instead, the share of autumn-winter period in the annual runoff has increased for the right-bank tributaries and the Siverskyi Donets River itself.

It is established that the share of spring floods from the annual volume of runoff has significantly decreased and the share of the summer-autumn period for the rivers of the Siverskyi Donets Basin in the modern period has increased. The winter runoff of the left-bank tributaries of the modern period is characterized by an increase. The right-bank tributaries of the Basin are characterized by a decrease in winter runoff. Currently, in dry years, spring flood is practically not allocated on the annual hydrograph; the share of runoff in the limited months has significantly increased. At the present stage of climate change, the annual runoff distribution of the Siverskyi Donets River Basin has undergone significant changes.

**Key words:** water runoff, annual runoff distribution, climate change.

**Надійшла до редколегії 02.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.6>

УДК 556.16

**Бойко А.І.<sup>1</sup>, Лободзінський О.В.<sup>2</sup>, Лук'янець О.І.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м.Київ

## РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕДЬОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ТА ЛІВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИН БАСЕЙНУ Р. ДНІСТЕР ДО М. ЗАЛІЩИКИ

**Ключові слова:** річки басейну Дністра, лівобережжя та правобережжя, середній річний стік, розрахункові характеристики стоку, ймовірність перевищення, порівняння.

**Вступ.** Середній річний стік води річок, як показник їх водності та потенційних водних ресурсів даного басейну чи певного регіону, займає особливе місце у практичному використанні його розрахункових характеристик при проектуванні та експлуатації гідротехнічних споруд за умов регулювання водного стоку, здійснення заходів по захисту від водної стихії населених пунктів, промислових і сільськогосподарських об'єктів. Річні величини стоку води річок змінюються з року в рік. Тому при водогосподарському плануванні і будівельному проектуванні необхідно знати величини річного стоку, що пов'язані або з проблемами дефіциту (гідрологічні посухи, маловоддя), або з проблемами його надмірності (повені, паводки, багатоводдя), а також межі їх можливих коливань у майбутньому. В даній роботі об'єктом дослідження виступає середньорічний стік води (норма річного

водного стоку) річок басейну р. Дністра, предметом – його розрахункові характеристики різної ймовірності перевищення.

Виходячи з фізико-географічних особливостей досліджуваної території басейну Дністра річкова мережа правобережної та лівобережної частин розвинута досить нерівномірно. У Карпатській правобережній частині басейну вона більш густа і становить понад 1,0-1,5 км/км<sup>2</sup> з формуванням до 70% стоку води самої річки. Густота мережі на лівобережжі становить 0,5-0,7 км/км<sup>2</sup>. Діапазони модулів стоку води річок правобережної частини басейну Дністра змінюється в межах 5,4÷33,5 л/с\*км<sup>2</sup>, а річок лівобережжя – 2,6÷6,2 л/с\*км<sup>2</sup>. Водний режим на правобережних і лівобережних притоках теж різниться. Загалом, у басейні Дністра можна виділити такі фази водного режиму, як весняне водопілля, дощові паводки та меженний період. На правобережній частині Дністра чітко прослідковуються переважаючий паводковий режим, в основному в теплий період року, також можливі окремі високі паводки й в холодний сезон. На відміну від правобережжя для лівобережжя характерне весняне водопілля, хоча іноді можна спостерігати формування окремих паводків в теплий період року. Тому основною **метою** дослідження – провести аналіз, систематизацію розрахункових характеристик середнього річного водного стоку річок правобережної та лівобережної частин басейну Дністра, їх узагальнення та порівняння.

**Аналіз попередніх досліджень та публікацій.** Річка Дністер друга за довжиною та водністю річка України, яка відрізняється неоднорідністю та різноманіттю умов формування стоку води як власне самого Дністра за його довжиною, так й чисельних його приток. Тому цієї річці та річкам її басейну завжди приділялась увага науковців. Характеристики стоку води річок басейну досліджували в свій час Сакали Л. И., Дмитренко Л. В., Киптенко Е. Н., Лютик П. М. [18], Сусідко М. М. [19, 20], Вишневський В. І., Косовець О. О. [2, 3], Лук'янець О. І. [9], Гребінь В. В. [6], Приймаченко Н. В. [16].

З сучасних робіт з дослідження стоку води річок України і в тому числі й р. Дністер та річок його басейну, можна відзначити роботи Гончар О. М. [9], Горбачової Л. О. [5], Беженару Г. А. [1], Кожем'якіна Д. В., Чорноморець Ю. О. [8], Ободовського О. Г., Лук'янець О. І., Гребіня В. В., Почаєвець О. О., Коноваленко О. С., Корнієнко В. О., Москаленка С. О. [7, 12-13, 15], Мудрої К. В. [14].

Наукова новизна представленого дослідження полягає у тому, що розрахункові характеристики середнього річного водного стоку отримано на сучасних матеріалах спостережень, а також зроблено порівняння та узагальнення розрахункових характеристик середньорічного стоку води різної ймовірності перевищення річок правобережжя та лівобережжя р. Дністер.

**Вихідні дані та їх аналіз.** Вихідними даними слугували дані про середні річні витрати води з 50 гідрологічних постів в басейні р. Дністер (до м. Заліщики) (рис. 1), банк даних яких сформовано від початку спостережень до 2016 р. за гідрологічними щорічниками, архівними матеріалами на мережі спостережень Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського.

Із 28 правобережних гідрологічних постів, на яких проводиться спостереження за витратами води, 89% мають тривалість безперервного ряду >50 років (табл. 1), а з 22 правобережних тривалість безперервного ряду спостережень >50 років приходить на 86% гідрологічних постів. (табл. 2).

Щодо площ водозборів річок в замикальних створах, то на правобережжі переважають невеликі – з 28 постів 64% мають площу <500 км<sup>2</sup> та 25% – від 500 до 1 000 км<sup>2</sup> (табл. 3.). На лівобережжі із 22 постів 37% мають водозбірну площу <500 км<sup>2</sup> та 41% від 500 до 1 000 км<sup>2</sup> (табл. 4).



**Рис. 1. Мережа гідрологічних спостережень на річках в басейні р. Дністер – м. Заліщики**

**Таблиця 1. Розподіл правобережних гідрологічних постів за тривалістю безперервного ряду спостережень за витратами води**

	Тривалість спостережень, кількість років					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
Кількість постів	1	2	0	5	17	3
% від загальної кількості	4	7	0	18	61	10

**Таблиця 2. Розподіл лівобережних гідрологічних постів за тривалістю безперервного ряду спостережень за витратами води**

	Тривалість спостережень, кількість років					
	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
Кількість постів	0	0	3	5	7	7
% від загальної кількості	0	0	14	22	32	32

**Таблиця 3. Розподіл за площею водозбору річкових водозборів в замикальних створах (постах) на правобережних притоках в басейні Дністра**

	Діапазони площ водозбору (км <sup>2</sup> )				
	<500	500÷1000	1000÷2000	2000÷5000	5000÷10000
Кількість постів	18	7	2	1	0
% від загальної кількості	64	25	7	4	0

**Таблиця 4. Розподіл за площею водозбору річкових водозборів в замикальних створах (постах) на лівобережних притоках в басейні Дністра**

	Діапазони площ водозбору (км <sup>2</sup> )				
	<500	500÷1000	1000÷2000	2000÷5000	5000÷10000
Кількість постів	8	9	4	1	0
% від загальної кількості	37	41	18	4	0

Для об'єктивної оцінки розрахункових характеристик середнього річного стоку води досліджуваних річок проведено перевірку статистичних гіпотез про однорідність часових рядів спостережень за стандартними параметричними критеріями Стюдента та Фішера (табл. 5).

**Таблиця 5. Узагальнена оцінка однорідності рядів середніх річних витрат води на річках правобережжя та лівобережжя Дністра за критеріями Стюдента та Фішера при різних рівнях значимості – 5 % та 1 %**

Критерії однорідності	Середні річні витрати води на гідрологічних постах <b>однорідні</b>	
	правобережні притоки (28 постів)	лівобережні притоки (22 поста)
<i>5 % рівень значимості</i>		
Стюдента ( <i>t</i> )	79 %, тобто на 20 постах	59%, тобто на 13 постах
Фішера ( <i>F</i> )	81 %, тобто на 23 постах	78%, тобто на 15 постах
<i>1 % рівень значимості</i>		
Стюдента ( <i>t</i> )	89 %, тобто на 25 постах	73 %, тобто на 16 постах
Фішера ( <i>F</i> )	93 %, тобто на 26 постах	82 %, тобто на 18 постах

За результатами перевірки на однорідність за критерієм Стюдента при рівні значимості 5% однорідними на правобережних притоках виявилися дані про середні річні витрати води на 79%, а на лівобережних притоках – на 59% гідрологічних постах. За критерієм Фішера при 5% однорідними виявилися середні річні витрати води на правобережних притоках на 81%, а на лівобережних притоках на 78% гідрологічних постах. При перевірці на однорідність при рівні значимості 1% за двома критеріями відсотки постів с однорідними даними збільшилися.

**Результати дослідження.** Для проведення аналізу, систематизації розрахункових характеристик середнього річного водного стоку річок правобережної та лівобережної частин басейну Дністра, їх узагальнення та порівняння використано методи математичної статистики та теорії ймовірності [10, 11, 17].

Для побудови аналітичних кривих розподілу середнього річного стоку води правобережних та лівобережних приток р. Дністер, які б відповідали емпіричним було визначено три основних параметра: середнє арифметичне ряду (норми), коефіцієнти варіації і асиметрії (табл. 6, 7) [10, 11, 17].

Коефіцієнти варіації середнього річного стоку води для річок правобережної частини Дністра знаходиться в межах  $C_v = 0,19 \div 0,48$ , а для річок лівобережної –  $C_v = 0,28 \div 0,89$ , що показує певну стабільність середньорічних витрат води у часі на правобережжі басейну у порівнянні з лівобережною частиною, де більша їх багаторічна мінливість.

Таблиця 6. Статистичні параметри середнього річного стоку води річок басейну р. Дністер за емпіричними даними  
лівобережжя

Річка – пост	Норма середнього річного стоку води, $Q$ м <sup>3</sup> /с	Коефіцієнт варіації $C_v$	Коефіцієнт асиметрії $C_s$
Золота Липа – Бережани	4,52	0,31	0,60
Золота Липа – Задарів	8,35	0,34	0,43
Коропець – Підгайці	1,04	0,37	0,76
Коропець – Коропець	2,59	0,34	0,52
Стрипа – Каплиці	1,65	0,47	0,68
Стрипа – Бучач	6,87	0,34	0,53
Серет – Велика Березовиця	5,21	0,28	-0,06
Серет – Чортків	12,98	0,27	0,57
Нічлава – Стрілківці	1,87	0,45	1,15
Збруч – Волочиськ	3,07	0,35	0,42
Жванчик – Кугаївці	0,91	0,87	3,22
Жванчик – Ластівці	1,96	0,38	0,15
Смотрич – Купин	2,91	0,36	0,64
Смотрич – Цибулівка	5,23	0,38	0,46
Мукша – Мала Слобідка	0,90	0,42	0,46
Студениця – Голозубинці	1,03	0,27	0,61
Ушиця – Зіньків	2,22	0,47	2,22
Ушиця – Тимків	4,08	0,22	0,50
Калюс – Нова Ушиця	0,80	0,22	0,48
Лядова – Жеребилівка	1,65	0,33	0,46
Мурафа – Кудіївці	0,20	0,57	1,87
Марківка – Підлісівка	1,32	0,23	1,07

Річка – пост	Норма середнього річного стоку води, $Q$ м <sup>3</sup> /с	Коефіцієнт варіації $C_v$	Коефіцієнт асиметрії $C_s$
Дністер-Стрілки	5,02	0,27	-0,14
Дністер-Самбір	10,93	0,41	0,29
Стр'яж-Хирів	3,62	0,26	0,66
Стр'яж-Луки	9,62	0,40	0,83
Верещиця-Комарно	4,94	0,48	1,41
Бистриця-Озимина	2,55	0,40	0,87
Тисмениця-Дрогобич	3,41	0,40	0,26
Стрий-Матків	2,80	0,27	0,46
Стрий-Завадівка	15,37	0,21	0,26
Стрий-Ясениця	20,24	0,19	0,68
Стрий-В.Синьовидне	41,87	0,26	0,43
Завадка-Рихів	2,28	0,20	0,58
Опір-Сколе	12,84	0,32	0,01
Славська-Славське	1,80	0,28	-0,03
Головчанка – Тухля	3,00	0,28	1,14
Орава – Святослав	3,60	0,28	0,63
Свіча – Мислівка	5,35	0,30	1,41
Свіча – Зарічне	24,97	0,38	1,58
Лужанка – Гошів	2,36	0,37	1,03
Сукіль – Тисів	3,08	0,25	0,06
Свіж – Букачівці	2,63	0,29	1,10
Лімниця - Осмолода	6,76	0,22	-0,03
Лімниця - Перевозець	21,96	0,34	0,34
Чечва – Спас	4,91	0,34	0,59
Луква – Боднарів	2,29	0,36	0,39
Бистриця-Надвірнянська – Пасічна	10,56	0,23	-0,16
Ворона – Тисьмениця	4,70	0,43	0,73
Бистриця-Солотвинська - Гута	3,13	0,29	0,73

Таблиця 7 Відносні значення середніх квадратичних похибок норм та коефіцієнтів варіації середнього річного стоку води річок водозборів р. Дністер

правобережжя				лівобережжя			
Річка – пост	Кількість років спостережень $n$	Відносні середні квадратичні похибки (%)		Річка – пост	Кількість років спостережень $n$	Відносні середні квадратичні похибки (%)	
		$E_x$	$E_{CV}$			$E_x$	$E_{CV}$
Дністер-Стрілки	59	3,5	9,5	Золота Липа – Бережани	62	11,3	12,0
Дністер-Самбір	71	4,9	9,1	Золота Липа – Задарів	62	4,3	9,5
Стрв'яж-Хирів	21	5,7	15,9	Коропець – Підгайці	70	4,4	9,0
Стрв'яж-Луки	60	5,2	9,8	Коропець – Коропець	59	4,4	9,7
Верещиця-Комарно	60	6,2	10,1	Стрипа – Каплиці	71	5,6	9,3
Бистриця-Озимина	63	5,0	9,6	Стрипа – Бучач	53	4,7	10,3
Тисмениця-Дрогобич	71	4,7	9,0	Серет – Велика Березовиця	54	3,8	10,0
Стрий-Матків	62	3,4	9,3	Серет – Чортків	72	3,2	8,6
Стрий-Завадівка	55	2,8	9,7	Нічлава – Стрілківці	62	5,7	9,8
Стрий-Ясениця	34	3,3	12,3	Збруч – Волочиськ	60	4,5	9,7
Стрий-В.Синьовидне	66	3,2	9,0	Жванчик – Кугайці	70	10,4	11,2
Завадка-Рихів	34	3,4	12,4	Жванчик – Ластівці	46	5,6	11,2
Опір-Сколе	60	4,1	9,6	Смотрич – Кулин	72	4,2	8,9
Славська-Славське	63	3,5	9,3	Смотрич – Цибулівка	72	4,5	8,9
Головчанка – Тухля	62	3,6	9,3	Мукша – Мала Слобідка	63	5,3	9,7
Орава – Святослав	72	3,3	8,7	Студениця – Голозубинці	46	4,0	10,8
Свіча – Мислівка	62	3,8	9,4	Ушиця – Зіньків	71	5,6	9,3
Свіча – Зарічне	63	4,8	9,5	Ушиця – Тимків	45	3,3	10,8
Лужанка – Гошів	68	4,5	9,1	Капюс – Нова Ушиця	66	2,7	8,9
Сукіль – Тисів	58	3,3	9,6	Лядова – Жеребилівка	53	4,5	10,2
Свіж – Букачівці	60	3,7	9,5	Мурафа – Кудіївці	54	7,8	11,1
Лімниця – Осмолада	60	2,8	9,3	Марківка – Підлісівка	66	11,3	8,9
Лімниця – Перевозець	63	4,3	9,4				
Чечва – Спас	61	4,4	9,6				
Лукава – Боднарів	63	4,5	9,5				
Бистр.-Надвірнянська - Пасічна	60	3,0	9,4				
Ворона – Тисьмениця	55	5,8	10,4				
Бистриця-Солотвинська - Гута	68	3,5	8,9				

Коефіцієнти асиметрії середньорічного стоку води для річок правобережної частини Дністра знаходяться в межах  $C_s = 0,16 \div 1,41$  (тобто переважають значення близькі або трохи менше норми), а для річок лівобережної коефіцієнти асиметрії змінюється в більш широких межах –  $C_s = -0,06 \div 6,91$  (табл. 6).

У зв'язку з тим, що оцінка зазначених параметрів здійснюється не за генеральною сукупністю, а вибірками з неї, то для того, щоб знати точність розрахованих у подальшому характеристик, в табл. 7 подано похибки визначення статистичних параметрів емпіричного розподілу, які обчислені для норм  $E_x$  та коефіцієнтів варіації  $Ec_v$  середнього річного стоку води річок для право- та лівобережжя Дністра.

Враховуючи, що ряд спостережень за середньорічним стоком води на річках вважається репрезентативним щодо визначення його норми, якщо величина  $E_x$  не перевищує 5-10%, а відносна середня квадратична похибка коефіцієнта варіації  $Ec_v$  не перевищує 10-15% [10, 11, 17], можна констатувати – як на річках правобережжя, так й на річках лівобережної частини Дністра ряди спостережень за середньорічним стоком води на річках басейну р. Дністер загалом можна вважати репрезентативними. Хоча й є поодинокі випадки невеликого перевищення зазначених меж величин  $E_x$  та  $Ec_v$ , а саме, на двох лівобережних постах – р. Золота Липа– с. Бережани та р. Жванчик – Кугаївці.

Середні річні витрати води річок правобережжя, так й лівобережжя Дністра в переважній більшості мають невелику мінливість рядів, тобто  $C_v < 0,50$ , а за цією умовою для побудови аналітичної кривої розподілу випадкових величин використовується метод моментів [10, 11, 17].

Використовуючи програму StokStat [21], отримано розподіли середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення. Для можливості порівняння в цілому для всіх гідрологічних постів інтенсивності змін середніх річних витрат води від однієї ймовірності до іншої, зроблено нормоване перетворення середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення у вигляді модульних коефіцієнтів  $K_i$ , які іноді називають перехідними коефіцієнтами від норми до інших ймовірностей перевищення. (табл. 8 та 9).

Для порівняння змін ординат середніх річних витрат води від однієї ймовірності до іншої або перехідних коефіцієнтів від норми до заданих ймовірностей перевищення 0,01, 0,1, 1,0, 3,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 97, 99 %% було побудовано суміщені графіки аналітичних функцій розподілу середніх річних витрат води для правобережної та лівобережної частин басейну Дністра (рис. 2 та 3), використовуючи дані табл. 8 та 9.

Як видно з побудованих графіків, як для правобережної, так й лівобережної частин басейну Дністра найменший розкид ординат середніх річних витрат води річок спостерігається для ймовірності перевищення 50% і ординати зосереджені біля 1. Найбільші розкид ординат середніх річних витрат води звісно приходиться на крайні точки, тобто на ймовірність 99 %, що пов'язана з проблемою маловоддя та на ймовірність 0,01%, що пов'язана з багатоводдям на річках.

Аналіз діапазонів мінливості ординат кривих розподілу середньорічних витрат води від норми, показав, що інтенсивність їх зміни в область рідкісних ймовірностей на лівобережжі більш значна, ніж на правобережжі басейну Дністра. Щодо маловодних 95, 97, 99 %% забезпеченостей, то для обох досліджуваних частин діапазони їх мінливості співпадають (табл. 10, 11 та рис.4)



Таблиця 8. Ординати кривої розподілу середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення на правобережних притоках р. Дністер

Річка – пост	Норми середнього річного стоку води, $\bar{Q}$ м <sup>3</sup> /с	Ймовірність перевищення (забезпеченість), %												
		0,01	0,1	1,0	3,0	5,0	10	25	50	75	90	95	97	99
Дністер-Стрілки	5,02	1,94	1,78	1,60	1,49	1,43	1,34	1,19	1,01	0,82	0,65	0,55	0,48	0,35
Дністер-Самбір	10,93	2,80	2,44	2,04	1,82	1,71	1,54	1,26	0,98	0,71	0,49	0,36	0,29	0,15
Стр'яж-Хирів	3,62	2,35	2,05	1,73	1,56	1,47	1,35	1,16	0,97	0,81	0,69	0,63	0,59	0,52
Стр'яж-Луки	9,62	3,23	2,71	2,16	1,88	1,74	1,54	1,23	0,95	0,71	0,53	0,45	0,40	0,31
Верещиця-Комарно	4,94	4,28	3,44	2,57	2,14	1,94	1,64	1,24	0,89	0,65	0,50	0,44	0,41	0,37
Бистриця-Озимица	2,55	3,21	2,71	2,16	1,88	1,74	1,54	1,23	0,95	0,71	0,54	0,45	0,39	0,20
Тисмениця-Дрогобич	3,41	2,72	2,38	2,00	1,79	1,69	1,52	1,25	0,98	0,72	0,50	0,38	0,30	0,16
Стрий-Матків	2,80	2,28	2,01	1,72	1,56	1,48	1,36	1,17	0,98	0,81	0,67	0,60	0,55	0,46
Стрий-Завадівка	15,37	1,90	1,73	1,53	1,42	1,36	1,28	1,13	0,99	0,86	0,74	0,67	0,63	0,56
Стрий-Ясениця	20,24	1,99	1,78	1,53	1,41	1,35	1,25	1,11	0,98	0,86	0,78	0,73	0,70	0,65
Стрий-В.Синьовидне	41,87	2,22	1,96	1,68	1,53	1,46	1,34	1,16	0,98	0,82	0,68	0,61	0,56	0,48
Завадка-Рихів	2,28	2,01	1,79	1,55	1,42	1,36	1,27	1,12	0,98	0,86	0,76	0,71	0,68	0,62
Опір-Сколе	12,84	2,19	1,99	1,71	1,60	1,52	1,41	1,21	1,00	0,79	0,59	0,48	0,40	0,25
Славська-Славське	1,80	2,03	1,85	1,65	1,52	1,46	1,36	1,19	1,00	0,81	0,64	0,54	0,47	0,34
Головчанка - Тухля	3,00	2,76	2,32	1,87	1,64	1,53	1,38	1,15	0,95	0,79	0,69	0,62	0,62	0,58
Орава – Святослав	3,60	2,43	2,12	1,78	1,60	1,51	1,37	1,17	0,97	0,80	0,67	0,60	0,55	0,48
Свіча – Мислівка	5,35	3,05	2,53	1,98	1,71	1,59	1,40	1,15	0,93	0,78	0,69	0,65	0,63	0,60
Свіча – Зарічне	24,97	3,77	3,03	2,28	1,92	1,74	1,51	1,17	0,91	0,72	0,62	0,58	0,56	0,54
Лужанка - Гошів	2,36	3,23	2,69	2,12	1,84	1,70	1,50	1,20	0,94	0,73	0,58	0,52	0,48	0,42
Сукіль – Тисів	3,08	1,95	1,79	1,59	1,48	1,41	1,32	1,17	1,00	0,83	0,68	0,59	0,54	0,43
Свіж - Букачівці	2,63	2,80	2,35	1,90	1,66	1,55	1,39	1,16	0,95	0,79	0,68	0,63	0,60	0,56
Лімниця - Осмолода	6,76	1,81	1,67	1,51	1,41	1,36	1,28	1,15	1,00	0,85	0,72	0,64	0,58	0,48
Лімниця - Перевозець	21,96	2,52	2,22	1,88	1,69	1,59	1,45	1,22	0,98	0,76	0,58	0,48	0,41	0,30
Чечва – Спас	4,91	2,71	2,34	1,93	1,72	1,61	1,45	1,21	0,97	0,76	0,59	0,50	0,45	0,36
Луква - Боднарів	2,29	2,65	2,31	1,94	1,73	1,63	1,48	1,23	0,97	0,74	0,56	0,45	0,39	0,27
Бистриця -Надвірнянська -Пасічна	10,56	1,79	1,66	1,51	1,42	1,37	1,29	1,16	1,00	0,85	0,70	0,61	0,55	0,44
Ворона – Тисьмениця	4,70	3,30	2,78	2,22	1,93	1,79	1,58	1,25	0,95	0,69	0,49	0,39	0,33	0,23
Бистриця-Солотвинська – Гута	3,13	2,55	2,20	1,82	1,63	1,53	1,39	1,17	0,97	0,79	0,66	0,59	0,55	0,48

Таблиця 9. Ординати кривої розподілу середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення на лівобережних притоках р. Дністер

Річка – пост	Норми середнього річного стоку води, $\bar{Q}$ м <sup>3</sup> /с	Ймовірність перевищення (забезпеченість), %												
		0,01	0,1	1,0	3,0	5,0	10	25	50	75	90	95	97	99
Золота Липа – Бережани	4,52	2,57	2,22	1,85	1,66	1,56	1,41	1,19	0,97	0,78	0,63	0,55	0,50	0,42
Золота Липа – Задарів	8,35	2,59	2,26	1,89	1,70	1,60	1,45	1,21	0,97	0,76	0,59	0,49	0,43	0,32
Коропець – Підгайці	1,04	3,00	2,54	2,06	1,80	1,68	1,50	1,22	0,96	0,73	0,56	0,49	0,43	0,35
Коропець – Коропець	2,59	2,66	2,31	1,91	1,71	1,61	1,45	1,21	0,97	0,76	0,59	0,50	0,44	0,34
Стрипа – Каплиці	1,65	3,46	2,93	2,32	2,01	1,86	1,63	1,28	0,95	0,66	0,45	0,33	0,26	0,14
Стрипа – Бучач	6,87	2,67	2,31	1,92	1,71	1,61	1,45	1,21	0,97	0,76	0,59	0,50	0,44	0,34
Серет – В. Березовиця	5,21	2,01	1,84	1,64	1,52	1,45	1,36	1,19	1,00	0,82	0,64	0,54	0,47	0,34
Серет – Чортків	12,98	2,34	2,06	1,74	1,57	1,48	1,36	1,16	0,97	0,81	0,67	0,60	0,56	0,49
Нічлава – Стрілківці	1,87	3,84	3,13	2,40	2,04	1,86	1,60	1,24	0,92	0,67	0,51	0,43	0,39	0,33
Збруч – Волочиськ	3,07	2,63	2,29	1,92	1,72	1,62	1,46	1,22	0,98	0,75	0,57	0,47	0,41	0,29
Жванчик – Ластівці	1,96	2,31	2,09	1,84	1,69	1,61	1,48	1,26	1,01	0,75	0,51	0,36	0,26	0,07
Смотрич – Кулин	2,91	2,85	2,45	2,00	1,77	1,65	1,48	1,22	0,96	0,74	0,57	0,48	0,43	0,33
Смотрич – Цибулівка	5,23	2,80	2,43	2,01	1,78	1,67	1,50	1,24	0,97	0,73	0,54	0,43	0,37	0,24
Мукша – М. Слобідка	0,90	2,99	2,58	2,11	1,87	1,74	1,55	1,26	0,97	0,70	0,49	0,37	0,30	0,16
Студениця – Голозубинці	1,03	2,37	2,07	1,75	1,57	1,49	1,36	1,16	0,97	0,81	0,68	0,61	0,57	0,50
Ушиця – Зіньків	2,22	5,07	3,90	2,73	2,20	1,95	1,60	1,16	0,84	0,68	0,61	0,59	0,58	0,58
Ушиця – Тимків	4,08	2,06	1,84	1,59	1,46	1,39	1,29	1,14	0,98	0,84	0,73	0,67	0,63	0,57
Калюс – Нова Ушиця	0,80	2,05	1,83	1,59	1,46	1,39	1,29	1,14	0,98	0,84	0,73	0,67	0,63	0,57
Лядова – Жеребилівка	1,65	2,56	2,24	1,87	1,68	1,58	1,44	1,20	0,97	0,77	0,60	0,51	0,45	0,34
Мурафа – Кудіївці	0,20	5,51	4,27	3,02	2,41	2,14	1,75	1,23	0,83	0,60	0,48	0,43	0,41	0,40
Марківка – Підлісівка	1,32	2,41	2,06	1,71	1,52	1,43	1,31	1,12	0,96	0,83	0,74	0,70	0,68	0,65

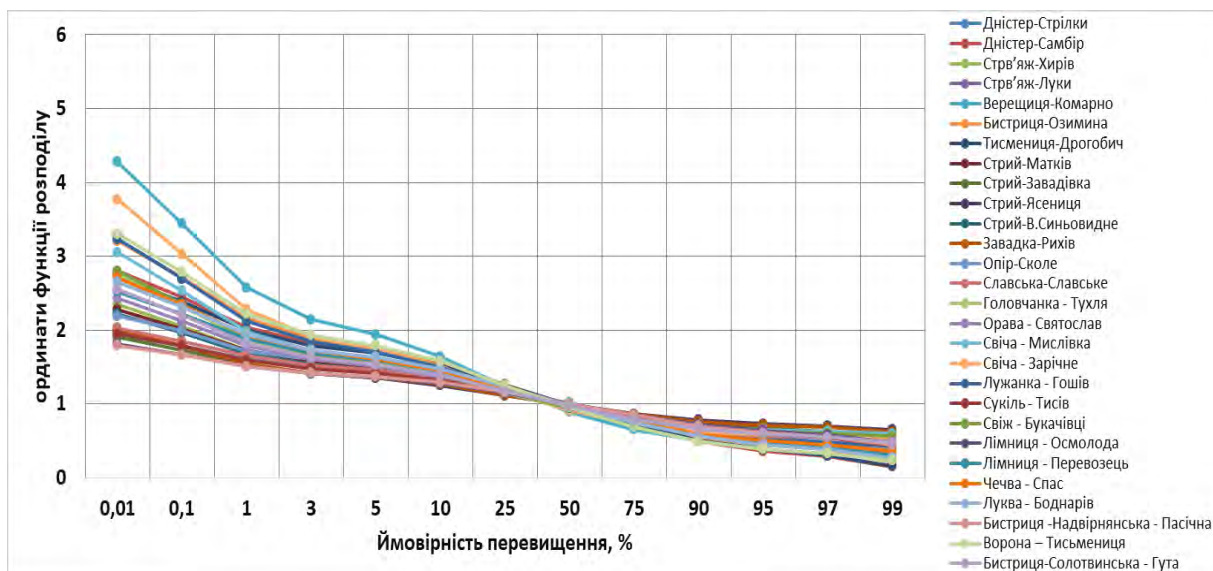


Рис. 2. Ординати функції розподілу середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення для річок правобережної частини Дністра

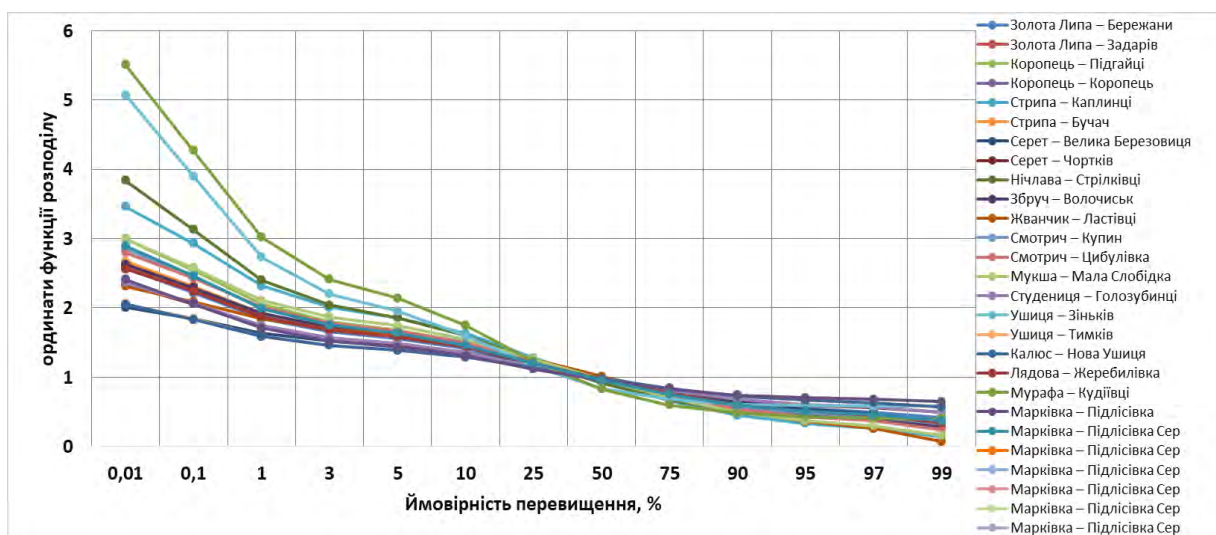


Рис. 3. Ординати функції розподілу середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення для річок лівобережної частини Дністра

Таблиця 10. Діапазони мінливості та осереднені ординати кривих розподілу середніх річних витрат води ймовірностей перевищення 0,01, 0,1, 1,0, 3,0, 5,0, 10, 25 та 50%% для річок правобережної та лівобережної частин Дністра

Річки	Ординати кривих розподілу	Ймовірність перевищення (забезпеченість), %							
		0,01	0,1	1,0	3,0	5,0	10	25	50
правобережної частини Дністра	діапазони мінливості	1,79-4,28	1,66-3,44	1,51-2,57	1,41-2,14	1,35-1,94	1,25-1,64	1,11-1,26	0,89-1,01
	осереднені	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0
лівобережної частини Дністра	діапазони мінливості	2,01-5,51	1,83-4,27	1,59-3,02	1,46-2,41	1,39-2,14	1,29-1,75	1,12-1,29	0,83-1,01
	осереднені	2,89	2,46	1,99	1,75	1,64	1,46	1,20	0,96

Таблиця 11. Діапазони мінливості та осереднені ординати кривої розподілу середніх річних витрат води ймовірностей перевищення 50, 75, 90, 95, 97 та 99 %% для річок правобережної та лівобережної частин Дністра

Річки	Ординати кривих розподілу	Ймовірність перевищення (забезпеченість), %					
		50	75	90	95	97	99
правобережної частини Дністра	діапазони мінливості	0,89-	0,65-	0,49-	0,36-	0,29-	0,15-
		1,01	0,86	0,78	0,73	0,70	0,65
	осереднені	1,0	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4
лівобережної частини Дністра	діапазони мінливості	0,83-	0,60-	0,45-	0,33-	0,26-	0,07-
		1,01	0,84	0,74	0,70	0,68	0,65
	осереднені	0,96	0,75	0,59	0,51	0,46	0,37

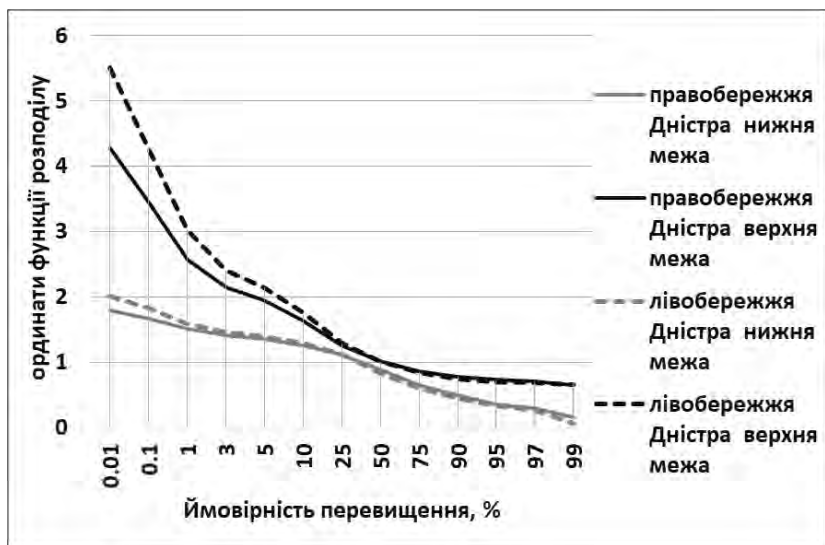


Рис. 4. Узагальнені діапазони мінливості ординат кривих розподілу середніх річних витрат води заданих ймовірностей перевищення для річок правобережної та лівобережної частин Дністра

**Висновки.** Аналізуючи правобережжя та лівобережжя території басейну р. Дністер до м. Залішки встановлено, що за фізико-географічними умовами, густотою річкової мережі, водним режимом і водністю річок досліджувані частини є досить різними. Систематизація розрахункових характеристик середнього річного водного стоку різної ймовірності перевищення річок правобережної та лівобережної частин басейну Дністра, їх узагальнення та порівняння показало, що найменший розкид визначених аналітичних ординат середніх річних витрат води річок спостерігається для ймовірності перевищення 50% і перехідні коефіцієнти від норми близькі до 1. Найбільший розмах варіювання ординат спостерігається на крайніх ймовірностях перевищення розподілів, тобто 0,01% та 99%. Аналіз діапазонів мінливості перехідних коефіцієнтів від норми середньорічних витрат води, показав, що інтенсивність їх зміни в область рідкісних ймовірностей (0,01, 0,1, 1%%) на лівобережжі більш значна, ніж на правобережжі басейну Дністра. Щодо маловодних забезпеченостей (95, 97, 99%%), то їх діапазони мінливості співпадають для обох досліджуваних частин басейну р. Дністер.

#### Список літератури

1. Беженару Г. А., Гребень В. В. Оценка стока для расчета водохозяйственного баланса в бассейне Днестра. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 3 (54). С. 24-26.
2. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ: Віпол, 2000. 376 с.
3. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-центр, 2003. 324 с.
4. Гончар О.М. Загальний аналіз гідрологічного режиму річок у басейні Дністра. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. Вип. 553-554: Географія. 2011. С. 83-87.
5. 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. **6. Гребінь В. В.** Сучасний водний режим річок України (ландшафтногідрологічний аналіз). К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с. **7. Гребінь В. В., Лук'янець О. І.** Середній річний стік води річок басейну Дністра та його багаторічна мінливість. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя». ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2019. С. 46-48. URL: [http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Zbirnik\\_materialiv\\_konf\\_Richki-ta-limani-Pivnichno-Zahidnogo-Prichornomor'ya-na-pochatku-XXI-st.pdf](http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Zbirnik_materialiv_konf_Richki-ta-limani-Pivnichno-Zahidnogo-Prichornomor'ya-na-pochatku-XXI-st.pdf). **8. Кожем'якін Д. В., Чорноморець Ю. О.** Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. Т. 1(41). С.24-36. **9. Лук'янець О. І.** Досвід оцінювання водності карпатських річок на наступні періоди. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2000. №1. С.206-209. **10.** Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» / Упорядник О. І. Лук'янець. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 60 с. **11.** Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Річковий стік та гідрологічні розрахунки» / Упорядник С. С. Дубняк. К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. 37 с. **12. Ободовський О. Г., Лук'янець О. І., Коноваленко О. С., Корнієнко В. О.** Середній річний водний стік річок Українських Карпат та особливості його територіального розподілу. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т. 4(43). С. 25-32. **13. Ободовський О. Г., Лук'янець О. І., Гребінь В. В., Почаєвець О. О.** Середній річний стік води в межах районів річкових басейнів України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 3 (54). С. 65-66. **14. Мудра К. В.** Основні характеристики водного режиму річок басейну Дністра в умовах змін клімату: автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07 / Мудра Катерина Володимирівна ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2019. 21 с. **15. Ободовський О., Лук'янець О., Москаленко С., & Корнієнко В.** Узагальнення середнього річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія», 2019. № 51, С. 158-170. URL: <http://dx.doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11> **16. Приймаченко Н. В.** Становлення і розвиток гідрологічних досліджень у басейні р. Дністер. Гідрологія, Гідрохімія, Гідроекологія. 2005. Том 7. С.182-189 **17. Рождественский А. В., Чеботаев А. И.** Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1974. С.21-256. **18. Сакали Л. И., Дмитренко Л. В., Киптенко Е. Н., Люттик П. М.** Тепловой и водный режим Украинских Карпат. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 366 с. **19. Соседко М. Н.** Проявление цикличности в годовом и сезонном стоке р. Днестр. Тр. УкрНИГМИ. 1974. Вып. 129. С. 42-51. **20. Сусідко М. М., Лук'янець О. І.** Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань. Наукові праці УкрНДГМІ. 1998. Вип. 246, Київ. С.46-55. **21. STOKSTAT 1.2.** URL: <http://www.eeccawater.net/content/view/543/23/lang,russian/>

## References

**1. Bezhenaru G. A., Greben' V. V.** Ocenka stoka dlja rascheta vodohozjajstvennogo balansa v bassejne Dnestra [Estimation of water runoff to calculate the economic balance in the Dniester basin]. *Gidrologija, gidrohimija i gidroekologija*, 2019. № 3 (54). С. 24-26. **2. Vyshnevs'kyj V. I.** Richky i vodojmy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]. Kyiv: Vipol, 2000. 376 s. **3. Vyshnevs'kyj V. I., Kosovets' O. O.** Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrainy [Hydrological characteristics of rivers of Ukraine]. Kyiv: Nika-tsentr, 2003. 324 s. **4. Honchar O. M.** Zahal'nyj analiz hidrolohichnogo rezhymu richok u basejni Dnistra [General analysis of the hydrological regime of rivers in the Dniester basin]. *Naukovyj visnyk Chernivets'koho universytetu: zbirnyk naukovykh prats'*. Chernivtsi: Chernivets'kyj nats. un-t. Vyp. 553-554: Neohrafiia. 2011. S. 83-87. **5. Horbachova L. O.** Hidroloho-henetychnyj analiz prostорово-часovykh zakonirnostej vodnoho stoku richok Ukrainy: metodolohiia, tendentsii, prohnaz [Hydrological and genetic analysis of spatio-temporal patterns of water runoff of rivers of Ukraine: methodology, trends, forecast]: avtoref. dys. ... dokt. heohr. nauk: 11.00.07 / Liudmyla Oleksandrivna Horbachova. Kyiv, 2017. 40 s. **6. Hrebin' V. V.** Suchasnyj vodnyj rezhym richok Ukrainy (landshaftnohidrolohichnyj analiz) [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape hydrological analysis)]. K.: Nika-Tsentr, 2010. 316 s. **7. Hrebin' V. V., Luk'ianets' O. I.** Serednij richnyj stik vody richok basejnu Dnistra ta joho bahatorichna ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)**

minlyvist' [Average annual water runoff of the rivers of the Dniester basin and its long-term variability]. Materialy Vseukrains'koi naukovo-praktychnoi konferentsii «Richky ta lymany Prychornomor'ia na pochatku KhKhI storichchia». ODEKU. Odesa: TES, 2019. S. 46-48. URL: [http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Zbirnik\\_materialiv\\_konf\\_Richki-ta-limani-Pivnichno-Zahidnogo-Prichornomorya-na-pochatku-HHI-st.pdf](http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Zbirnik_materialiv_konf_Richki-ta-limani-Pivnichno-Zahidnogo-Prichornomorya-na-pochatku-HHI-st.pdf). **8. Kozhem'iakin D.V., Chornomorets' Yu.O.** Vodnyj balans basejnyv richok Dnistra do mista Zalischyky [Water balance of the Dniester river basins to the city of Zalishchyky]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2018. T. 1(41). S.24-36. **9. Luk'ianets' O.I.** Dosvid otsiniuvannia vodnosti karpats'kykh richok na nastupni periody [Experience in assessing the water content of Carpathian rivers for the following periods]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2000. №1. S.206-209. **10.** Metodychni vказivky do vykonannia praktychnykh robot z dystsypliny «Matematychni metody v hidrometeorolohii» [Methodical instructions for practical work in the discipline "Mathematical methods in hydrometeorology"] / Uporiadnyk O. I. Luk'ianets'. K.: VPTs «Kyivs'kyj universytet», 2010. 60 s. **11.** Metodychni vказivky do vykonannia praktychnykh robot z dystsypliny «Richkovyj stik ta hidrolohichni rozrakhunky» [Methodical instructions for practical work in the discipline "River runoff and hydrological calculations"] / Uporiadnyk S.S. Dubniak. K.: VPTs «Kyivs'kyj universytet», 2006. 37 s. **12. Obodovs'kyj O. H., Luk'ianets' O. I., Konovalenko O. S., Korniienko V.O.** Serednij richnyj vodnyj stik richok Ukrain's'kykh Karpat ta osoblyvosti joho terytorial'noho rozpodilu [Average annual water runoff of rivers of the Ukrainian Carpathians and features of its territorial distribution]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2016. T. 4(43). S. 25-32. **13. Obodovs'kyj O.H., Luk'ianets' O.I., Hrebin' V.V., Pochaievets' O.O.** Serednij richnyj stik vody v mezhakh rajoniv richkovykh basejnyv Ukrainy [Average annual water runoff within the areas of river basins of Ukraine]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2019. № 3 (54). S. 65-66. **14. Mudra K. V.** Osnovni kharakterystyky vodnoho rezhymu richok basejnu Dnistra v umovakh zmin klimatu [Main characteristics of the water regime of the rivers of the Dniester basin in the conditions of climate change]: avtoref. dys. ... kand. heohr. nauk : 11.00.07 / Mudra Kateryna Volodymyrivna ; Kyiv. nats. un-t im. Tarasa Shevchenka. Kyiv, 2019. 21 s. **15. Obodovs'kyj O., Luk'ianets' O., Moskalenko S., & Korniienko V.** Uzahal'nennia seredn'oho richnoho stoku vody richok vidpovidno do hidrohrafichnoho rajonuvannia Ukrainy [Generalization of the average annual runoff of rivers in accordance with the hydrographic zoning of Ukraine]. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina, Seriia «Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia», 2019. №51, S. 158-170. URL: <http://dx.doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11>. **16. Pryjmachenko N. V.** Stanovlennia i rozvytok hidrolohichnykh doslidzhen' u basejni r. Dniester [Formation and development of hydrological research in the Dniester river basin]. Hidrolohiia, Hidrokimiia, Hidroekolohiia. 2005. Tom 7. C.182-189. **17. Rozhdestvenskij A. V., Chebotaev A. I.** Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. S.21-256. **18. Sakali L.I., Dmitrenko L.V., Kiptenko E.N., Ljutik P.M.** Teplovoj i vodnyj rezhim Ukrain's'kykh Karpat [Thermal and water regime of the Ukrainian Carpathians]. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 366 s. **19. Sosedko M.N.** Projavlenie ciklichnosti v godovom i sezonnom stoke r.Dnestr [Manifestation of cyclicity in the annual and seasonal runoff of the Dniester River]. Tr.UkrNIGMI. 1974. Vyp.129. S. 42-51. **20. Susidko M.M., Luk'ianets' O.I.** Mozhyvosti otsiniuvannia richkovoho stoku v Karpatakh na najblyzhchi roky z urakhuvanniam joho bahatorichnykh kolyvan' [Possibilities of estimating river runoff in the Carpathians for the coming years, taking into account its long-term fluctuations] . Naukovi pratsi UkrNDHMI. 1998. Vyp. 246, Kyiv. S. 46-55. **21. STOKSTAT 1.2.** URL: <http://www.eccawater.net/content/view/543/23/lang,russian/>

**Розрахункові характеристики середнього річного стоку води правобережної та лівобережної частин басейну р. Дністер до м. Заліщики**

**Бойко А.І., Лободзінський О.В., Лук'янець О.І.**

*За фізико-географічними умовами, густиною річкової мережі, водним режимом і водністю річок правобережна та лівобережна частини басейну р. Дністер є досить різними. В роботі об'єктом дослідження виступає середньорічний стік води річок басейну р. Дністра, предметом – його розрахункові характеристики різної ймовірності перевищення. Метою дослідження – провести аналіз, систематизацію розрахункових характеристик середнього річного водного стоку річок правобережної та лівобережної частин басейну Дністра, їх узагальнення та порівняння.*

Вихідними даними слугували дані про середні річні витрати води річок з 50 гідрологічних постів спостережень в басейні р. Дністер (до м. Заліщики). Банк сформовано від початку спостережень до 2016 р. За критеріальними оцінками ряди спостережень, в переважній більшості, виявилися однорідними та репрезентативними.

Аналітичні криві розподілу розраховувалися за методом моментів, коефіцієнти варіації не перевищують 0,50. Узагальнення та порівняння розрахункових характеристик середнього річного водного стоку різної ймовірності перевищення річок правобережної та лівобережної частин басейну Дністра показало, що найменший розкид визначених аналітичних ординат спостерігається для ймовірності перевищення 50% і перехідні коефіцієнти від норми близькі до 1. Найбільший розмах варіювання ординат спостерігається на крайніх ймовірностях перевищення розподілів, тобто 0,01% та 99%. Аналіз діапазонів мінливості перехідних коефіцієнтів від норми середньорічних витрат води, показав, що інтенсивність їх зміни в область рідкісних ймовірностей на лівобережжі більш значна, ніж на правобережжі басейну Дністра. Щодо маловодних забезпеченостей, то їх діапазони мінливості співпадають для обох досліджуваних частин.

**Ключові слова:** річки басейну Дністра, лівобережжя та правобережжя, середній річний стік, розрахункові характеристики стоку, ймовірність перевищення, порівняння.

### **Расчетные характеристики среднего годового стока воды правобережной и левобережной частей бассейна р. Днестр до г. Залещики**

**Бойко А.И., Лободзинский А.В., Лукьянец О.И.**

По физико-географическим условиям, густоте речной сети, водному режиму и водности рек правобережная и левобережная части бассейна р. Днестр являются достаточно разными. В работе объектом исследования выступает среднегодовой сток воды рек бассейна Днестра, предметом - его расчетные характеристики различной вероятности превышения. Целью исследования - провести анализ, систематизацию расчетных характеристик среднего годового водного стока рек правобережной и левобережной частей бассейна Днестра, их обобщение и сравнение.

Исходными данными послужили данные о средних годовых расходах воды рек с 50 гидрологических постов наблюдений в бассейне р. Днестр (до г. Залещики). Банк сформирован от начала наблюдений до 2016 г. По критериальным оценкам рядов наблюдений, в подавляющем большинстве, они оказались однородными и репрезентативными.

Аналитические кривые распределения рассчитывались по методу моментов, т. к. коэффициенты вариации не превышают 0,50. Обобщение и сравнение расчетных характеристик среднего годового водного стока различной вероятности превышения рек правобережной и левобережной частей бассейна Днестра показало, что наименьший разброс определенных аналитических ординат наблюдается для вероятности превышения 50% и переходные коэффициенты от нормы близки к 1. Наибольшей размах варьирования ординат наблюдается на крайних вероятностях превышения распределений, то есть 0,01% и 99%. Анализ диапазонов изменчивости переходных коэффициентов от нормы среднегодовых расходов воды, показал, что интенсивность их изменения в область редких вероятностей на левобережье более значительна, чем на правобережье бассейна Днестра. По маловодных обеспеченностей, то их диапазоны изменчивости совпадают для обеих исследуемых частей.

**Ключевые слова:** реки бассейна Днестра, левобережье и правобережье, средний годовогой сток, расчетные характеристики стока, вероятность превышения, сравнение.

### **Calculated characteristics of the average annual runoff of the right-bank and left-bank parts of the river basin Dniester to the city of Zalizhchyky**

**Boiko A.I., Lobodzinskyi O.V., Lukianets O.I.**

The Dniester River is the second longest and most watery river in Ukraine, which is characterized by heterogeneity and diversity of conditions for the formation of water flow, both in terms of its length and numerous tributaries. The right-bank and left-bank parts of the Dniester River basin are quite different in terms of physical and geographical conditions, drainage network density, water regime and river water content. The object of the study is the average annual water flow of the rivers of the Dniester River basin, the subject is its calculated characteristics of different probabilities of exceeding. The purpose of the study is to analyze, systematize, generalize and compare the calculated characteristics of the average annual water flow of rivers of the right-bank and left-bank parts of the Dniester basin.

Input data is based on the average annual river water discharge from 50 stream flow measuring stations in the Dniester River basin (to Zalizhchyky). The data bank was formed from the beginning of observations until 2016. 89% of 28 right-bank stream flow measuring stations have a continuous series of more than 50 years, and 86% of 22 left-bank stream flow measuring stations have a continuous series of observations of more than 50 years. As for the catchment areas of rivers in the closing areas, the right bank

is dominated by small ones – 64% of 28 stations have an area of less than 500 km<sup>2</sup> and 25% – from 500 to 1,000 km<sup>2</sup>. 37% of 22 stations on the left bank have a catchment area of less than 500 km<sup>2</sup> and 41% – from 500 to 1,000 km<sup>2</sup>. According to statistical criteria, the series of observations of the average annual river water discharge in both parts were mainly homogeneous and representative.

Analytical distribution curves were calculated by the method of moments, as the coefficients of variation do not exceed 0.50. Generalization and comparison of the calculated characteristics of the average annual water flow of different probabilities of exceeding the rivers of the right-bank and left-bank parts of the Dniester basin have shown that the smallest scatter of certain analytical ordinates is observed for the probability of exceeding 50%, the transition coefficients from the norm are close to 1. The greatest spread of variation of ordinates is observed at extreme probabilities of excess of distributions, that is 0,01 % and 99 %. Analysis of the ranges of variability of transition coefficients from the norm of average annual water consumption has shown that the intensity of their change in the region of rare probabilities (0.01, 0.1, 1 %%) on the left bank is more significant than on the right bank of the Dniester basin. As for low-water supplies (95, 97, 99 %%), their ranges of variability coincide in both studied parts.

**Keywords:** rivers of the Dniester basin, left bank and right bank, average annual flow, calculated flow characteristics, probability of exceeding, comparison.

**Надійшла до редколегії 04.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.7>

УДК 556.535.3

**Чунар'юв О.А.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ПОРІВНЯЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВНУТРІШНЬОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ СТОКУ ВОДИ РІЧОК РОСІ ТА УБОРТІ**

**Ключові слова:** річки Рось та Уборть; внутрішньорічний розподіл стоку, водність.

**Вступ.** Водний режим річок визначає ритміку надходження води з поверхні їх басейнів. Вивчення внутрішньорічних особливостей водного режиму річок істотно полегшує раціональне та ефективне їх використання, господарську діяльність, безпеку і умови життя населення.

Оптимізація водогосподарської діяльності та управління водними ресурсами потребує сучасної кількісної характеристики ресурсів поверхневих та підземних вод басейну, оцінки їх якості з урахуванням змін, що відбуваються [1].

Гідрологічні дослідження річок практично завжди потребують знань про розподіл стоку води всередині року. Регулювання річкового стоку є необхідною умовою раціонального використання річок і здійснюється водоймищами шляхом перерозподілу в часі обсягу природного стоку відповідно до вимог водокористувачів.

**Вихідні дані та їх аналіз.** Вихідними даними для вивчення внутрішньорічного розподілу стоку були дані середньорічних витрат води у замикальних створах річок Росі та Уборті, а саме: р. Рось – Корсунь-Шевченківський та р. Уборть – Перга за весь період гідрологічних спостережень. Для підтвердження (або спростування) змін водності досліджуваних річок було здійснено аналіз однорідності рядів деяких їх стокових характеристик за різними методами. Статистичні методи оцінки однорідності гідрологічних рядів застосовуються для величин, які є випадковими і внутрішньорядно незалежними. Статистичний аналіз однорідності рядів спостереження включає в себе формування нульової та альтернативної гіпотез, визначення рівня значимості, вибору критичної області, прийняття або відхилення нульової гіпотези [7].

Використовуючи статистичні критерії оцінено однорідність рядів



середньорічних витрат води за багаторічний період за даними діючих гідрологічних постів басейнів річок Росі та Уборті [4]. За параметричними критеріями Стьюдента та Фішера при 5% рівні значимості однорідними виявилися всі ряди середніх річних витрат води річки Уборті. А серед гідрологічних постів басейну Росі однорідними при 5% рівні значимості є лише середньорічні витрати води біля м. Корсунь-Шевченківський. Навіть розширивши довірчі межі при 1% рівні значимості, однорідними є лише ряд середніх річних витрат води по посту м. Корсунь-Шевченківський. За непараметричним критерієм Вількоксона при 5% рівні значимості ряди спостережень за середньорічним стоком води на річках Рось та Уборть є однорідними, що дає можливість в подальшому продовжувати дослідження.

**Аналіз попередніх досліджень та публікацій.** Оскільки метою даної роботи є порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку води річок Уборті та Росі, то необхідно з'ясувати, які дослідження були виконані в цьому напрямі та в зазначених басейнах раніше.

В ході пошуку було виявлено кілька робіт на вказану тему. Метою роботи [9] є оцінка зміни водного режиму в басейнах головних річок України на основі аналізу багаторічної динаміки середньорічного стоку води, а також прогнозне моделювання середньорічного стоку води за даними регіональних кліматичних моделей на основі сценаріїв зміни кліматичних умов в Україні до 2050 р. В результаті виконання роботи запропоновано комплексний підхід щодо оцінки сучасних та можливих майбутніх змін річкового стоку, який і дозволяє отримувати більш достовірні оцінки зміни водного режиму річок. Такі оцінки у подальшому можна буде використовувати як для поліпшення стратегічного планування та управління адаптацією до можливих змін водного стоку, так і для виконання інших оцінок [9].

У статті [3] виконано дослідження можливих майбутніх змін водного стоку річок України за даними чотирьох регіональних кліматичних моделей на основі базового (1991-2010 рр.) та прогнозного (2031-2050 рр.) періодів. Для дослідження було залучено 31 басейн, які добре характеризують умови формування водного стоку річок на всій території України. Очікувані зміни середньорічного стоку води річок України на середину ХХІ століття найвірогідніше будуть перебувати в межах природних коливань водності.

У роботі [6] зазначено, що особливості циркуляції атмосфери над певною територією – один із клімато- і погодоутворюючих чинників, які, в свою чергу, є факторами формування стоку води річок, що знаходяться в межах цієї території, та впливають на його режим і мінливість. Умови розвитку процесів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів, визначаються комплексом циркуляційних та термодинамічних характеристик атмосфери. Дія цих факторів значною мірою коригується особливостями географічного положення території та її рельєфом.

**Результати дослідження.** Для дослідження та порівняння внутрішньорічного стоку води річок Росі та Уборті було визначено річний та сезонний розподіл їх стоку для років різної водності за методом компонування сезонів [5, 8].

Так, за даними табл.1 для р. Рось бачимо, що у різні за водністю роки стік води річки розподіляється по-різному. У багатоводний рік основна частина стоку води припадає на весняний період (майже 55,3% річного стоку). Саме в цей час відбувається наповнення водосховищ для подальшого розподілу стоку води. В лімітуючий період (з червня по лютий) маємо 44,7% річного стоку, а у лімітуючий сезон (з червня по листопад) близько 28,6%. Через малу водність річки взимку та її перехід на підземне живлення, маємо малу частку стоку – лише 16,1 %. В середній за водністю рік складається зовсім інша ситуація. Так, найбільша частка стоку води припадає на лімітуючий період – 54%, навесні близько 46% стоку, а під час

лімітуючого сезону 30%. У зимовий час залишається малою частка стоку – 23%. Маловодний рік відрізняється тим, що основна частка стоку води, а саме 69,2%, припадає на лімітуючий період. Це можна пояснити тим фактом, що під час розподілу стоку, задля уникнення нестачі води, його розподіляють на період найбільшого попиту. Навесні формується 30% стоку, на лімітуючий сезон припадає 39%. Велику частку складає зимовий період – 29,8%. Обґрунтуванням такої ситуації може бути регулювання стоку водосховищами та раціональний розподіл стоку річки по сезонам.

**Таблиця 1. Внутрішньорічний розподіл стоку води р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський для років різної водності**

Сезон (місяці)	Багатоводний рік			Середній за водністю рік			Маловодний рік		
	$\Sigma Q$	%	P, %	$\Sigma Q$	%	P, %	$\Sigma Q$	%	P, %
Рік (3-2)	616	100	5	239	100	50	129,7	100	95
Весна (3-5)	340	55,3		110	46,0		39,9	30,8	
Лімітуючий період (6-2)	275	44,7		129	54,0		89,7	69,2	
Лімітуючий сезон (6-11)	176	28,6		73,4	30,7		51,1	39,4	
Зима (12-2)	99,3	16,1		55,9	23,3		38,6	29,8	

Внутрішньорічний розподіл стоку води Уборті показаний в табл. 2 і характеризується тим, що зі зменшенням водності року частка весняного водопілля знижується, тоді як частка лімітуючого періоду зростає. У багатоводний рік 43,5% припадає на весняний період, а 56,5% на лімітуючий. В зимовий період частка стоку становить 19%. В середній за водністю рік під час весняного водопілля маємо 27% стоку, а в лімітуючий період частка стоку зростає і складає 42,7%. Тому, на зимовий період припадає лише 17,3% стоку. Щодо маловодного року, то навесні маємо 39,5% річного стоку, в лімітуючий період частка стоку зросла до 60,5%, тоді на лімітуючий сезон (з червня по листопад) припадає близько 28% стоку. Зимом, коли річка переходить на підземне живлення, відбувається поповнення стоку, що складає близько 30% від загального річного стоку.

**Таблиця 2. Внутрішньорічний розподіл стоку води р. Уборть – с. Перга для років різної водності**

Сезон (місяці)	Багатоводний рік			Середній за водністю рік			Маловодний рік		
	$\Sigma Q$	%	P, %	$\Sigma Q$	%	P, %	$\Sigma Q$	%	P, %
Рік (3-2)	374	100	5	284	100	50	107	100	95
Весна (3-5)	163	43,5		76,7	27,0		42,2	39,5	
Лімітуючий період (6-2)	212	56,5		121	42,7		64,8	60,5	
Лімітуючий сезон (6-11)	140	37,5		72,2	25,4		29,8	27,8	
Зима (12-2)	71,3	19,0		49,2	17,3		35,0	32,7	

Більш детальним розподіл стоку води річок Росі та Уборті впродовж окремих за водністю років можна побачити з табл. 3-10.

Розподіл стоку води по місяцях у % від сезонного стоку р. Рось, згідно таблиці 4, показує, що у багатоводний та середній за водністю рік основна частина стоку води формується в березні під час весняного водопілля і дорівнює 86 та 53% від сезону відповідно.

Таблиця 3. Розподіл стоку води р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський по місяцях, м³/с

Група водності	Місяці												За сезон	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		
Багатоводна	293	28,5	18,6	52,6	31	20	26	25	21,5	176	37,3	33,1	28,9	99,3
Середня	58,6	41,1	10,3	20	7,76	5,57	16	15,2	8,91	73,4	31,4	14,3	10,2	55,9
Маловодна	15,5	15,4	9,08	17,5	10,2	7,8	6,62	5,26	3,69	51,1	15,6	14,9	8,14	38,6

Таблиця 4. Розподіл стоку води по місяцях у % від сезонного стоку р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський

Група водності	Місяці												За сезон	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		
Багатоводна	86,2	8,38	5,47	29,9	17,6	11,4	14,8	14,2	12,2	100,00	37,6	33,3	29,1	100,00
Середня	53,3	37,4	9,36	27,2	10,6	7,58	21,8	20,7	12,1	100,00	56,2	25,6	18,3	100,00
Маловодна	38,8	38,5	22,7	34,3	20,0	15,3	13,0	10,3	7,23	100,00	40,4	38,6	21,1	100,00

Таблиця 5. Розрахунковий розподіл стоку води за місяцями р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський, м³/с

Група водності	Місяці											
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводна	144	14,0	9,13	55,7	32,8	21,2	27,5	26,5	22,8	77,9	69,2	60,4
Середня	60,5	42,5	10,6	26,0	10,1	7,25	20,8	19,8	11,6	31,5	14,3	10,2
Маловодна	7,08	7,04	4,15	7,34	4,28	3,27	2,78	2,21	1,55	13,5	12,9	7,03

Таблиця 6. Розрахунковий розподіл стоку води по місяцях у відсотках від річного стоку р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський за методом компонування сезонів

Група водності	Місяці											
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводна	31,5	3,07	2,00	12,2	7,20	4,65	6,04	5,81	4,99	17,1	15,2	13,2
Середня	24,5	17,2	4,31	10,5	4,09	2,94	8,43	8,01	4,70	12,8	5,81	4,14
Маловодна	6,75	6,70	3,95	6,99	4,07	3,12	2,64	2,10	1,47	12,8	12,3	6,70

Таблиця 7. Розподіл стоку води р. Уборть – с. Перга по місяцях, м³/с

Група водності	Місяці												За сезон	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		
Багатоводна	96,4	42,8	23,5	22,5	22,3	22,1	26,3	24,9	22,3	27,2	22,2	21,9	140	71,3
Середня	41,0	21,6	14,1	20,1	18,6	10,2	10,2	8,52	4,56	21,8	14,3	13,1	72,2	49,2
Маловодна	18,8	14,4	9,04	42,2	5,51	4,07	3,78	3,77	3,37	15,1	12,6	7,33	29,8	35,0

Таблиця 8. Розподіл стоку води по місяцях у % від сезонного стоку р. Уборть – с. Перга

Група водності	Місяці												За сезон	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		
Багатоводна	59,3	26,3	14,4	100,00	16,0	15,7	18,7	17,7	15,9	38,2	31,1	30,7	100,00	100,00
Середня	53,5	28,2	18,4	100,00	27,9	14,1	14,1	11,8	6,32	44,3	29,1	26,6	100,00	100,00
Маловодна	44,5	34,1	21,4	100,00	31,1	13,7	12,7	12,7	11,3	43,1	36,0	20,9	100,00	100,00

Таблиця 9. Розрахунковий розподіл стоку води за місяцями річки Уборть – с. Перга, м³/с

Група водності	Місяці											
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводна	98,9	43,9	24,1	29,9	29,6	29,4	34,9	33,1	29,6	79,2	64,6	63,7
Середня	60,7	32,0	20,9	26,6	24,6	13,5	13,5	11,28	6,04	24,8	16,3	14,9
Маловодна	8,13	6,23	3,91	6,67	3,96	2,93	2,72	2,71	2,42	14,4	12,0	6,99

Таблиця 10. Розрахунковий розподіл стоку води по місяцях у відсотках від річного стоку річки Уборть – с. Перга за методом компонування сезонів

Група водності	Місяці											
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводна	21,7	9,63	5,29	6,55	6,50	6,44	7,66	7,25	6,50	17,4	14,2	14,0
Середня	24,6	13,0	8,46	10,8	9,97	5,47	5,47	4,57	2,44	10,1	6,60	6,04
Маловодна	7,74	5,93	3,72	6,35	3,78	2,79	2,59	2,58	2,31	13,7	11,4	6,65

В червні маємо майже 30% літнього сезонного стоку за рахунок дощів, адже це найвологіший місяць року. В зимові місяці, такі, як грудень-січень припадає по 35% в багатоводну фазу та 56 і 26% від сезону відповідно в середні за водністю роки. Такий розподіл характеризується сніговим живленням річки в зимовий період. Інша частка стоку розподіляється впродовж року. Втім маловодні роки вирізняються певними особливостями розподілу стоку. Так, майже по 40% від весняного сезонного стоку формується в березні та квітні через початок весняного водопілля. Далі, 35% літнього сезонного стоку формується за рахунок дощових паводків в червні та по 40% від стоку зимового сезону припадає на грудень і січень.

Якщо говорити про розподіл стоку води впродовж року (табл. 6), а не по сезонам, то в багатоводні роки маємо основну частку стоку в березні – 30%, а в зимові місяці 17, 15 та 13% відповідно. У червні маємо 12% річного стоку. Решта річкового стоку розподіляється по місяцях більш-менш рівномірно і залежать від розподілу опадів. В середні за водністю роки основна частина річкового стоку Росі розподіляється наступним чином: 24,5% в березні, 17% в квітні, 10,5% у червні та 12,8% у грудні. Щодо маловодного року, то його особливістю є формування основного стоку в грудні (12,8%) та січні (12%). В березні, квітні та червні формується майже по 7% річного стоку, а в інші місяці від 2 до 4 % від річного об'єму стоку Росі.

Розглядаючи внутрішньорічний розподіл стоку води Уборті, можна побачити певну схожість з басейном річки Рось. Згідно табл. 7, як у багатоводний, так і в середній за водністю роки формування весняного стоку припадає на березень і квітень. У багатоводний рік маємо 59, 26 та 15% (у березні, квітні і травні відповідно) від сезонного стоку навесні, в межах 16-19 % у червні-листопаді та 38, 31 і 30% взимку. Щодо середнього за водністю року – у березні 53% весняного стоку, у квітні 28, а в травні 18%. В червні та липні по 25-27%, а з серпня по жовтень 11-14% сезонного стоку. Лише в листопаді маємо найменший відсоток від лімітуючого сезону – 6,32. Взимку найбільше стоку припадає на грудень-місяць і дорівнює 40%, а в січні та лютому по 29 і 26% відповідно. У маловодний рік навесні розподіл стоку є таким: 44,5, 34 і 21% відповідно по місяцям, 31% від сезонного стоку в червні і по іншим місяцям лімітуючого сезону приблизно по 12%. Взимку 43% в грудні, 36% в січні та 20% в лютому.

У таблиці 10 показано річний розподіл стоку води річки Уборть у відсотках. Розрахунки показали, що у багатоводні роки 20% формування стоку відбувається у березні, 17% у грудні і по 14% у січні-лютому. Решта стоку розподілена впродовж року майже рівномірно. Середній за водністю рік має наступний розподіл стоку: березень – 24,5%, квітень – 13%, у червні та грудні по 10%, а в інші місяці від 2 до 10%. Основна частка формування стоку маловодного періоду припадає на зимові місяці: у грудні – 13,7%, у січні – 11,4%. Інші місяці мають від 2 до 7% річного розподілу стоку.

**Висновки.** Рось та Уборть є типовими рівнинними річками на території України. Вони відносяться до басейну р. Дніпро, але є річками різних порядків. Так, річка Уборть повністю знаходиться в межах басейну Прип'яті і має 2-ий порядок, а річка Рось впадає в Кременчуцьке водосховище і є притокою 1-го порядку р. Дніпро [2].

Для річок Росі та Уборті характерні літньо-осіння та зимова межень, яка порушується окремими підйомами рівнів води під час дощів або танення снігу. Формування основної частини стоку річок відбувається за рахунок весняного водопілля.

Було здійснено аналіз однорідності рядів деяких параметрів стоку річок за різними критеріями - за непараметричними Ст'юдента і Фішера та параметричним

– Вількоксона. Отримані результати підтвердилися однорідністю рядів спостереження і були використані для подальших досліджень.

Цікавими виявилися результати зміни внутрішньорічного розподілу стоку води річок Уборті і Росі в роки різної водності. Є тут і загальні тенденції, наприклад, зменшення частки весняного водопілля від об'єму стоку води за рік в цілому, із зменшенням водності року (хоча для Росі ці зміни є більш суттєвими через акумуляцію частини весняного стоку у водосховищах). Спільним для обох річок є зростання частки стоку зимової межени в обсязі річного стоку. Значні відмінності спостерігаються у зміні частки літньо-осінньої межени із зменшенням водності року. Якщо в басейні Росі це зростання досягає 51% (при переході від багатоводного року до маловодного), то в басейні Уборті – лише 7%. Знов таки, саме регулювання стоку та необхідність підтримання мінімальних екологічних витрат води в нижніх б'єфах водосховищ, сприяє штучному підтриманню більших мінімальних витрат води в басейні Росі.

### Список літератури

1. Бабій П. О., Вишневецький В. І., Шевчук С. А. Річка Рось та її використання. К.: Інтерпрес ЛТД, 2016. 128 с. 2. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ніка-Центр. 2003. 324 с. 3. Горбачова Л. О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. Український географічний журнал, 2015. № 3. С. 16–23. 4. Горошков І.Ф. Гідрологические расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 433 с. 5. Дубняк С.С. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Річковий стік та гідрологічні розрахунки» для студентів географічного факультету. К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. 37 с. 6. Клімат України / В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко. К.: ВИД-ВО Раєвського, 2003. 343 с. 7. Рождественский А. В., Чеботаев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 424 с. 8. Ромась М.І., Шевчук І.О., Чунар'ов О.В., Ромась І.М. Методика визначення витрат води різної забезпеченості. Фізична географія та геоморфологія. 2003. Вип. 44. С. 221-227. 9. Звіт про науково-дослідну роботу УкрГМІ «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату». URL: <http://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>.

### References

1. Babij P. O., Vyshnevs'kyj V. I., Shevchuk S. A. Rychka Ros' ta ii vykorystannia [Ros River and its use]. K.: Interpress LTD, 2016. 128 s. 2. Vyshnevs'kyj V.I., Kosovets' O.O. Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrainy [Hydrological characteristics of rivers of Ukraine]. K.: Nika-Tsentr, 2003. 324 s. 3. Horbachova L. O. Suchasnyj vnutrishn'orichnyj rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy [Modern intra-annual distribution of water runoff of rivers of Ukraine] Ukrain's'kyj heohrafichnyj zhurnal, 2015. №3. S. 16–23. 4. Goroshkov I.F. Gidrologicheskie raschety. [Hydrological calculations] L.: Gidrometeoizdat, 1979. 433 s. 5. Dubniak S.S. Metodychni vkazivky do vykonannya praktychnykh robit z dystsypliny «Richkovyj stik ta hidrolohichni rozrakhunky» dlia studentiv heohrafichnoho fakul'tetu [Methodical instructions for practical work in the discipline "River runoff and hydrological calculations" for students of the Faculty of Geography]. K.: VPZ «Kyyivs'kyu universytet», 2006. 37 s. 6. Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine] / Lipins'kyj, V.A. Diachuk, V.M. Babichenko. K. 343 p. 7. Rozhdestvenskij A. V., Chebotaev A. I. Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. s. 424. 8. Romas' M.I., Shevchuk I.O., Chunar'ov O.V., Romas' I.M. Metodyka vyznachennia vytrat vody riznoi zabezpechenosti [Methods for determining water consumption of different security Fyzychna heohrafiia ta heomorfolohiia, 2003. Vyp. 44. S. 221-227. 9. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu UkrHMI «Provedennia prostorovoho analizu zmin vodnoho rezhymu basejnykh poverkhnevyykh vodnykh ob'ektiv na terytorii Ukrainy vnaslidok zminy klimatu» ["Carrying out spatial analysis of changes in the water regime of basins of surface water bodies on the territory of Ukraine due to climate change"] URL: <http://uhmi.org.ua/project/rvndr/avr.pdf>.

### **Порівняльне оцінювання внутрішньорічного розподілу стоку води річок Росі та Уборті Чунар'єв О. А.**

*В статті проведено дослідження внутрішньорічного розподілу стоку води річок Росі та Уборті, а також виконано його порівняльне оцінювання. Досліджувані річкові басейни відносяться до водних об'єктів зарегульованого (р. Рось) та природного (р. Уборть) стоку води. Для річок Росі та Уборті характерні літньо-осіння та зимова межень, яка порушується окремими підйомами рівнів води під час дощів або танення снігу. Формування основної частини стоку річок відбувається за рахунок весняного водопілля.*

*Вихідними даними для вивчення внутрішньорічного розподілу стоку були дані середньомісячних витрат води у замикальних створах річок Росі та Уборті, а саме: р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський та р. Уборть – с.Перга за весь період гідрологічних спостережень. Вихідну інформаційну базу дослідження перевірено на однорідність. Зроблено висновок, що розглянуті ряди спостережень за середньорічними витратами води є однорідними.*

*Розраховано внутрішньорічний розподіл стоку води річок для років різної водності та окремих фаз водного режиму для басейнів обох досліджуваних річок за методом компонування сезонів. Проведено порівняльну характеристику отриманих результатів та виявлено спільні тенденції та суттєві відмінності у внутрішньорічному розподілі стоку води річок Уборті і Росі.*

**Ключові слова:** річки Рось та Уборть; річковий басейн, внутрішньорічний розподіл стоку, водність.

### **Сравнительная оценка внутригодового распределения стока воды рек Роси и Уборти Чунар'єв А. А.**

*В статье проведено исследование внутригодового распределения стока воды рек Роси и Уборти, а также выполнено его сравнительную оценку. Исследуемые речные бассейны относятся к водным объектам зарегулированного (р. Рось) и природного (р. Уборть) стока воды. Для рек Роси и Уборти характерно летне-осенняя и зимняя межень, которая нарушается отдельными подъемами уровней воды во время дождей или таяния снега. Формирование основной части стока воды рек происходит за счет весеннего половодья.*

*Исходными данными для изучения внутригодового распределения стока были даны среднемесячных расходов воды в замыкающих створах рек Роси и Уборти, а именно: р. Рось – г. Корсунь-Шевченковский и р. Уборть – с. Перга за весь период гидрологических наблюдений. Исходную информационную базу исследования проверено на однородность. Сделан вывод, что рассмотренные ряды наблюдений за среднегодовыми расходами воды являются однородными.*

*Рассчитано внутригодовое распределение стока воды рек для лет различной водности и отдельных фаз водного режима для бассейнов обеих исследуемых рек методом компоновки сезонов. Проведена сравнительная характеристика полученных результатов и выявлены общие тенденции и существенные различия в внутригодовое распределение стока воды рек Уборти и Роси.*

**Ключевые слова:** реки Рось и Уборть; речной бассейн, внутригодовое распределение стока, водность.

### **Comparative assessment of the intra-annual water runoff distribution of the rivers the Ros and Ubert**

**Chunarov O. A.**

*The article examines the intra-annual distribution of water runoff of the Ros and Ubert rivers, as well as its comparative assessment. The rivers Ros and Ubert were chosen for further research, because according to geographical conditions, river basins belong to natural and regulated water bodies. The rivers Ros and Ubert are characterized by summer-autumn and winter lows, which are disturbed by separate rises in water levels during rains or melting snow. The formation of the main part of river runoff is due to spring flooding.*

*The initial data for studying the intra-annual distribution of runoff were the data of average annual water flow in the confluence of the rivers Ros and Ubert, namely: the river Ros - Korsun-Shevchenkivsky and the river Ubert - Perga for the entire period of hydrological observations. The initial data are the average annual water consumption of the closing sections of the Ros and Ubert rivers for the entire observation period. To confirm (or refute) the changes in the water content of the studied rivers, the homogeneity of some of their runoff characteristics was analyzed by different methods. Statistical methods for estimating the homogeneity of hydrological series are used for quantities that are random and internally independent. The homogeneity of the series of average annual water consumption over a multi-year period is estimated according to the current hydrological posts of the basins of the rivers Ros and Ubert.*

*The analysis of previous publications on the intra-annual distribution of river water runoff for the territory of the studied river basins, the influence of climatic factors on the change of river runoff, as well as summarizes the results of these studies.*

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)

*The intra-annual distribution of river water runoff for years of different water content and separate phases for the basins of both studied rivers is calculated by the season composition method. The comparative characteristics of the obtained results are carried out and the common hydrological characteristics and significant differences in the studied river basins are revealed.*

**Keywords:** the Ros and Ubort rivers; river basin, internal distribution of the trunk, water content.

**Надійшла до редколегії 10.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.8>

УДК 556.5 + 528.8

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

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК В БАСЕЙНАХ ПРУТУ ТА СІРЕТУ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

**Ключові слова:** басейн річки Прут; басейн річки Сірет; мінімальний стік води; мінімальні модулі стоку; просторовий розподіл.

**Вступ.** Мінімальний стік на території досліджуваних басейнів недостатньо досліджений. Причиною цьому є паводковий режим річок та відсутність моніторингових даних по підземному стоку. Довгі роки характер проходження мінімального стоку карпатських річок вважався не настільки вартим уваги, як максимального стоку. Проте в умовах сучасних змін клімату та антропогенного навантаження на навколишнє середовище вивчати мінімальний стік вкрай необхідно, адже він може в першу чергу реагувати на настання посухи в басейні.

**Аналіз попередніх досліджень.** Мінімальний стік води України як об'єкт дослідження привернув до себе увагу ще у 20-30-х роках 20 ст. Аналітичний огляд досліджень мінімального стоку води було виконано в роботах Гребня В.В, Жовнір В.В. [6] та Почаєвець О.О. [17]. Перші узагальнення про мінімальний стік води були зроблені Кочеріним Д.І. [7], який створив першу карту мінімального стоку річок Європейської території колишнього СРСР. Попов Л.Н. у 60-х роках 20 ст. створив карти ізоліній мінімального середньомісячного стоку води по території колишнього СРСР в зимовий та літньо-осінній період.

Владіміров А.М. створив принципи виділення межених періодів та районування території колишнього СРСР за живленням річок у межених періоди [1]. Соловей Т.В досліджувала 30-денний мінімальний стік і його вплив на якість води річок басейну Пруту [19]. Вивченням мінімального стоку в контексті внутрішньорічного розподілу займається Горбачова Л.О. [3, 4]. Дослідженнями мінімального стоку річок Карпатського регіону присвячені роботи Ободовського О.Г. [2, 10-15], Лук'янець О.І. [8, 12], Почаєвець О.О. [10, 11, 14-16], Лисенко [9].

Велика кількість публікацій закордоном присвячена дослідженню мінімального стоку на гірських річках, де умови формування стоку подібні до тих, що існують в Карпатах. В роботах американських вчених [22-32] при дослідженні мінімального стоку рекомендується використовувати мінімальні витрати води за період 7-ми днів, як такий, що мінімально піддається впливу випадіння опадів. За цією рекомендацією виконано дослідження мінімального стоку води річок басейну Тиси [14-16].

**Мета роботи** – представити просторовий розподіл мінімального стоку води літньо-осіннього та зимового періодів на річках басейнів Пруту та Сірету (в межах України).

**Вихідні дані та методика дослідження.** Територія досліджуваних басейнів

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2020. № 3 (58)**



має нерівномірний розподіл фізико-географічних характеристик зі значними відмінностями у рельєфі, характері зволоження та водному режимі. За характером поверхні вона поділяється на три частини: гірську, передгірну та рівнинну. Близько 40% займають площі з висотами від 400 до 600 м і лише близько 10 % – території висотою більше 1000 м. Гори та передгір'я знаходяться у зоні надмірного зволоження, рівнинна частина розташована у зоні достатнього зволоження. На річках спостерігається весняне водопілля, однак їм характерний паводковий режим із частими та значними паводками у літньо-осінній та зимовий сезони. Проте існують і міжпаводкові періоди низького стоку.

В класичній гідрології для дослідження мінімального стоку води використовують періоди у 30 днів, однак для досліджуваної території через фізико-географічні особливості цей період можна використовувати лише в окремі роки. Для річок з паводковим режимом можна застосувати період у 10 днів, але 7-денні періоди низького стоку виявились більш показовими (табл. 1, 2).

**Таблиця 1. Порівняння середніх мінімальних витрат води зимового міжпаводкового періоду низького стоку різних розрахункових періодів багатоводних, середніх за водністю та маловодних років**

Річка – населений пункт	Рік	Середня мінімальна витрата зимового періоду		
		30-денна	10-денна	7-денна
р. Прут – смт Ворохта	2014 (95-% забезпеченості)	0,29	0,27	0,27
р. Прут – смт Ворохта	2006 (50-% забезпеченості)	0,34	0,30	0,29
р. Прут – смт Ворохта	2001 (5-% забезпеченості)	1,15	0,63	0,58
р. Прут – м. Чернівці	2012 (95-% забезпеченості)	8,20	6,90	6,49
р. Прут – м. Чернівці	1984 (50-% забезпеченості)	13,7	9,70	9,30
р. Прут – м. Чернівці	2008 (5-% забезпеченості)	40,5	32,9	30,3
р. Прут – м. Яремче	2012 (95-% забезпеченості)	1,82	1,60	1,60
р. Прут – м. Яремче	1992 (50-% забезпеченості)	2,98	2,82	2,62
р. Прут – м. Яремче	1984 (5-% забезпеченості)	2,19	1,79	1,68
р. Сірет – м. Сторожинець	2012 (95-% забезпеченості)	0,64	0,53	0,53
р. Сірет – м. Сторожинець	1983 (50-% забезпеченості)	1,34	1,16	1,02
р. Сірет – м. Сторожинець	1996 (5-% забезпеченості)	6,27	2,73	2,54

**Таблиця 2. Порівняння середніх мінімальних витрат води літньо-осінньої межени різних розрахункових періодів багатоводних, середніх за водністю та маловодних років**

Річка – населений пункт	Рік	Середня мінімальна витрата літньо-осіннього періоду		
		30-денна	10-денна	7-денна
р. Прут – смт Ворохта	2014 (95-% забезпеченості)	0,39	0,38	0,38
р. Прут – смт Ворохта	2006 (50-% забезпеченості)	0,73	0,66	0,64
р. Прут – смт Ворохта	2001 (5-% забезпеченості)	2,00	1,33	1,26
р. Прут – м. Чернівці	2012 (95-% забезпеченості)	12,8	12,2	12,1
р. Прут – м. Чернівці	1984 (50-% забезпеченості)	26,2	16,7	15,6
р. Прут – м. Чернівці	2008 (5-% забезпеченості)	48,5	45,9	45,7
р. Прут – м. Яремче	2012 (95-% забезпеченості)	2,88	2,36	2,34
р. Прут – м. Яремче	1992 (50-% забезпеченості)	4,68	2,87	2,67
р. Прут – м. Яремче	1984 (5-% забезпеченості)	3,45	1,95	1,58
р. Сірет – м. Сторожинець	2012 (95-% забезпеченості)	0,77	0,65	0,62
р. Сірет – м. Сторожинець	1983 (50-% забезпеченості)	2,05	1,31	1,24
р. Сірет – м. Сторожинець	1996 (5-% забезпеченості)	5,75	2,86	2,48

Закордоном 7 денний період для дослідження мінімального стоку води таких регіонів стали вже класикою і наше порівняння це підтверджує.

Оскільки у літньо-осінній та зимовий періоди формується стік різної генетики, вони досліджувалися окремо. Для дослідження мінімального стоку було використано вихідні дані у вигляді щоденних середньодобових витрат води, отримані у Центральній геофізичній обсерваторії ім. Бориса Срезневського. Були використані дані гідрологічних щорічників від початку спостережень за витратами води на гідрологічних постах до 2018 року.

Оцінка просторового розподілу мінімального стоку води виконана на основі побудови картосхем розподілу модулів 7-денного мінімального стоку води, дані для яких взято з басейнів Прута і Сірету та сусіднього річкового басейну Тиси (табл. 3).

**Таблиця 3. Список гідрологічних постів, дані спостережень з яких використані для аналізу просторового розподілу модулів 7-денного мінімального стоку води**

№	Річка - Гідрологічний пост	№	Річка - Гідрологічний пост
1	Тиса - Виллок	17	Ріка - Міжгір'я
2	Біла Тиса - Луги	18	Боржава - Довге
3	Косівська - Косівська Поляна	19	Латориця - Свалява
4	Тересва -Усть-Чорна	20	Латориця - Мукачеве
5	Ріка - Верхній Бистрий	21	Удава - Удавське
6	Бодрог - Стреда над Бодрогом	22	Прут - Ворохта
7	Бистра - Вісеул	23	Прут - Татарів
8	Красна - Агердомайор Ясіня	24	Прут - Яремче
9	Шамос - Сату Маре	25	Прут - Чернівці
10	Уж - Жорнава	26	Кам'янка - Дора
11	Уж - Зарічеве	27	Чорнява - Любківці
12	Уж - Ужгород	28	Черемош - Устеріки
13	Тур'я - Сімер	29	Білий Черемош - Яблуниця
14	Чорна Тиса -	30	Чорний Черемош - Верховина
15	Латориця - Підполоззя	31	Ільця - Ільці
16	Сірет - Сторожинець	32	Путила - Путила

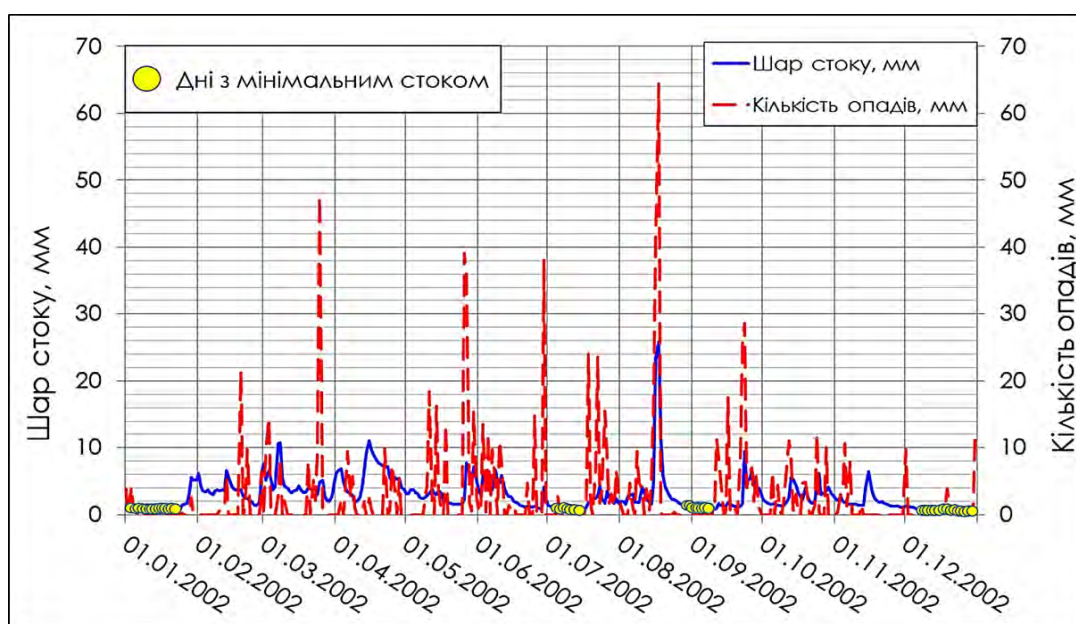
В межах досліджуваної території знаходиться 14 діючих гідрологічних постів, з яких на 12-ти вимірюються витрати води – їхні дані були використані для розрахунків (табл. 4). Мережа метеорологічних спостережень представлена п'ятьма наземними метеорологічними станціями: Пожежевська, Яремче, Коломия, Чернівці та Селятин.

Дані гідрологічних постів представлені у достатній кількості (більше 30 років), а ряди за відносними середніми квадратичними похибками розрахунку норм мінімальних витрат води є репрезентативними ( $\sigma_0 < 15\%$ ), що дозволяє проводити оцінку його просторового розподілу. Вихідною інформацією для цього була мінімальні витрати води, розраховані як середнє арифметичне із середньодобових витрат за 7 днів з найнижчим стоком за міжпаводкові періоди низького стоку – окремо за літньо-осінній та зимовий.

На основі аналізу гідрографів стоку за багатоводні, середні за водністю та маловодні роки та ходу атмосферних опадів було обрано 7-денний період найменшого стоку, так як це максимальна кількість днів, у які прослідковується стійкий мінімальний стік води без паводків та без впливу атмосферних опадів. Багатоводний рік є найбільш показовим, у який виокремити періоди мінімального стоку більш, ніж 7 днів, часто неможливо (рис. 1).

**Таблиця 4. Мережа витратних гідрологічних постів, тривалість рядів спостережень та оцінка їх репрезентативності на території басейнів Пруту і Сірету в межах України**

№	Річка –гідрологічний пост	Оцінка репрезентативності рядів зимового періоду ( $\sigma_0$ ), %	Оцінка репрезентативності рядів літньо-осіннього періоду ( $\sigma_0$ ), %	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Тривалість рядів спостережень
1	Сірет – Сторожинець	8,09	6,52	672	1953–2018 (65)
2	Прут – Ворохта	6,67	6,06	48,3	1977–2018 (41)
3	Прут – Татарів	4,92	5,42	366	1959–2018 (59)
4	Прут – Яремче	4,66	5,04	597	1950–2018 (68)
5	Прут – Чернівці	5,87	5,12	6890	1945–2018 (73)
6	Кам'янка – Дора	14,3	7,43	18,1	1956–2018 (62)
7	Чорнява – Любківці	11,2	12,5	333	1984–2018 (34)
8	Черемош – Устеріки	4,68	4,91	1500	1957–2018 (61)
9	Білий Черемош – Яблуниця	5,24	5,76	552	1958–2018 (60)
10	Чорний Черемош – Верховина	6,25	6,41	657	1962–2018 (56)
11	Ільця – Ільці	6,36	5,95	86,1	1959–2018 (59)
12	Путила – Путила	10,0	8,86	181	1963–2018 (55)



**Рис. 1. Гідрограф стоку та хід кількості опадів за 2002 рік 5-% забезпеченості. Гідрологічний пост р. Прут – м. Яремче, метеостанція Яремче**

На річках басейнів Пруту та Сірету протягом року спостерігається паводковий режим. Під час зимових відлиг тане основна частина снігу, тому максимальні витрати припадають не на весняне водопілля, а на періоди інтенсивних зливових дощів на початку літа. За рахунок зменшення кількості атмосферних опадів найменший стік води спостерігається наприкінці літа, восени та взимку [18]. Виокремити місяці з найменшим стоком дуже важко, тому було обрано два періоди низького стоку: літньо-осінній – з серпня по листопад, зимовий – з грудня по лютий

(від початку льодових явищ на річках).

**Виклад результатів дослідження.** З використанням програми StokStat [21] вибірки були перевірені на однорідність за допомогою трьох критеріїв – Фішера, Стьюдента та Вількоксона. Серед них лише останній є непараметричним, тому він може надати найбільш точний результат. Однак параметричні критерії є також важливими показниками, бо дають змогу оцінити відмінності між нормами та дисперсіями рядів. Вибірки було перевірено на однорідність із встановленням 5-% та 1-% рівня значимості. Аналіз однорідності вибірок не у всіх випадках дав задовільний результат. Однорідні вибірки більше притаманні гідрологічним постам, розташованим на рівнинній частині, що спричинено меншим впливом місцевих факторів. Більш однорідними є вибірки літньо-осіннього періоду низького стоку (табл. 5, 6).

**Таблиця 5. Частка однорідних рядів 7-денного мінімального стоку води за різними критеріями однорідності зі встановленням 5-% рівня значимості**

Період низького стоку води	Критерій однорідності	Частка однорідних рядів, %
Літньо-осінній	Фішера	67
	Стьюдента	92
	Вількоксона	75
Зимовий	Фішера	42
	Стьюдента	75
	Вількоксона	42

**Таблиця 6. Частка однорідних рядів 7-денного мінімального стоку води за різними критеріями однорідності зі встановленням 1-% рівня значимості**

Період низького стоку	Критерій однорідності	Частка однорідних рядів, %
Літньо-осінній	Фішера	75
	Стьюдента	100
	Вількоксона	83
Зимовий	Фішера	92
	Стьюдента	83
	Вількоксона	67

Відсоток однорідності рядів 7-денного мінімального стоку води вищий за критерієм Стьюдента, який оцінює рівність норм рядів даних. В даному дослідженні цей критерій є найбільш цікавим, так як на картосхеми наносяться норми стоку.

Дослідження однорідності гідрологічних вибірок для мінімального стоку по території України [5] показали, що їх однорідність є невисокою, зокрема, для басейнів Пруту і Сірету. Головною причиною таких порушень є зміна клімату, так як результати проведеної оцінки [5] однорідності майже однакові і для районів зі значним антропогенним навантаженням, і для районів із референційними умовами.

Територія досліджуваних басейнів має густу річкову сітку, однак незначну мережу спостережень: всього у цих басейнах розташовано 12 гідрологічних витратних постів – 11 у басейні Прута і 1 – у басейні Сірета – з них лише три знаходяться на рівнинній території, тобто їх розподіл по території нерівномірний. Для встановлення значень мінімального стоку в інших точках, не охоплених мережею спостережень, найкраще користуватися одним із методів розрахунку гідрологічних характеристик за відсутності гідрометричних спостережень.

Користуючись для таких цілей картами ізоліній, необхідно застосовувати новітні карти мінімального стоку води з урахуванням даних останніх років. Такі карти можна побудувати, використовуючи інструменти ГІС [20].

Для картографування необхідно використовувати дані, не прив'язані до площ

– шар або модуль стоку. В даній роботі картосхеми побудовані на основі модулів стоку води (рис 2, 3).

1:1 000 000



Рис. 2. Просторовий розподіл модулів 7-денного мінімального стоку води літньо-осіннього періоду річок басейнів Пруту та Сірету

1:1 000 000

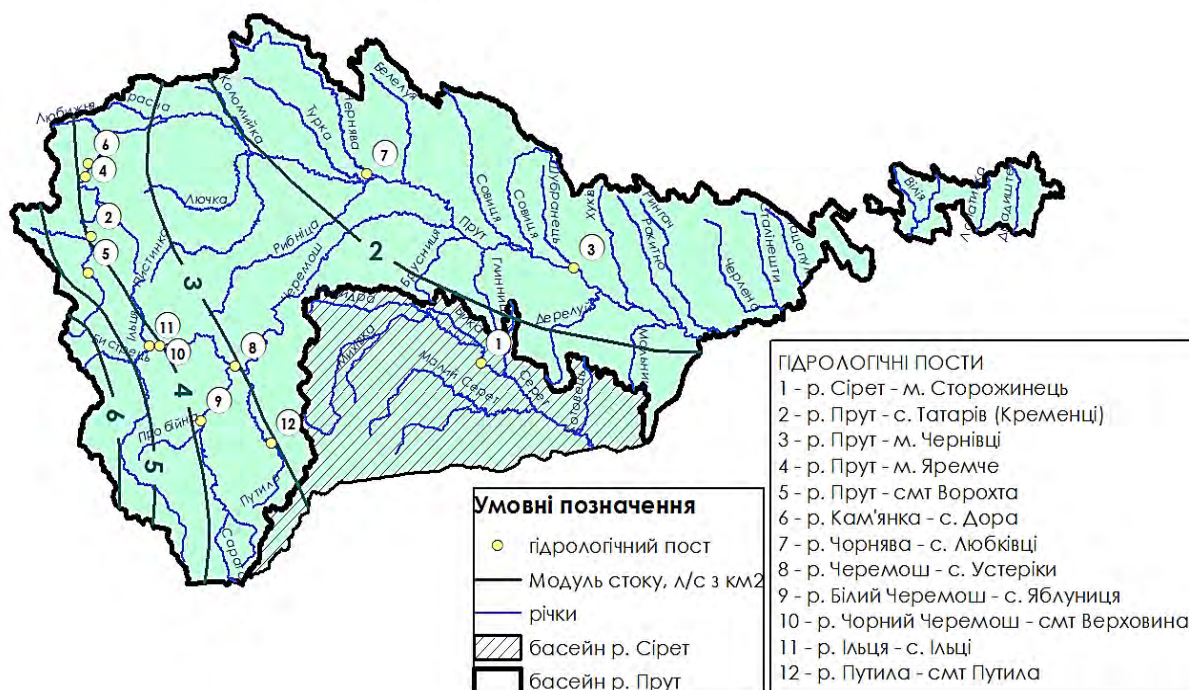


Рис. 3. Просторовий розподіл модулів 7-денного мінімального стоку води зимового періоду річок басейнів Пруту та Сірету

Для перевірки відповідності між фактичними модулями мінімального стоку та знятими з картосхем значеннями було побудовано кореляційні залежності, які показали тісний зв'язок. Коефіцієнт апроксимації дуже високий:  $R^2 = 0,9731$  та  $0,968$  (рис. 4). Крім цього, лінії зв'язку проходить по лінії рівних значень (кут близько  $45^\circ$ ), що свідчить, що побудовані картосхеми просторового розподілу модулів 7-денного мінімального стоку води літньо-осіннього та зимового періодів річок басейнів Пруту та Сірету є достовірними.

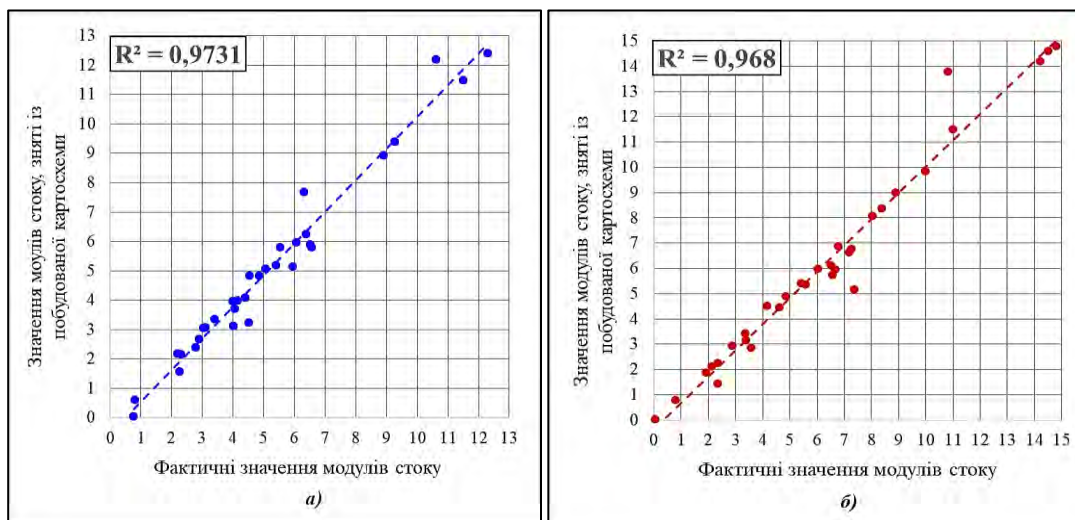


Рис. 4. Кореляційна залежність між фактичними та знятими з картосхем значеннями 7-денних мінімальних модулів стоку води в басейнах Пруту та Сірету: а) зимового періоду; б) літньо-осіннього періоду

Для оцінки того, як мінімальний стік залежить від висоти місцевості, побудовано кореляційні залежності між абсолютними відмітками гідрологічних постів та фактичними мінімальними модулями стоку води (рис. 5). Коефіцієнти апроксимації є значимими:  $R^2 = 0,5618$  та  $0,6661$ , що говорить про вплив висоти місцевості на розподіл мінімального стоку води. В зимовий період на кожні 200 м висоти 7-денні мінімальні модулі стоку води в басейнах Пруту та Сірету збільшуються в середньому 1,4 рази, літньо-осінній період в 1,7 раз.

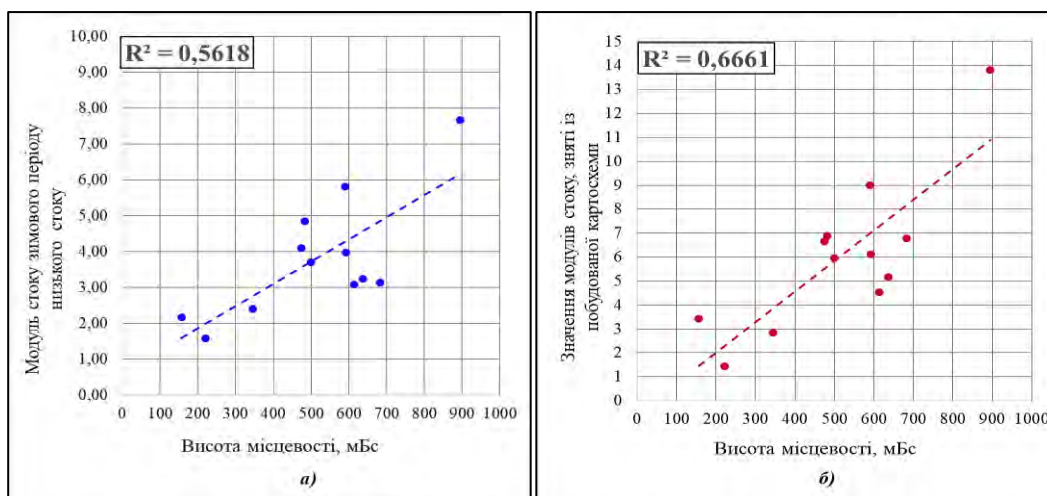


Рис. 5. Кореляційна залежність між висотою місцевості та модулями мінімального стоку води в басейнах Пруту та Сірету: а) зимового періоду; б) літньо-осіннього періоду

Представлені картосхеми є достовірними, детальними і сучасними, так як враховують дані спостережень останніх років. Їх можна використовувати для вирішення різних водогосподарських та науково-дослідних задач, які потребують знання значень багаторічного мінімального стоку літньо-осіннього та зимового періодів низького стоку в будь-якій точці охопленої картосхемами території.

**Висновки.** На основі даних щоденних витрат води від початку спостережень до 2018 р. були обраховані та сформовані ряди середніх 7-денних мінімальних витрат води. Оцінка гідрологічного режиму річок басейнів дала підставу виокремити два періоди низького стоку води: літньо-осінній (з серпня по листопад) та зимовий (з грудня по лютий), – а також визначити найбільш оптимальний період мінімального стоку – 7 днів. Найбільший відсоток однорідності рядів мінімального стоку – за критерієм Стьюдента, який оцінює рівність норм рядів даних, які і використовувалися для побудови картосхем. Ряди 7-денних норм витрат води мінімального літньо-осіннього та зимового низького стоку були переведені у модулі стоку для оцінки просторового розподілу по території у вигляді картосхем. Для їх побудови були використані дані не лише досліджуваних басейнів, а й суміжних з ними – з басейну р. Тиса.

Картосхеми демонструють зменшення модулів мінімального стоку по території у напрямку із заходу на північний схід з паралельним зменшенням щільності розподілу ізолій та висоти місцевості.

Отриманими картосхемами можна користуватися для зняття значень модулів стоку з будь-якої точки басейну. Вони можуть застосовуватися при вирішенні різних задач для задоволення науково-дослідних та водогосподарських потреб, таких як регулювання стоку, водопостачання, меліорація, оцінка посух.

#### Список літератури

1. *Владимиров А.М.* Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 296 с.
2. *Гідроекологічна оцінка та прогноз енергетичного потенціалу річок Українських Карпат.* Науковий звіт теми № 14БП050-01. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. № держреєстрації 0114U003482, 2015 р. с. 336.
3. *Горбачова Л. О.* Методичні підходи щодо оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2014. Т. 1(32). С. 22-31.
4. *Горбачова Л.О.* Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. Укр. геогр. журн., 2015. № 3. С. 16-23.
5. *Гребінь В.В., Ободовський О.Г., Жовнір В.В., Мудра К.В., Почаєвець О.О.* Оцінювання однорідності рядів стокових характеристик річок районів річкових басейнів та суббасейнів України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 1(52). С. 36-50.
6. *Жовнір В. В., Гребінь В. В.* Аналітичний огляд досліджень мінімального стоку води. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 1(48). С. 16-24.
7. *Кочерин Д.И.* Низкие и наименьшие расходы воды на территории Европейской части СССР. Труды Московского института инженеров транспорта, 1929. Вып. XI.
8. *Лук'янець О.І., Камінська Т.П.* Закономірності та просторова синхронність багаторічних циклічних коливань водного стоку річок Українських Карпат. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. Вип. 744–745: Географія. 2015. С. 18-24.
9. *Лысенко К. А.* Минимальный сток малых рек Карпат и его расчёты. Труды УкрНИГМИ. 1976. Вып. 149. С. 130-142.
10. *Ободовський О.Г., Данько К.Ю., Почаєвець О.О., Ободовський Ю.О.* Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу (на прикладі річок Українських Карпат). Вісник київського університету. Географія. 2016. №64. С. 5-11.
11. *Ободовський О.Г., Почаєвець О.О., Заварзін М.А.* Оцінка зв'язків мінімального та середнього стоку води річок Українських Карпат. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. № 1(40). С. 60-69.
12. *Ободовський О.Г., Лук'янець О.І.* Виявлення та прогнозна оцінка коливань водності річок Карпатського регіону. Матеріали Міжнар. наук. конф. «Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків (до 140-річчя започаткування географії у Чернівецькому національному університеті ім. Ю. Федьковича)». 11-13 жовтня 2016 р. Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2016. С. 170-171.
13. *Ободовський О., Лук'янець О.,* ISSN:2306-5680 *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)*

Почасвець О., Москаленко С. Багаторічна мінливість абсолютних річних мінімумів стоку води річок України. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 4(87), 2019. с. 89-95. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.13>. **14.** Ободовський О.Г., Сурай К.С., Почасвець О.О. Оцінка мінімального стоку води річок суббасейну Ужа (басейн річки Тиса). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 2(49). С. 6-15. **15.** Почасвець О.О., Ободовський О.Г. Оцінка впливу основних гідрографічних характеристик водозборів річок басейну Тиси (в межах України) на формування мінімального стоку води. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. № 4(51). С. 76-86. **16.** Почасвець О.О., Сурай К.С. Карти мінімального стоку води для басейну Тиси в межах України. Шевченківська весна : мат. міжн. наук.-практ. конф. 2019. С.43-47. **17.** Почасвець О. О. Дослідження мінімального стоку води гірських річок: ретроспектива, огляд і перспектива. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 4(55). С. 53-64. **18.** Ресурси поверхневих вод ССРСР, т.6 Україна и Молдавия, вып. 1. Западная Украина и Молдавия. **19.** 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. **20.** ArcGIS Online Mapping Without Limits 2018. UPL: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>. **21.** GeoDigital. Инженерная геодезия. StokStat 1.2 - Статистика для гидрологии UPL: [http://www.geodigital.ru/soft\\_hydr](http://www.geodigital.ru/soft_hydr). **22.** How much water does a river need? / Brian Richter, Jeffrey Baumgartner, Robert Wigington, David Braun. // Freshwater Biology. February 1997. p. 231-249. **23.** Indicators of Hydrologic Alteration (IHA) UPL: <https://www.coservationgateway.org/ConversationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofhydrologicAlteration/>. **24.** Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1. User's Manual. The Nature Conservancy, 2009. **25.** Opperman, J. Indicators of Hydrologic Alteration analysis for the Patuca River, 2006. **26.** Opperman, J. Preliminary IHA analysis for the Middle Fork Willamette River at Jasper OR, 2006. **27.** Reilly C., Kroll N. Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation. Water resources research, 2003. №30. С. 1–10. **28.** Richter B.D., Baumgartner J.V., Braun D.P. and Powell J. A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. Regulated Rivers: Research & Management, 14, 1998. 329-340. **29.** Richter B.D., Baumgartner J.V., Powell J., and Braun D.P. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. Conservation Biology, 10(4), 1996. 1163-1174. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Conservation Biology. **30.** Richter B.D., Baumgartner J.V., Wigington R. and Braun D.P. How much water does a river need? Freshwater Biology, 37, 1997. 231-249. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of Freshwater Biology. **31.** Water scarcity&drought indicators' fact sheets, 2013. P. 63. **32.** Tokarczyk T. Classification of Low Flow and Hydrological Drought for a River Basin. Acta Geophysica. 2013. №61. p. 404–421.

## References

**1.** Vladimirov A.M. Stok rek v malovodnyj period goda [River runoff during dry season]. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 296 s. **2.** Hidroekolohichna otsinka ta prohnoz enerhetychnoho potentsialu richok Ukrainskykh Karpat [Hydroecological assessment and forecast of energy potential of rivers of the Ukrainian Carpathians]. Naukovyi zvit temy № 14BP050-01. Kyivskiy natsionalnyi universytet imeni Tarasa Shevchenka. № derzhreiestratsii 0114U003482, 2015 r. s. 336. **3.** Horbachova L.O. Metodichni pidkhody shchodo otsinky statsionarnosti i odnorodnosti hidrololichnykh riadiv sposterezhen [Methodical approaches to the assessment of stationarity and homogeneity of hydrological series of observations]. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2014. №1(32). S. 22–31. **4.** Horbachova L.O. Suchasnyi vnutrishnorichnyi rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy [Modern intra-annual distribution of water runoff of rivers of Ukraine]. Ukr. heohr. zhurn., 2015. № 3. S. 16-23. **5.** Hrebin' V.V., Obodovs'kyj O.H., Zhovnir V.V., Mudra K.V., Pochaievets' O.O. Otsiniuvannia odnorodnosti riadiv stokovykh kharakterystyk richok raioniv richkovykh baseiniv ta subbaseiniv Ukrainy [Estimation of homogeneity of rivers' runoff characteristics series of river basins and sub-basins of Ukraine]. Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya, 2019. № 1(52). S. 36-50. **6.** Zhovnir V. V., Hrebin' V. V. Analitychnyj ohliad doslidzhen' minimal'noho stoku vody [Analytical review of studies of minimum water runoff]. Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya, 2018. № 1(48). S. 16-24. **7.** Kocherin D.I. Nizkie i

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2020. № 3 (58)**



naimen'shie rashody vody na territorii Evropejskoj chasti SSSR [Low and smallest water flows in the European part of the USSR]. Trudy Moskovskogo instituta inzhenerov transporta. 1929. Vyp. XI. **8.** *Luk'yanets' O.I., Kamins'ka T.P.* Zakonomirnosti ta prostorova synkhronnist' bahatorichnykh tsyklichnykh kolyvan' vodnoho stoku richok Ukrayins'kykh Karpat [Regularities and spatial synchronicity of long-term cyclic fluctuations of rivers' water runoff of the Ukrainian Carpathians]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu: zbirnyk naukovykh prats. Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t. Vyp. 744–745: Heohrafiia. 2015. S. 18-24. **9.** *Lysenko K. A.* Minimal'nyj stok malyh rek Karpat i ego raschjoty [The minimum flow of small rivers of the Carpathians and its calculations]. Trudy UkrNIGMI. 1976. Vyp. 149. S. 130-142. **10.** *Obodovs'kyi O.H., Dan'ko K.YU., Pochayevets' O.O., Obodovs'kyi YU.O.* Metodyka vstanovlennya hidroenerhetychnoho potentsialu (na prykladi richok Ukrayins'kykh Karpat.) [Methods for establishing hydropower potential (on the example of the rivers of the Ukrainian Carpathians)]. Visnyk kyyivs'koho universytetu. Heohrafiya, 2016. №64. S. 5-11. **11.** *Obodovs'kyi O.H., Pochayevets' O.O., Zavarzin M.A.* Otsinka zviazkiv minimal'nogo ta serednoho stoku vody richok Ukrainy Karpat [Assessment of the connections between the minimum and average water runoff of the rivers of the Ukrainian Carpathians]. Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya. 2016. № 1(40) S. 60–69. **12.** *Obodovs'kyi O.H., Luk'ianets' O.I.* Vyiavlennia ta prohnozna otsinka kolyvan' vodnosti richok Karpats'koho rehionu [Detection and forecast assessment of river water fluctuations in the Carpathian region]. Materialy Mizhnar. nauk. konf. «Vid heohrafii do heohrafichnoho ukrainoznavstva: evoliutsiia osvitho-naukovykh idei ta poshukiv (do 140-richchia zapochatkuvannia heohrafii u Chernivetskomu natsionalnomu universyteti im. Yu. Fedkovycha) ». 11-13 zhovtnia 2016 r. Chernivtsi: Cherniv. nats. un-t, 2016. S. 170-171. **13.** *Obodovs'kyi O., Luk'ianets' O., Pochayevets' O., Moskalenko S.* Bahatorichna minlyvist' absolutnykh richnykh minimumiv stoku vody richok Ukrainy [Long-term variability of absolute annual minimums of water runoff of rivers of Ukraine]. Visnyk Kyivs'koho natsional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia, 4(87), 2019, s. 89-95. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.13>. **14.** *Obodovs'kyi O.H., Suraj K.S., Pochayevets' O.O.* Otsinka minimal'nogo stoku vody richok subbasejnu Uzha (basejn richky Tysa) [Estimation of minimum river water flow of the rivers of the Uzh sub-basin (Tisza river basin)]. Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya, 2018. № 2(49). S. 6-15. **15.** *Pochayevets' O.O., Obodovs'kyi O.H.* Otsinka vplyvu osnovnykh hidrografichnykh kharakterystyk vodozboriv richok basejnu Tysy (v mezhakh Ukrainy) na formuvannia minimal'nogo stoku vody. [Estimation of the impact of the basic hydrographic characteristics of water catchments of the rivers of the Tisza basin (within Ukraine) on formation of the minimum water runoff]. Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya, 2018. № 4(51). S. 76-86. **16.** *Pochayevets' O.O., Suraj K.S.* Karty minimal'nogo stoku vody dlia basejnu Tysy v mezhakh Ukrainy. [Maps of minimum water runoff for the Tisza basin within Ukraine]. Shevchenkivska vesna: mat. mizhn. nauk.-prakt. konf. 2019. S.43-47. **17.** *Pochayevets' O.O.* Doslidzhennya minimal'nogo stoku vody girs'kykh richok: retrospektyva, oglyad i perspektyva [Research of the minimum water runoff of mountain rivers: retrospective, review and perspective]. Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya. 2019. № 4(55). S. 53-64. **18.** Resursy poverhnostnyh vod SSSR, t.6 Ukraina i Moldavija, vyp. 1. Zapadnaja Ukraina i Moldavija [Surface water resources of the USSR, vol. 6 Ukraine and Moldova, vol. 1. Western Ukraine and Moldova]. **19.** *Solovej T.V.* Kharakterystyka minimal'nogo stoku richok basejnu Pruta [Characteristics of the minimum river runoff of the Prut basin]. Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya: tezy dop. II Vseukr. nauk. konf. .K.: Nika-Tsentr. S. 76-77. **20.** ArcGIS Online Mapping Without Limits 2018. UPL: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>. **21.** GeoDigital. Инженерная геодезия. StokStat 1.2 - Статистика для гидрологии UPL: [http://www.geodigital.ru/soft\\_hydr](http://www.geodigital.ru/soft_hydr). **22.** How much water does a river need? / Brian Richter, Jeffrey Baumgartner, Robert Wigington, David Braun. // Freshwater Biology. February 1997. p. 231-249. **23.** Indicators of Hydrologic Alteration (IHA) UPL: <https://www.coservationgateway.org/ConversationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofhydrologicAlteration/>. **24.** Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1. User's Manual. The Nature Conservancy, 2009. **25.** *Opperman, J.* Indicators of Hydrologic Alteration analysis for the Patuca River, 2006. **26.** *Opperman, J.* Preliminary IHA analysis for the Middle Fork Willamette River at Jasper OR, 2006. **27.** *Reilly C., Kroll N.* Estimation of 7-day, 10-year low-streamflow statistics using baseflow correlation. Water resources research, 2003. №30. C. 1–10. **28.** *Richter B.D., Baumgartner J.V.,*

Braun D.P. and Powell J. A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *Regulated Rivers: Research & Management*, 14, 1998. 329-340. **29.** Richter B.D., Baumgartner J.V., Powell J., and Braun D.P. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology*, 10(4), 1996. 1163-1174. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of *Conservation Biology*. **30.** Richter B.D., Baumgartner J.V., Wigington R. and Braun D.P. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37, 1997. 231-249. Posted to nature.org with permission from Blackwell Science, publisher of *Freshwater Biology*. **31.** Water scarcity & drought indicators' fact sheets, 2013. P. 63. **32.** Tokarczyk T. Classification of Low Flow and Hydrological Drought for a River Basin. *Acta Geophysica*. 2013. №61. p. 404–421.

**Просторовий розподіл мінімального стоку води річок в басейнах Пруту та Сирету (в межах України)**

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

У статті наведено оцінку та просторовий розподіл мінімального стоку води в басейнах Пруту та Сирету. Для досліджуваної території через фізико-географічні умови та особливості водного режиму річок виділено та обґрунтовано оптимальний період для оцінки мінімального стоку – 7-денні періоди найменшого стоку води, які виявились більш показовими у порівнянні з 30-денними та 10-денними. Мінімальний стік води досліджувався окремо за літньо-осінній та зимовий періоди. Вихідними даними слугували щоденні середньодобові витрати води з гідрологічних постів басейнів Прута і Сирету та сусіднього річкового басейну Тиси від початку спостережень до 2018 р. Просторовий розподіл мінімального стоку води представлено картосхемами за літньо-осінній та зимовий періоди у вигляді 7-денних мінімальних модулів стоку води.

**Ключові слова:** басейн річки Прут; басейн річки Сирет; мінімальний стік води; мінімальні модулі стоку; просторовий розподіл.

**Пространственное распределение минимального стока воды рек в бассейнах Прута и Сирет (в пределах Украины)**

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

В статье приведена оценка и пространственное распределение минимального стока воды в бассейнах Прута и Сирета. Для исследуемой территории через физико-географические условия и особенности водного режима рек выделено и обосновано оптимальный период для оценки минимального стока - 7-дневные периоды наименьшего стока воды, которые оказались более показательными по сравнению с 30-дневными и 10-дневными. Минимальный сток воды исследовался отдельно для летне-осеннего и зимнего периодов. Исходными данными послужили ежедневные среднесуточные расходы воды по гидрологическим постам бассейнов Прута и Сирет и соседнего речного бассейна Тисы от начала наблюдений до 2018 г. Пространственное распределение минимального стока воды представлено картосхемами за летне-осенний и зимний периоды в виде 7-дневных минимальных модулей стока воды.

**Ключевые слова:** бассейн реки Прут; бассейн реки Серет; минимальный сток воды рек; минимальные модули стока; пространственное распределение.

**Spatial distribution of minimum river runoff in the Prut and Siret basins (within Ukraine)**

**Surai K.S., Obodovskyi O.G., Pochaevets O.O.**

This article gives an estimation of minimum river water flow of the Prut River and the Siret River basins. There are two special periods of low flow between floods. The first one runs from August to November (summer-autumn period) and the second one runs from December to February (winter period). These periods were separated because of different genetics of runoff formation.

It was found that 7 days is an optimal period with a stable minimum water flow. Physical and geographical features of the river basin, comparative flow and precipitation graph, scientific works of American scientists became the confirmation for giving preference to 7-days period.

All series of observations are homogeneous according to the calculations in the program StokStat. In general, all samples are homogeneous for at least one criterion with 1% level of significance and can be used for further research.

The samples of the average 7-day minimum water runoff from the beginning of observations until 2018 became the basis for the construction of maps of the distribution of the minimum water runoff across the study area. The result of this work represents two current maps of the distribution of runoff modules ( $l^*s / km^2$ ) of the summer-autumn and winter low water periods.

There was conducted the research of the connection between the actual values and the values taken from the maps. The connection between calculated and cartographed minimum modules of water flow

showed a close correlation, the approximation coefficients are  $R^2 = 0.9731$  and  $0.986$  for two maps. In this case, the connection line is at an angle close to  $45^\circ$ .

We can see a decrease of minimum water flow modules in the direction from west to northeast and a parallel decrease in the density of the distribution of isolines. The altitude has a similar distribution in this area, so there was evaluated a correlation between these two parameters. It is close, the approximation coefficients are  $R^2 = 0.5618$  and  $0.6661$  for winter and summer-autumn periods.

Consequently, the constructed maps are reliable and can be used in the future to determine the value of minimum flow modules from other parts of the basins for practical and scientific purposes. In particular, this concerns the estimation of the minimum runoff of the river basins, for solving various water management tasks: planning water supply and water intake works, designing and constructing hydrotechnical structures, performing reclamation works, drought assessment.

**Keywords:** the Prut River basin; the Siret River basin; minimum river water flow; minimum water flow; minimum modules of water flow; spatial distribution.

**Надійшла до редколегії 10.04.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.9>

УДК 556.114

**Хільчевський В.К.<sup>1</sup>, Забокрицька М.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup> Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

### ОСНОВНІ АСПЕКТИ МОРФОМЕТРІЇ ТА ГІДРОХІМІЇ ШАЦЬКИХ ОЗЕР

**Ключові слова:** озеро, морфометричні характеристики, Світязь, Шацькі озера, Волинське Полісся, Україна.

**Актуальність теми.** Шацькі озера, які розташовані в межиріччі Західного Бугу і Прип'яті, мають карстове походження і є унікальним природним комплексом Волинського Полісся України. У 70-х рр. ХХ ст. дослідження Шацьких озер були пов'язані з проведенням осушувальних меліорацій у цьому регіоні. Так, в 1975 р. вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка вперше здійснено комплексні гідрологічні та гідрохімічні дослідження різних типів водних об'єктів Шацького поозер'я: озера - Світязь, Пулемецьке, Пісочне, Люцимер, Луки, Перемут; дренажні канали Копайвської осушувальної системи; підземні водоносні горизонти четвертинного і крейдового горизонтів [5, 10]. В цей час гідроекологією Шацьких озер також почали займатися вчені Інституту гідробіології НАН України [6]. У 1983 р. створено Шацький національний природний парк (НПП). Продовжилися дослідження гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних умов цієї території [7, 8, 13], географічних особливостей лімнокомплексів [2, 3], озер, як складових водних об'єктів басейну Західного Бугу [1, 11, 12, 15, 16].

Значення цієї території у міжнародному природоохоронному контексті зросло з наданням їй статусу трilaterального транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся». Його створення розпочалося в 2002 р., коли ЮНЕСКО надало статус біосферного резервату (БР) Шацькому НПП (Шацький БР), а в Польщі – національному парку «Поліський» (Поліський БР). У 2004 р. статус біосферного резервату в Білорусі отримав державний ландшафтний заказник «Прибузьке Полісся». У 2012 р. рішенням Міжнародної координаційної ради програми «Людина і біосфера» ЮНЕСКО в Парижі було утворено транскордонний біосферний резерват «Західне Полісся» на території України, Польщі та Білорусі. Транскордонним статусом ЮНЕСКО підтвердило виняткову природну цінність та значення території у збереженні та підтримці біорізноманіття в Європі і в світі. Крім того, у 1995 р. водно-болотні угіддя Шацького НПП в рамках Рамсарської конвенції віднесені до територій, що мають міжнародне значення, головним чином, як середовище існування водоплавних птахів [19].

**Мета дослідження** полягала у виявленні сучасних морфометричних характеристик Шацьких озер, здійсненні їхньої типізації за площею водного дзеркала та за середніми глибинами, встановлення типу води за мінералізацією.

**Матеріали і методи.** Для дослідження використані матеріали Шацького національного природного парку, літературні та архівні джерела, результати власних досліджень. Типізація Шацьких озер виконана згідно вимог Водної рамкової

директиви Європейського Союзу (ВРД ЄС) [14] за адаптованою в Україні методикою визначення масивів поверхневих та підземних вод [4]. Опрацьовувалися наступні параметри озер: площа водного дзеркала; середня глибина; розташування по висоті місцевості; тип геологічних порід, які залягають на даній місцевості.

**Виклад результатів.** Шацькі озера розташовані у межиріччі Західного Бугу і Прип'яті у заболочених місцевостях Верхньоприп'ятської низовини (рис. 1). Серед корінних порід переважає крейда й мергель верхньокрейдового віку, що зумовлює інтенсивний розвиток карсту. Цьому сприяють також атмосферні опади і підземні води, які циркулюють по тріщинах і утворюють численні висхідні джерела в озерах. На території Шацького Поозер'я нараховується 28 озер із загальною площею близько 61,31 км<sup>2</sup>, об'ємом водної маси 312,8 млн. м<sup>3</sup>. В межах території Шацького національного природного парку знаходиться 23 озера. Площа озер коливається від 0,01 км<sup>2</sup> до 26,21 км<sup>2</sup>.



Рис. 1. Картосхема Шацького поозер'я

Важливими морфометричними характеристиками озер є площа водного дзеркала і середня глибина. Найбільшими і найглибшими є озера Світязь (максимальна глибина 58,4 м) та Пулемецьке (19,2 м). За деякими винятками, інші озера є мілководними, з плоским дном і глибинами, які не перевищують 7 м. Найглибші озера (Світязь, Пулемецьке, Пісочне) мають у котловинах вузькі западини, глибини в яких сягають 20–50 м. Дно озер піщане, а в глибоких місцях – замулене. Береги переважно низькі, заболочені, порослі рослинністю.

Виконана типізація Шацьких озер за площею водного дзеркала згідно вимог ВРД ЄС [4, 14] показала, що тут немає «дуже великих» озер, є 2 «великих» озера (Світязь і Пулемецьке), 6 – «середніх», 5 – «малих», 15 – «дуже малих». Тобто

«дуже малі» - становлять 53% (табл. 1). В той час, як в цілому в басейні Західного Бугу на території України «дуже малі» озера становлять 71% [15].

Великими за площею є озера: Світязь, Пулемецьке.

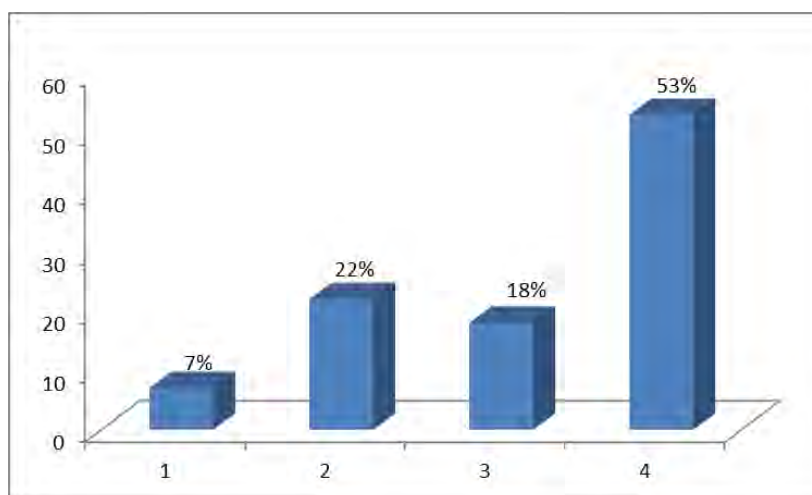
Середні за площею озера: Луки, Люцимер, Острів'янське, Пісочне, Перемут, Кримне (рис. 2).

Малі за площею озера: Чорне Велике, Соминець, Чорне Мале, Карасинець, Озерце.

**Таблиця 1. Типізація Шацьких озер за площею водного дзеркала згідно Водної рамкової директиви ЄС**

Тип озера	Площа водного дзеркала, км <sup>2</sup>	Кількість озер	Частка від загальної кількості, %
Дуже велике	> 100	0	0
Велике	10-100	2	7
Середнє	1,0-10	6	22
Мале	0,5-1,0	5	18
Дуже мале	< 0,5	15	53
<b>Всього</b>		<b>28</b>	<b>100</b>

Дуже малі за площею озера: Велике Піщанське, Мошне, Прибич, Довге, Климівське, Кругле, Линовець, Герасимове, Ритець, Звединка, Навраття, Олешно, Плотиччя, П'явочне, Мале Піщанське.



**Рис. 2. Частка різних за площею озер в Шацькій озерній групі, %: 1 – «великі»; 2 – «середні»; 3 – «малі»; 4 – «дуже малі» (за типологією Водної рамкової директиви ЄС)**

Згідно типології ВРД ЄС за середньою глибиною у Шацькій групі виділяється лише два типи озер: «середньої глибини» (3-15 м) – 14% озер; «мілкі» (< 3 м) – 86% озер (табл. 2). «Глибоких» озер – немає (рис. 3).

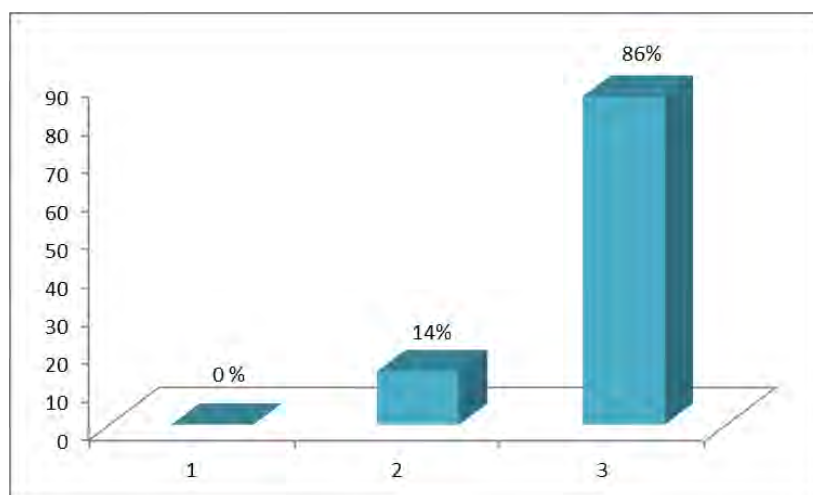
Середніми за глибиною є 4 озера: Світязь, Пулемецьке, Пісочне, Люцимер. Всі інші 24 озера Шацької групи є мілкими.

Виконана комплексна типізація Шацьких озер згідно [4] за гідрографічними ознаками (площа водного дзеркала, висота водозбору, середня глибина, поширення геологічних порід) дозволила виділити 5 типів озер: 1) великі озера за площею на низовині середньої глибини в силікатних породах (всього 2 – Світязь, Пулемецьке); 2) середні озера за площею на низовині середньої глибини в силікатних породах (всього 2 – Люцимер, Пісочне); 3) середні озера за площею на

низовині мілкі за глибиною на силікатних породах (всього 4 – Луки, Острів'янське, Перемут, Кримне); 4) малі озера за площею на низовині мілкі за глибиною на силікатних породах (всього 5 - Чорне Велике, Соминець, Чорне Male, Карасинець, Озерце); 5) дуже малі озера за площею на низовині мілкі за глибиною на органічних породах (всього 15 - Велике Піщанське, Мошне, Прибич, Довге, Климівське, Кругле, Линовець, Герасимове, Ритець, Звединка, Навраття, Олешно, Плотичча, П'явочне, Male Піщанське).

**Таблиця 2. Типізація Шацьких озер за середньою глибиною згідно Водної рамкової директиви ЄС**

Тип озера	Середня глибина, м	Кількість озер	Частка від загальної кількості, %
Глибоке	> 15	0	0
Середньої глибини	3-15	4	14
Мілке	< 3	24	86
<b>Всього</b>		28	100



**Рис. 3. Частка різних за середньою глибиною озер в Шацькій озерній групі, %: 1 – глибокі; 2 – середньої глибини; 3 – мілкі (за типологією Водної рамкової директиви ЄС)**

Крім відомих великих і середніх озер (табл. 3), які найбільше приваблюють рекреантів, виділяються дуже малі водні об'єкти дистрофного типу площею 0,01-0,18 км<sup>2</sup> (15 озер). За останні 80 років їхні параметри зменшилися у 2 рази (обміління, заростання).

Такі озера перебувають на стадії зникнення, що потребує використання технічних засобів для відновлення та підтримки їхньої стійкості. Частка таких озер становить 50% (наприклад, П'явочне, Озерце, Навраття, Кругле, Довге, Герасимове, Климівське, Male Піщанське та ін.). Вони вже втратили природний стан і рекреаційно-туристське значення [2].

Крім цього, унаслідок осушувальних меліорацій в регіоні, на фоні якого спостерігається часткове обміління озер і, відповідно, покращення умов зростання рослин-гідрофітів і гідрофітів, процес нагромадження донних відкладів посилюється. Так, в озерах Кругле, Острів'янське, Герасимове, Звединка, Карасинець, Линовець та інших потужність донних відкладів сягає понад 5,0 м, а шар води становить всього 1,0–2,0 м [3].

**Таблиця 3. Морфометричні характеристики великих, середніх і малих озер Шацької групи**

Назва озера	Площа акваторії, км <sup>2</sup>	Об'єм води, тис. м <sup>3</sup>	Довжина, км	Ширина, км	Глибина	
					середня, м	максимальна, м
Світязь	26,21	19070,0	7,81	3,36	6,90	58,40
Пулемецьке	15,52	6363,2	6,06	2,56	4,10	19,20
Луки	6,42	4105,0	5,15	1,25	0,63	3,50
Люцимер	4,43	1949,2	3,10	1,43	3,40	11,00
Острів'янське	2,11	4853,0	2,42	0,87	1,64	3,80
Пісочне	1,86	1283,4	1,85	1,00	4,00	16,20
Перемут	1,47	323,4	1,89	0,78	1,40	6,70
Кримно	1,41	408,9	2,15	0,65	2,87	5,50
Чорне Велике	0,84	169,7	1,36	0,62	1,77	4,80
Велике Піщанське	0,54	884,0	1,31	0,41	1,13	3,00

Рівень води в озерах залежить від кількості атмосферних опадів і живлення підземними водами. Середньобогаторічна кількість опадів по метеостанції Світязь становить 590 мм, з амплітудою коливань - від 338 мм (1961 р.) до 854 мм (1974 р.). В 2018 р. кількість опадів по метеостанції Світязь становила 586 мм, а в 2019 р. – 505 мм (табл. 4) [18].

**Таблиця 4. Обсяги атмосферних опадів (x), притоку з водозборів (y), випаровування (z) та зміна запасів води ( $\pm \Delta$ ) на окремих озерах Шацької групи, мм [18]**

Назва озера	Багаторічні дані				2018 р.				2019 р.			
	x	y	z	$\pm \Delta$	x	y	z	$\pm \Delta$	x	y	z	$\pm \Delta$
Світязь	598	144	700	+42	586	97	820	-137	505	46	850	-299
Пулемецьке	598	331	700	+229	586	222	820	-12	505	140	850	-205
Луки	598	0	700	-102	586	0	820	-234	505	0	850	-345
Люцимер	598	533	700	+421	586	357	820	+123	505	170	850	-175
Острів'янське	598	672	685	+585	586	450	805	+231	505	215	830	-110
Пісочне	598	143	650	+91	586	95	720	-94	505	45	790	-240
Кримно	598	3410	650	+3330	586	2180	800	+2066	505	1050	830	+725
Чорне	598	341	660	+279	586	230	785	+31	505	110	800	-185

В озері Світязь рівень води за 2018-2019 рр. знизився на 35 см. Але літо 2020 р. виявилось дощовим і рівень у Світязі почав у деякій мірі відновлюватися. Так, якщо у квітні 2020 р. він був на відмітці 100 см на нулем гідропоста, то в середині червня цього ж року – на 110 см. Причому, за добу 12 червня 2020 р. він зріс на рекордні 4 см [17].

*Хімічний склад води.* Значна кількість опадів у районі Шацьких озер сприяє доброму промиванню ґрунтів і відносному збідненню поверхневих вод, які живлять озера, на мінеральні сполуки. Головними джерелами живлення озер регіону є атмосферні опади та підземні води.

За основними іонами вода озер гідрокарбонатно-кальцієва з мінералізацією в діапазоні від 115 мг/дм<sup>3</sup> (Пісочне) до 303 мг/дм<sup>3</sup> (Велике Чорне) – табл. 5. У воді



озера Світязь мінералізація займає проміжне положення – 198,8 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто, досліджувані води є «помірно прісними» за класифікацією [10].

**Таблиця 5. Середня концентрація основних іонів і мінералізація води великих, середніх і малих озер Шацької групи, мг/дм<sup>3</sup>**

Назва озера	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	Мінералізація
Світязь	122	10	13	34	4	15	198
Пулемецьке	134	14	14	40	5	11	218
Луки	85	3	12	20	4	12	136
Люцимер	171	14	18	50	4	18	275
Острів'янське	116	10	14	36	2	12	190
Пісочне	61	9	11	20	3	11	115
Перемут	70	2	12	15	2	15	190
Кримно	140	22	18	40	4	22	246
Чорне Велике	159	13	46	58	2	25	303
Велике Піщанське	79	11	21	24	4	14	163

Мінімальна мінералізація води свідчить про більшу роль атмосферного живлення в озерах, а максимальна – про збільшення ролі підземного живлення.

#### **Висновки.**

1). Виконана типізація Шацьких озер за площею водного дзеркала згідно вимог Водної рамкової директиви ЄС показала, що з 28 озер тут є 2 великих озера (Світязь і Пулемецьке). Частка типів озер наступна: «великі» - 7 %; «середні» - 22%; «малі» – 18 %; «дуже малі» – 53 %. «Дуже великих» озер за площею водного дзеркала тут немає.

2). Згідно типології ВРД ЄС за середньою глибиною у Шацькій групі виділяється лише два типи озер: «середньої» глибини – 14%; «мілкі» – 86% озер. «Глибоких» озер – немає.

3). За основними іонами вода озер гідрокарбонатно-кальцієва з мінералізацією в діапазоні від 115 мг/дм<sup>3</sup> (Пісочне) до 303 мг/дм<sup>3</sup> (Велике Чорне). У воді озера Світязь мінералізація займає проміжне положення – 198,8 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто, досліджувані води є «помірно прісними».

4). Крім великих і середніх озер, які найбільш відомі, слід звернути увагу на дуже малі водні об'єкти дистрофного типу (15 озер), які перебувають на стадії зникнення, що потребує застосування заходів для їхнього відновлення.

#### **Список літератури**

1. Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України Київ. Ніка-Центр. 2006. 184 с.
2. Ільїн Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся. Т.2. Регіональні особливості та оптимізація. Луцьк. Вежа. 2008. 400 с.
3. Ільїн Л.В., Пасічник М.П. Озерні родовища сапропелю Шацького адміністративного району Волинської області // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. 2017. 1(14). С. 42–45.
4. Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод. Київ. Міністерство екології та природних ресурсів України. 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19>.
5. Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Хільчевський В.К. Про вплив осушувальних меліорацій на хімічний склад вод Шацького природного підрайону // Вісник Київського держ. університету. Серія: Географія. 1978. Вип. 20. С. 56-60.
6. Полищук В.В., Травянка В.С., Гарасевич И.Г. Современный гидрохимический и гидробиологический режим Шацких озер и основные задачи по их охране. // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып.1. Лиственничное на Байкале. Изд. СО АН СССР. С. 71-78.
7. Ситник Ю.М., Шевченко П.Н., Засєкін Д.А. Гідрохімічні

дослідження озер Шацького національного природного парку (1996–2001 рр.) / Матеріали III Всеукр. наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія». Київ. 2003. С. 133-134. **8.** *Тімченко В.М., Ярошевич О.Є., Веденіна Ю.Л., Безрідна С.М.* Екологічні аспекти гідрології Шацьких озер // Шацький національний природний парк. Наукові дослідження 1983 – 1993 рр. Світязь. 1994. С. 79–95. **9.** *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. 4 (39). С. 64-71. **10.** *Хільчевський В.К.* До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2003. Т. 5. С. 11-18. **11.** *Хільчевський В.К., Забокряцька М.Р.* Хімічний склад різних типів природних вод Шацького природного підрайону // Матеріали міжнар. наук. конф.: Національні природні парки – минуле, сьогодення, майбутнє (с. Світязь, 23-25. 04. 2014 р.). Київ. 2014. С. 179-183. **12.** *Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Регіональна гідрохімія України. Київ: ВПЦ «Київ. університет». 2019. 343 с. **13.** *Хомік Н.В.* Водні ресурси Шацького національного природного парку: сучасний стан, охорона, управління. Київ: Аграр. наука. 2013. 239 с. **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. OJ L 327 P. 1–73. **15.** *Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Zabokrytska M.R.* Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations // *Hydrobiological Journal*. 2019. 3(55). P. 95-102. DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i3.110216. **16.** *Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P.* Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27(2). P. 232-243. DOI: 10.15421/111848. **17.** На озері Світязь за добу рекордно піднялася вода. URL: <https://www.volyn24.com/news/153520-na-ozeri-svitiaz-za-dobu-rekordno-pidnialasia-voda>. **18.** Чи будуть Шацькі озера з водою: підрахунки і прогнози експерта [Електронний ресурс]. URL: <http://www.volynpost.com/articles/1887-chy-budut-shacki-ozera-z-vodoyu-pidrahunky-i-prognozy-eksperta>. **19.** Шацький національний природний парк. Офіційний сайт. URL: <http://shpark.com>.

### References

**1.** *Zabokrytska M.R., Khilchevskiy V.K., Manchenko A.P.* Hidroekolohichnyi stan baseinu Zakhidnoho Buhu na terytorii Ukrainy [Hydroecological state of the basin of the Western Bug on the territory of Ukraine]. Kyiv. Nika-Tsent. 2006. 184 s. **2.** *Ilin L. V.* Limnokompleksy Ukrayins'koho Polissya. Tom. 2. Rehional'ni osoblyvosti ta optymizatsiya [Limnocomplexes of the Ukrainian Polysia. Vol. 2. Regional Features and Optimization]. Luts'k. Vezha. 2008. 400 s. **3.** *Ilin L.V., Pasichnyk M.P.* Ozerni rodovyshcha sapropeliu Shatskoho administratyvnoho raionu Volynskoi oblasti [Lake sapropel deposits of Shatsk administrative district of Volyn region] // *Pryroda Zakhidnoho Polissya ta prylehlykh terytorii*. 2017. 1(14). S. 42–45. **4.** *Metodyka vyznachennia masyviv poverkhnevyykh ta pidzemnykh vod* [Methodology for determining water bodies of surface and groundwater]. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19>. **5.** *Peleshenko V.I., Zakrevskiy D.V., Khilchevskiy V.K.* Pro vplyv osushvalnykh melioratsii na khimichnyi sklad pryrodnykh vod Shatskoho pryrodnoho pidraionu [On the effect of drainage reclamation on the chemical composition of natural waters of the Shatsk natural subarea] // *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heohrafiia*. 1978. Vyp. 20. P. 56-60. **6.** *Polishhuk V.V., Travyanko V.S., Garasevich I.G.* Sovremennyj gidrokhimicheskij i gidrobiologicheskij rezhim Shaczkiikh ozer i osnovny`e zadachi po ikh okhrane [The modern hydrochemical and hydrobiological regime of the Shatsk lakes and the main tasks for their protection] // *Krugovorot veshhestva i e`nergii v vodoemakh. Listvennichnoe na Bajkale*. 1977. S. 71–78. **7.** *Sytynk YU.M., Shevchenko P.H., Zasiakin D.A.* 2006. Hidrokhimichni doslidzhennia ozer Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku (1996–2001 rr.) [Hydrochemical research on the lakes of the Shatsky National Park (1996-2001)] // *Materialy III Vseukrainskoi naukovoї konferentsii «Hidrolohiia, gidrokhimiia, hidroekolohiia»* Kyiv. 2003. S. 133-134. **8.** *Timchenko V.M., Yaroshevych O.Ie., Videnina Yu.L., Bezridna S.M.* Ekolohichni aspekty hidrolohiї Shatskykh ozer [Ecological aspects of the hydrology of Shatsk Lakes] // *Shatskyi natsionalnyi pryrodnyi park. Naukovi doslidzhennia 1983 – 1993 rr. Svitiaz..* 1994. S. 79–95. **9.**

*Khilchevskiy V.K.* Pershi kompleksni hidrokhimichni doslidzhennia Shatskykh ozer na Volyni u 1975 r. – pochatok formuvannia naukovoї shkoly hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka [The first hydrochemical researches of Shatski lakes in the Volyn region in 1975 - the beginning of the formation hydrochemistry and hydroecology scientific school of the Taras Shevchenko University of Kyiv] // Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohii. 2015. No 4(39). S. 64-71. **10.** *Khilchevskiy V.K.* Do pytannia pro klasyfikatsiiu pryrodnykh vod za mineralizatsiieiu [On the question of classification of natural waters by mineralization] // Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohii. 2003. T. 5. S. 11-18. **11.** *Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R.* Khimichni sklad riznykh typiv pryrodnykh vod Shatskoho pryrodnoho pidraionu [Chemical composition of natural waters of Shatsk natural subdistrict] // Materialy mizhnar. nauk. konf.: Natsionalni pryrodni parky – mynule, sohodennia, maibutnie (s. Svitiaz, 23-25. 04. 2014 r.). Kyiv. 2014. S. 179-183. **12.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Rehionalna hidrokhimii Ukrainy [Regional hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv: VPTs «Kyiv. universytet». 2019. 343 s. **13.** *Khomik N.V.* Vodni resursy Shatskoho natsionalnogo pryrodnoho parku: suchasnyi stan, okhrona, upravlinnia. [Water resources of the Shatsky National Natural Park: current status, protection, management]. Kyiv: Ahrar. nauka. 2013. 239 s. **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. OJ L 327 P. 1–73. **15.** *Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Zabokrytska M.R.* Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations // Hydrobiological Journal. 2019. 3(55). P. 95-102. DOI 10.1615/HydrobJ.v55.i3.110216. **16.** *Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P.* Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine // Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(2). P. 232-243. DOI: 10.15421/111848. **17.** Na ozeri Svitiaz za dobu rekordno pidnialasia voda [The water on Lake Svitiaz rose in record time]. URL: <https://www.volyn24.com/news/153520-na-ozeri-svitiaz-za-dobu-rekordno-pidnialasia-voda>. **18.** Chy budut Shatski ozera z vodoiu: pidrakhunky i prohnozy eksperta [Will Shatsky lakes with water: calculations and forecasts of the expert]. URL: <http://www.volynpost.com/articles/1887-chy-budut-shacki-ozera-z-vodoyu-pidrahunky-i-prohnozy-eksperta>. **19.** Shatskyi natsionalnyi pryrodnyi park. Ofitsiynyi sait [Shatsk National Nature Park. Official site]. [URL: <http://shpark.com>].

### **Основні аспекти морфометрії та гідрохімії Шацьких озер**

**Хильчевський В.К., Забокрицька М.Р.**

*Мета дослідження полягала у виявленні сучасних морфометричних характеристик Шацьких озер (Волинське Полісся, Україна), здійсненні їхньої типології за площею водного дзеркала та за середніми глибинами, встановлення типу води за мінералізацією. На території Шацького Поозер'я знаходиться 28 озер (список у статті наводиться) із загальною площею близько 61,31 км<sup>2</sup>, об'ємом водної маси 312,8 млн. м<sup>3</sup>. Площа озер коливається від 0,01 км<sup>2</sup> до 26,21 км<sup>2</sup>. В межах території Шацького національного природного парку входить 23 озера. Виконана типізація Шацьких озер за площею водного дзеркала згідно вимог Водної рамкової директиви ЄС показала, що тут немає дуже великих озер, є 2 великих озера (Світязь і Пулемецьке). Частка типів озер наступна: великі - 7%; середні - 22%; малі - 18%; дуже малі - 53%. Згідно типології ВРД ЄС за середньою глибиною у Шацькій групі виділяється лише два типи озер: середньої глибини - 14%; мілкі - 86% озер. Глибоких озер - немає. За основними іонами вода озер гідрокарбонатно-кальцієва з мінералізацією в діапазоні від 115 мг/дм<sup>3</sup> (Пісочне) до 303 мг/дм<sup>3</sup> (Велике Чорне). У воді озера Світязь мінералізація займає проміжне положення - 198,8 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто, досліджувані води є помірно прісними.*

**Ключові слова:** озеро, морфометричні характеристики, Світязь, Шацькі озера, Волинське Полісся, Україна.

### **Основные аспекты морфометрии и гидрохимии Шацких озер**

**Хильчевский В.К., Забокрицкая М.Р.**

*Цель исследования заключалась в выявлении современных морфометрических характеристик Шацких озер (Волинское Полесье, Украина), осуществлении их типологии по площади водного зеркала и по средним глубинами, установления типа воды по минерализации. На территории Шацкого Поозерья находится 28 озер (список в статье приводится) с общей площадью около 61,31 км<sup>2</sup>, объемом водной массы 312,8 млн. м<sup>3</sup>. Площадь озер колеблется от 0,01 км<sup>2</sup> до 26,21 км<sup>2</sup>. В пределах территории Шацкого национального природного парка*

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)

находится 23 озера. Выполнена типизация Шацких озер по площади водного зеркала в соответствии с требованиями Водной рамочной директивы ЕС показала, что здесь нет очень больших озер, но есть 2 больших озера (Свитязь и Пулемецкое). Доли типов озер следующие: большие - 7%; средние - 22%; малые - 18%; очень малы - 53%. Согласно типологии ВРД ЕС по средней глубине в Шацкой группе выделяется только два типа озер: средней глубины - 14%; мелкие - 86% озер. Глубоких озер - нет. По основным ионам вода озер гидрокарбонатно-кальциевая с минерализацией в диапазоне от 115 мг/дм<sup>3</sup> (Песочное) до 303 мг/дм<sup>3</sup> (Большое Черное). В воде озера Свитязь минерализация занимает промежуточное положение - 198,8 мг/дм<sup>3</sup>. То есть, исследованные воды являются умеренно пресными.

**Ключевые слова:** озеро, морфометрические характеристики, Свитязь, Шацкие озера, Волыньское Полесье, Украина.

### **Main aspects of the morphometry and hydrochemistry of Shatsk Lakes**

**Khilchevskyi V.K., Zabokrytska M.R.**

The purpose of the study was to identify the modern morphometric characteristics of Shatsk Lakes (Volyn Polissya, Ukraine), to implement their typology according to the area of the water mirror and average depths, to establish the type of water by salinity. For research, materials from the Shatsk National Nature Park, literary and archival sources, and the results of our own research were used. The typification of Shatsky Lakes was carried out in accordance with the requirements of the Water Framework Directive of the European Union (EU WFD) according to the methodology adopted in Ukraine for the determination of surface and groundwater masses. The following parameters of the lakes were studied: the area of the water mirror; average depth; height location; type of geological formations occurring in a given area. There are 28 lakes on the territory of Shatsk Lakes District (the list is given in the article) with a total area of about 61.31 km<sup>2</sup> and a water mass of 312.8 million m<sup>3</sup>. The area of the lakes ranges from 0.01 km<sup>2</sup> to 26.21 km<sup>2</sup>. There are 23 lakes within the territory of the Shatsk National Natural Park. In addition to the well-known large and medium-sized lakes, which attract recreants most of all, very small dystrophic water bodies with an area of 0.01-0.18 km<sup>2</sup> (15 lakes) stand out. Over the past 80 years, their parameters have decreased by 2 times (shallowing, overgrowing). Such lakes are at the extinction stage, which requires the use of technical means to restore and maintain their stability. The share of such lakes is 50% (for example, Piyavochne, Ozertse, Navrattya, Krugle, Dovge, Gerasymove, Klymivske, Male Pischanske, etc.). They have already lost their natural state. Such lakes are at the extinction stage, which requires the use of technical means to restore and maintain their stability. They have already lost their natural state. The Shatsk lakes were typified by the water mirror area in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive and showed that there are 2 large lakes (Svityaz and Pulemetskoye). The share of lake types is as follows: large - 7%; medium - 22%; small - 18%; very small - 53%. According to the typology of the EU WFD, according to the average depth, only two types of lakes are distinguished in the Shatsky group: medium depth - 14%; small - 86% of the lakes. There are no deep lakes. According to the main ions, the water of the lakes is bicarbonate-calcium with mineralization in the range from 116 mg/dm<sup>3</sup> (Pisochne) to 305 mg/dm<sup>3</sup> (Velyke Chorone). In the water of Lake Svityaz mineralization takes an intermediate position - 198.8 mg/dm<sup>3</sup>.

**Keywords:** lake, morphometric characteristics, Svityaz, Shatsk lakes, Volyn Polisia, Ukraine.

**Надійшла до редколегії 01.05.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.10>

УДК 911.9:556.5

**Грицюк І.В.<sup>1</sup>, Іванов Є.А.<sup>2</sup>, Ковальчук І.П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів

## **ПРОБЛЕМИ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ СТАНУ І ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАВКОВОГО ГОСПОДАРСТВА ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Ключові слова:** ставок; річка; басейнова система; ландшафтна система; ландшафтно-гідрологічна система.

**Постановка проблеми.** Фактично усі сучасні статистичні дані інвентаризації ставків прив'язано до одиниць адміністративно-територіального поділу, а саме до адміністративних районів, міських і сільських рад. Це дає змогу систематизувати інформацію щодо стану і використання водних ресурсів, провести метризацію і паспортизацію ставків, визначити їх орендаря та зібрати орендну плату тощо. Однак процес управління водними ресурсами в Україні проходить покроковий шлях у напрямку до удосконалення і реформування. Нині стає зрозумілим, що адміністративно-територіальний принцип управління водними ресурсами не відповідає сучасним вимогам щодо покращення стану водойм, якості водних ресурсів та безпечного водо- і природокористування [9]. В останні роки активно впроваджують басейновий принцип управління водними ресурсами як сучасний підхід, в якому основними об'єктами є річкові басейни [8]. Поряд із басейновим, застосовують й ландшафтний підхід як перспективний у вирішенні питань оптимізації структури природокористування різних територій.

**Метою дослідження** є удосконалення системи геопросторового аналізу стану і функціонування ставкового господарства Волинської області.

**Вихідні передумови.** З метою оцінювання стану і функціонування ставків Волинської області дешифровано топографічні карти масштабу 1 : 50 000. Дешифрування карт дало змогу виявити у регіоні 586 ставків з площею водного дзеркала понад 0,5 га, що становить 66,7 % від їх загальної кількості. У свою чергу, на дешифровані великі і середні ставки припадає 82,2 % від загальної площі їх водного дзеркала. Малі (головно невеликі нагульні, вирощувальні і зимувальні) ставки та копані у геопросторовому аналізі проблем їх формування не враховувалися. Аналіз топокарт дав змогу окреслити закономірності поширення ставків в межах басейнових, ландшафтних і ландшафтно-гідрологічних систем. У регіоні виділено 10 басейнових систем.

Особливості ландшафтних систем регіону розглянуто на основі картосхеми генетико-морфологічної ландшафтно-територіальних систем [12]. Закономірності розміщення ставків в межах Волинської області вивчено на рівні мезогеохор (ландшафтних місцевостей). Виокремлено 3 фізико-географічні області (краї) і 8 типів мезогеохор.

Під ландшафтно-гідрологічними системами (басейновими ландшафтними системами) розуміють території, в межах яких взаємодія гідрологічних процесів та природних систем визначає локальні специфічні закономірності і просторову

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)

ієрархію цих систем [13]. Дослідження ландшафтно-гідрологічних систем (ЛГС) ефективно на рівні басейнів малих річок, що дає змогу виявляти ландшафтні гідродинамічні і гідроекологічні закономірності водообміну території. Водночас басейнові системи великих і середніх річок варто ділити на окремі частини із врахуванням просторової мінливості чинників, які визначають гідрологічні умови і функціонування водних об'єктів в межах ландшафтних систем регіонального рівня, а саме одиниць фізико-географічного районування ("гідрологічних ландшафтів" за Ю. Виноградовим) [4]. Значний внесок у розробку ієрархічної структури ЛГС зробили О. Антипов, О. Гагарінова і В. Федоров [1, 2]. Автори виділили ландшафтно-гідрологічні райони як найменші одиниці регіональної розмірності з єдиним геологічним фундаментом, четвертинними відкладами, однорідними формами рельєфу та умовами мезоклімату. Існує також досвід картографування ЛГС на регіональному рівні (на прикладі Сумської області) [10].

При побудові карти ЛГС Волинської області використано проаналізовані раніше басейнові системи. Водозбори середніх річок поділено на підбасейнові ландшафтні системи (підбасейни) із врахуванням їх природних особливостей. Для відокремлення підбасейнів використано межі фізико-географічних областей (країв). В окремих випадках виділи басейнів і підбасейнів зазнали корекції через неузгодженість меж басейнових і ландшафтних систем. Для окреслення назв ЛГС використано комбінацію із зазначенням басейну річки та індексу одиниці фізико-географічного районування. Наприклад, назва Стир-II означає підбасейн р. Стир в межах Буго-Стирського Полісся, а назва Стир-III – підбасейн цієї ж річки в межах Волинської височини. Загалом виділено 19 індивідуальних ЛГС.

**Басейнові системи та їхні гідрологічні умови.** Будівництво та експлуатація ставків у басейнах водотоків Волинської області істотно змінює їхню структуру, впливає на функціонування водних об'єктів. Характерною особливістю регіону є значна зарегульованість річок в їхній верхній течії. Найбільшої трансформації зазнали заплавно-русліві комплекси малих річок, зокрема Липи, Луги, Серни і Черногузки. Поряд з цим існують водотоки, які не зазнали антропогенних перетворень, пов'язаних із формуванням ставків. Розглянемо особливості розміщення ставків в основних басейнових системах Волинської області.

Загалом Волинська область багата на поверхневі води, зокрема річки, озера і ставки. У південно-західній і західній частинах регіону проходить Головний європейський вододіл, який розділяє басейни Балтійського і Чорного морів, зокрема Вісли (в межах області – її притоки – Західного Бугу) і Дніпра (Прип'яті). Басейн Західного Бугу охоплює лише 19 % території області, а басейн Прип'яті – 81 % [5]. Більшість річок області беруть початок за її межами. Річка Західний Буг протікає вздовж державного кордону із Республікою Польща та має протяжність в межах Волинської області 184 км, а її найбільша притока – р. Луга – 93 км. Річка Прип'ять тече у північній частині досліджуваного регіону (172 км у межах області), у неї впадають великі праві допливи: Турія (184 км), Стохід (188 км), Стир (203 км) і Горинь [11]. Поряд з цим, до її басейну відносяться такі менші притоки як Вижівка, Цир і Коростянка.

Річки Волинської області за власним режимом належать до рівнинного типу із переважанням снігового живлення (60–70 % від середньорічного стоку). Решта стоку річок припадає на дощове і підземне живлення, причому підземне живлення сильно коливається і становить 12–32 % річного стоку. Характер живлення річок регіону зумовлює режим рівнів і стоку ставків. Для річного ходу рівнів річок властива яскраво виражена висока весняна повінь і низька межень, яку зрідка порушують літні і зимові паводки. Середня річна амплітуда коливання рівнів води на середніх і малих річках області сягає 0,7–3,2 м (найбільша 1,4–6,0 м). Внаслідок проведення

масштабних осушувальних робіт у регіоні значна частина річок або окремі їх ділянки втратили власний первісний вигляд та сьогодні мають вигляд магістральних каналів (верхів'я Прип'яті, Вижівки, Турії, Стоходу, ріки Коростянка, Копаївка, Конопелька) [7].

У басейні р. Західний Буг сконцентровано 258 ставків (29,4 % від загальної їх кількості в області) площею 1 280,21 га, у басейні р. Прип'ять – 621 ставків площею 3 743,77 га. Площа ставків коливається у дуже широкому діапазоні (від 0,1 до 70 га), а середній показник складає 5,72 га [6].

На основі аналізу топографічної карти масштабу 1 : 50 000 нами окреслено закономірності геопросторового поширення ставків в межах басейнових систем регіону (табл. 1).

**Таблиця 1. Розміщення ставків в межах басейнових систем у Волинській області**

Назва басейну річки	Площа басейну, км <sup>2</sup>	Кількість ставків, од.	Площа ставків, га	Густота ставків, од./1000 км <sup>2</sup>	Частка площі ставків, км <sup>2</sup> /1000 км <sup>2</sup>
<b>Басейн р. Дніпро</b>					
<i>Прип'ять, у т. ч.</i>	17 083,54	456	3 400,61	26,69	1,99
власне Прип'ять	3 157,64	27	252,82	8,55	0,80
Вижівка	1 129,51	15	46,10	13,28	0,41
Тур'я	2 972,33	47	143,82	15,81	0,48
Цир	500,85	4	14,46	7,99	0,29
Коростянка	582,11	27	109,98	46,38	1,89
Стохід	3 210,18	58	263,00	18,07	0,82
Стир	5 181,63	248	2 355,21	48,05	4,55
Горинь	349,29	29	215,22	83,03	6,16
<b>Басейн р. Західний Буг</b>					
<i>Західний Буг, у т. ч.</i>	3 077,64	131	841,78	42,57	2,74
власне Західний Буг	1 692,09	21	124,01	12,41	0,73
Луга	1 385,55	110	717,77	79,39	5,18
<b>Разом</b>	<b>20 161,18</b>	<b>586</b>	<b>4 242,39</b>	<b>29,07</b>	<b>2,10</b>

У басейні Прип'яті налічуємо 456 ставків загальною площею водного дзеркала 3 400,61 га. Середня площа водойм становить 7,46 га. Більшість ставкових господарств сконцентровано у басейнових системах Стира, Стоходу і Турії, однак найвищі показники густоти ставків притаманні для басейнових систем Горині (83,03 од./1000 км<sup>2</sup>; 6,16 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>) (рис. 1). У водозборі р. Цир обліковано лише чотири невеликих ставки, що є найнижчим показником у досліджуваному регіоні (7,99 од./1000 км<sup>2</sup>).

У басейні Західного Бугу нараховано 131 ставок загальною площею водного дзеркала 841,78 га. Середня площа штучних водойм складає 6,43 га. Для цієї річки властиві вищі показники густоти ставків (42,57 од./1000 км<sup>2</sup>). Найбільше ставків спостерігаємо у басейні р. Луга (110 ставків; 79,39 од./1000 км<sup>2</sup>). Загалом щільність ставкових господарств спадає з південного сходу на північний захід.

Живлення ставків змішане та відбувається за рахунок талих вод, опадів, підземних джерел, водотоків та стоку поверхневих вод з прилеглих територій [6]. Режим стоку ставків зумовлений природними умовами, зокрема геологічною будовою, рельєфом і кліматом, що відіграють значний вплив на розподіл стоку і

водність ставків. Значна кількість опадів, велике випарування і високий рівень ґрунтових вод, а також морфологія оточуючих форм рельєфу і структура землекористування визначають особливості стоку ставків регіону.

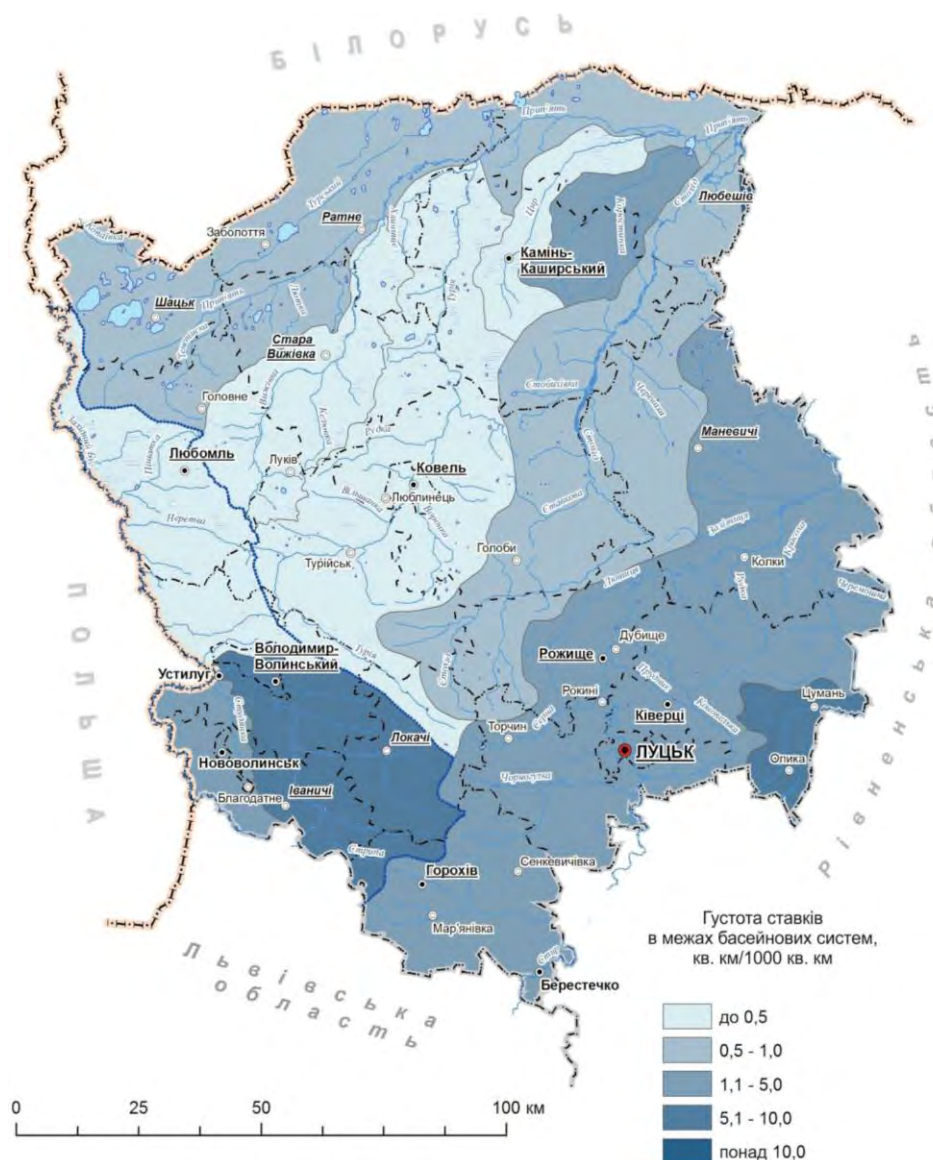


Рис. 1. Густота ставків в межах басейнових систем у Волинській області

Загалом, стік ставків Волинської області протягом року нерівномірний. Розподіл стоку у різні за водністю роки суттєво відрізняється. У середньому навесні у ставки надходить до 50–72 %, влітку – до 2–14 %, восени – до 4–12 % і взимку – до 13–30 % річного обсягу стоку [3]. Більшість штучних водойм області влітку стають непротічними або слабопротічними, рівень води в них понижується на 0,2–0,4 м. Високі паводки, які формуються на малих річках під час злив, призводять до змивання ґрунту, руйнування гідротехнічних споруд та замулення ставків. Максимальне заповнення ставків відбувається під час повені весною та після проходження паводків у літньо-осінній період. Чимало водойм мають постійне і підвищене підземне живлення.

**Ландшафтні системи, їх вплив на стан і функціонування ставків.** Для окремих видів мезогеохор кількісні параметри ставкового господарства суттєво відрізняються, а густота ставків коливається від 7,69 до 86,48 од./1000 км<sup>2</sup> (табл. 2). Найвища щільність ставків властива для ландшафтних місцевостей Волинської



височини, які відрізняються від поліських поширенням лесоподібних суглинків, значними абсолютними висотами і глибоким розчленуванням рельєфу річковими долинами, балками, інколи ярами. Це створює сприятливі природні умови для будівництва та експлуатації ставків. Водночас заплави річкових долин мають спільні риси з поліськими заплавами, вони сильно заболочені, з потужними торфовищами. У височинних місцевостях функціонує 296 ставків, а значення густоти штучних водойм нерідко перевищує 80–100 од./1000 км<sup>2</sup>.

**Таблиця 2. Розміщення ставків в межах ландшафтних систем у Волинській області**

Назва та індекс фізико-географічної одиниці	Площа ландшафтної системи, км <sup>2</sup>	Кількість ставків, од.	Площа водного дзеркала ставків, га	Густота ставків, од./1000 км <sup>2</sup>	Частка площі ставків, км <sup>2</sup> /1000 км <sup>2</sup>
<b>Ландшафтні місцевості (мезогеохори)</b>					
Низовинні алювіально-озерні (А)	883,07	11	79,52	12,46	0,90
Низовинні алювіально-озерно-зандрові (AZ)	1 004,31	26	235,40	24,89	2,34
Низовинні заплавні (Р)	722,30	8	20,33	11,08	0,28
Рівнинні терасові (Т)	4 549,75	36	191,09	7,69	0,42
Рівнинні зандрові (Z)	1 587,41	32	115,07	19,53	0,72
Підвищені денудаційні і зандрові (DZ)	6 931,77	137	563,94	19,19	0,81
Підвищені моренно-зандрові (М)	1 106,11	40	197,48	34,35	1,78
Височинні лесові (L)	3 376,45	296	2 535,71	86,48	7,51
<b>Фізико-географічні області (краї)</b>					
Верхньоприп'ятське Полісся (I)	6 922,24	69	517,19	9,97	0,75
Буго-Стирське Полісся (II)	9 245,91	196	998,37	21,20	1,08
Волинська височина (III)	3 993,03	321	2 726,89	80,39	6,83
<b>Разом</b>	<b>20 161,18</b>	<b>586</b>	<b>4 242,45</b>	<b>29,07</b>	<b>2,10</b>

Високі показники заставкованості характерні для окремих ландшафтних місцевостей поліського типу, зокрема для підвищених денудаційних, моренно-зандрових і зандрових рівнин. При цьому у центральній-східній частині області густота ставків є вищою й становить 5–10 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup> (рис. 2). Неглибоке врізання долин поліських річок та пухкий склад четвертинних відкладів нерідко ускладнює будівництво ставків. Саме тому більшість ставкових господарств припадає на верхів'я цих річок, де формуються сприятливіші природні умови. Для денудаційних хвилястих рівнин із близьким заляганням мергелів властиві дерново-карбонатні і дерново-підзолисті ґрунти, значна розораність земель і густота населення, а відповідно найкращі умови для формування ставків у поліській частині Волинської області.

Варто звернути увагу на незначну кількість ставків в межах низовинних алювіально-озерних, заплавних і терасових місцевостей північної частини Волинської області, де їх густота не перевищує 0,5 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>. Зазначимо, що в окремих ландшафтних виділах у північно-західній частині регіону ставки відсутні. Це пояснюється значною кількістю озер карстового і заплавного походження, а також

невисокою густрою населення. Так, для місцевостей заболочених заплав властиві численні заплавні озера, складна мережа стариць і неглибоких западин. Висока заболоченість території не сприяє формуванню ставкових господарств. Несприятливі природні умови властиві для місцевостей надзаплавних борових терас із високою водопроникністю піщаних відкладів і дерново-підзолистих ґрунтів. Кращі умови для будівництва та експлуатації ставків виникають в межах місцевостей лучних заплав із добрим природним дренажем, які не затоплюються надовго повеневими водами, завдяки чому тут формуються лучні ґрунти. Строкатість природних властивостей характерна для місцевостей слабо і помірно дренованих надзаплавних терас. Алювіальні, озерно-алювіальні і частково еолові відклади, якими побудовані тераси, відзначають мінливість мезоформ рельєфу зі складним гранулометричним складом.

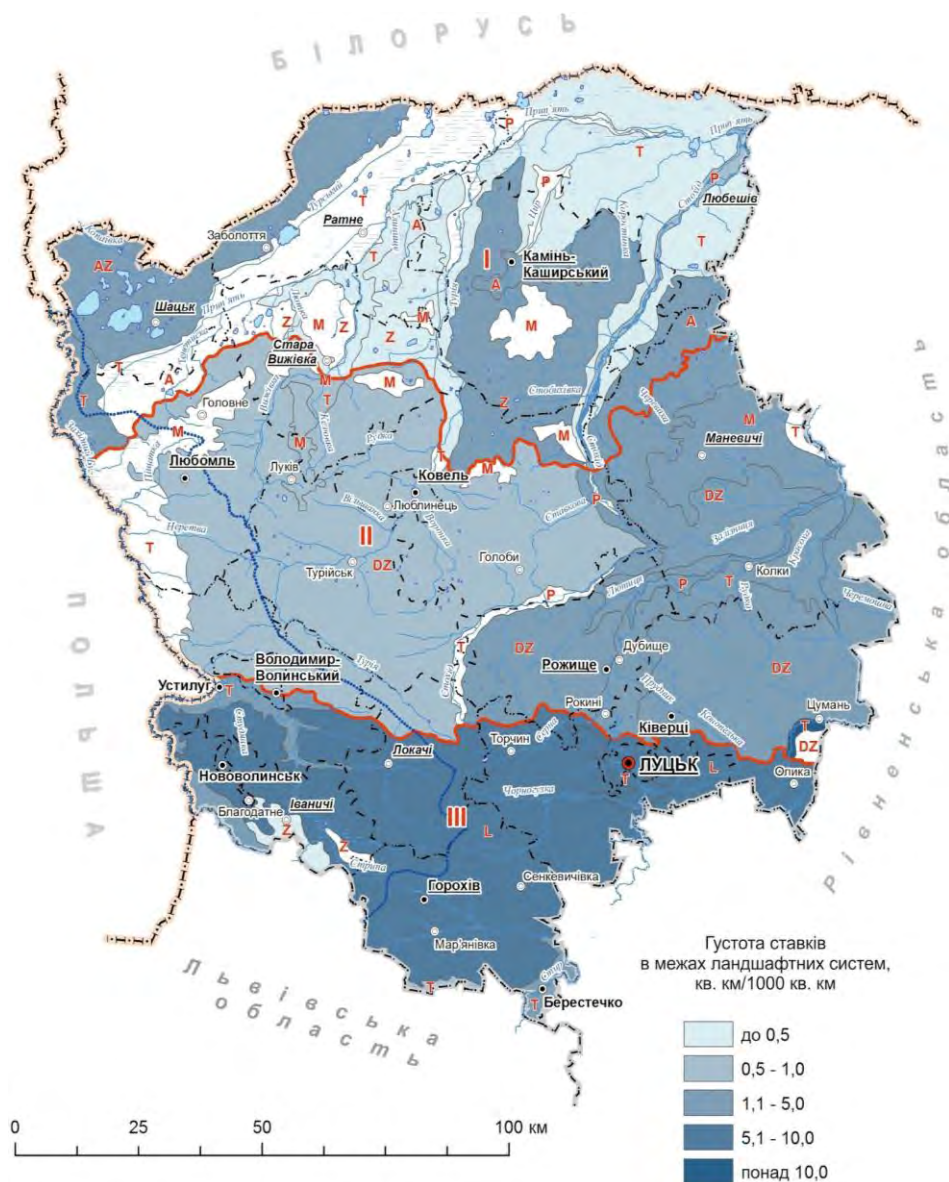


Рис. 2. Густина ставків в межах ландшафтних систем у Волинській області (Індекси ландшафтних систем подано у табл. 2)

Більшість ставків (321 од.) розміщено в ландшафтах Волинської височини. Густина водойм сягає 80,39 од./1000 км<sup>2</sup> (6,83 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>). Значно нижчі показники заставкованості характерні для ландшафтів Буго-Стирського Полісся, де густина

ставків становить 21,20 од./1000 км<sup>2</sup>. Однак для ландшафтів Верхньоприп'ятського Полісся властиві ще у два рази менші значення щільності цих водойм (9,97 од./1000 км<sup>2</sup>).

**Ландшафтно-гідрологічні системи як альтернатива інвентаризації водних об'єктів регіону.** У зв'язку з недосконалістю науково-методологічних підходів до геопросторового аналізу стану і функціонування ставків в межах досліджуваного регіону пропонуємо використати у процесі їх інвентаризації в якості одиниць обліку ландшафтно-гідрологічні системи.

В межах ландшафтно-гідрологічних систем Верхньоприп'ятського Полісся сконцентровано 74 ставки загальною площею водного дзеркала 517,16 га. При цьому підбасейни Прип'ять-I і Коростянка-I суттєво вирізняються від інших ландшафтно-гідрологічних систем за абсолютною кількістю штучних водойм (табл. 3). За показниками підвищеної густоти ставків виділяються підбасейни Західний Буг-I, Коростянка-I і Стир-I із широким діапазоном значень їх насичення ставками – 18,90–115,33 од./1000 км<sup>2</sup>. Загалом, заставкованість низовинних поліських ландшафтів змінюється від 0,30 до 6,75 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>.

**Таблиця 3. Розміщення ставків в межах ландшафтно-гідрологічних систем у Волинській області**

Назва ландшафтно-гідрологічної системи (ЛГС)	Площа ЛГС, км <sup>2</sup>	Кількість ставків, од.	Площа ставків, га	Густота ставків, од./1000 км <sup>2</sup>	Частка площі ставків, км <sup>2</sup> /1000 км <sup>2</sup>
Вижівка-I	308,61	1	3,02	1,02	0,32
Стир-I	14,81	1	17,07	115,33	6,75
Тур'я-I	996,80	3	9,25	0,91	0,30
Коростянка-I	582,11	27	109,98	18,90	4,64
Стохід-I	1 352,49	8	72,92	5,44	0,59
Цир-I	500,85	4	14,46	2,89	0,80
Прип'ять-I	2 965,60	27	252,82	8,48	0,91
Західний Буг-I	179,07	3	37,64	21,05	1,68
<b>ЛГС Верхньоприп'ятського Полісся</b>	<b>6 900,34</b>	<b>74</b>	<b>517,16</b>	<b>10,72</b>	<b>0,75</b>
Горинь-II	216,1	11	138,95	64,28	5,09
Стир-II	3 010,69	75	460,52	15,32	2,49
Вижівка-II	820,90	14	43,08	5,16	1,71
Тур'я-II	1 975,53	44	134,57	6,80	2,23
Стохід-II	1 857,69	51	190,08	10,22	2,75
Прип'ять-II	192,04	–	–	0	0
Західний Буг-II	1 092,35	6	20,84	1,91	0,55
<b>ЛГС Буго-Стирського Полісся</b>	<b>9 165,30</b>	<b>201</b>	<b>988,04</b>	<b>21,93</b>	<b>1,08</b>
Горинь-III	133,19	18	76,27	57,27	13,52
Стир-III	2 156,13	175	1 877,62	87,18	8,07
Луґа-III	1 385,55	109	717,77	51,84	7,94
Західний Буг-III	420,68	12	65,53	15,60	2,85
<b>ЛГС Волинської височини</b>	<b>4 095,55</b>	<b>314</b>	<b>2 737,19</b>	<b>76,67</b>	<b>6,68</b>
<b>Разом</b>	<b>20 161,19</b>	<b>586</b>	<b>4 242,39</b>	<b>29,07</b>	<b>2,10</b>

Ландшафтно-гідрологічні системи Буго-Стирського Полісся вирізняються вищими середніми показниками густоти ставків (21,93 од./1000 км<sup>2</sup>). Поряд з цим, в межах підбасейну Прип'ять-II ставки взагалі відсутні. Більшість штучних водойм сконцентровано у підбасейнах Стир-II (75 од.) і Стохід-II (51 од.), однак найвищі значення щільності об'єктів виявлено у підбасейні Горинь-II (64,28 од./1000 км<sup>2</sup>; 5,09 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>) (рис. 3). У басейні Західного Бугу обліковано лише 6 невеликих ставків. Для підвищених поліських ландшафтно-гідрологічних систем властиве поступове зменшення кількості ставків із сходу на захід.

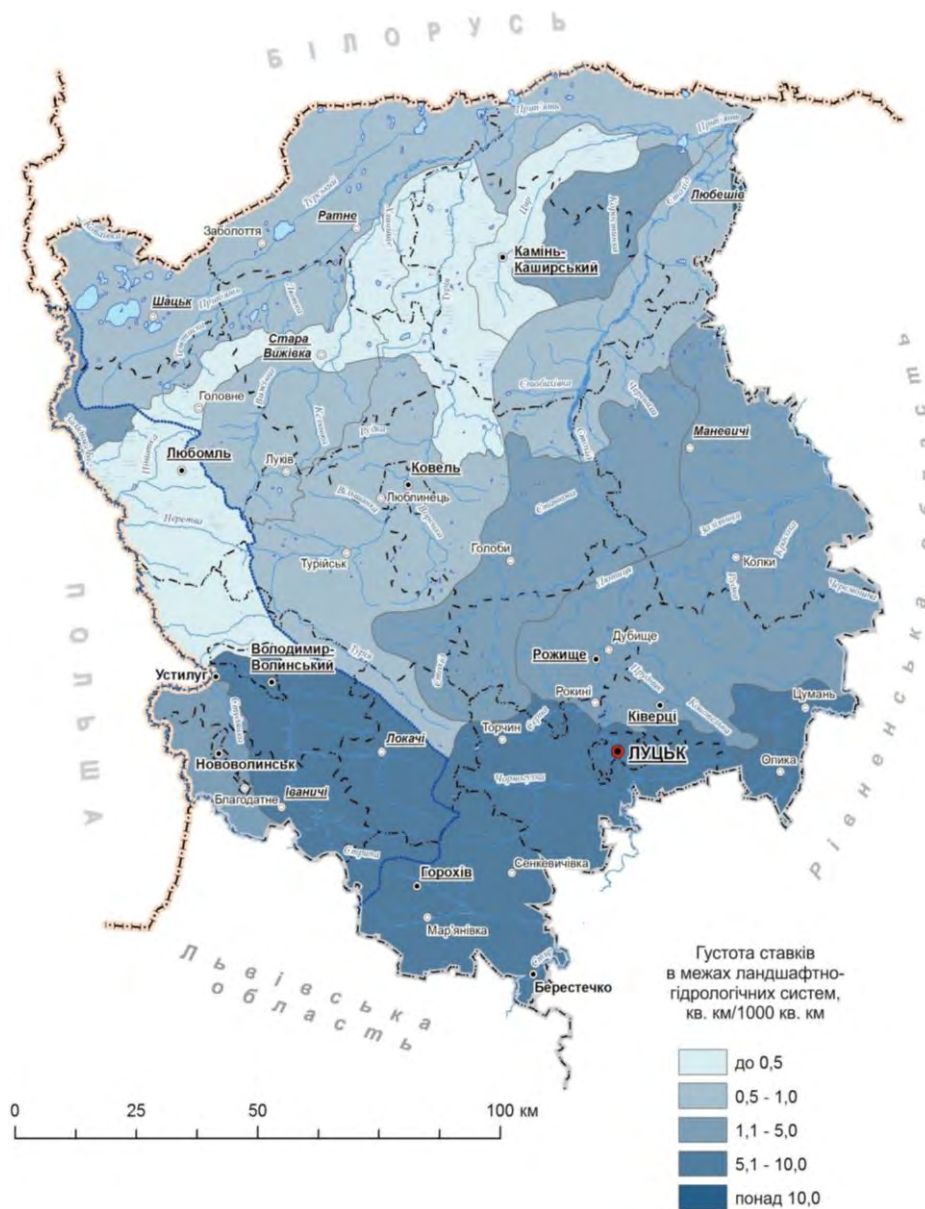


Рис. 3. Густота ставків в межах ландшафтно-гідрологічних систем у Волинській області

Найвища концентрація ставкових господарств властива для ЛГС Волинської височини. В її межах зосереджено 314 ставків, або понад половину (53,6 %) від усіх штучних водойм досліджуваного регіону. Абсолютними "переможцями" за кількістю ставків у регіоні є підбасейни Стир-III (175 од.; 29,9 % від їх загальної кількості) і Луга-III (109 од.). Густота ставків у цих підбасейнах перевищує 50–80 од./1000 км<sup>2</sup>.

Висока щільність ставків властива також для підбасейну Горинь-III, особливо за показниками заставкованості території (13,52 км<sup>2</sup>/1000 км<sup>2</sup>).

**Висновки.** Для геопросторового аналізу стану і функціонування ставків Волинської області використано три різні підходи із виділенням басейнових, ландшафтних і ландшафтно-гідрологічних систем. Проведений аналіз дав змогу оцінити переваги і недоліки кожного підходу.

За умов використання басейнового підходу досліджувані системи із великими площами водозборів отримують занижені показники заставкованості. Це зумовлено тим, що басейни середніх річок в області мають різні природні умови у верхів'ях, середній і нижній течії, а відповідно неоднорідні умови для формування і функціонування ставків. Найскладніше ситуацію відобразити в межах басейнових систем Стира і Стоходу через їхню видовжену форму і положення у різних височинних і поліських ландшафтних місцевостях.

Узагальнення результатів досліджень рис розміщення ставків в межах ландшафтних систем дозволяє краще окреслити райони, в яких їх не вистачає та визначити природні чинники стану і функціонування штучних водойм. Нажаль, використання ландшафтного підходу у геопросторовому аналізі стану ставків ускладнює прийняття рішень з управління водними ресурсами регіону, що адаптовані до басейнового підходу.

Виділення та аналіз стану ландшафтно-гідрологічних систем якнайкраще відображає просторово-часові аспекти їх формування і функціонування. ЛГС дозволяють використати сильні сторони як басейнового, так і ландшафтного підходів та є оптимальним об'єктом у процесі геопросторового аналізу стану і функціонування ставкового господарства регіону. Вони враховують особливості природних (фізико-географічних) умов в межах водозборів річок.

#### Список літератури

1. Антипов А.Н., Гагаринова О.В., Федоров В.Н. Ландшафтная гидрология: теория, методы, реализация. Геогр. и природ. Ресурсы, 2007. № 3. С. 56–66. 2. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2000. 254 с. 3. Атлас Волинської області. М.: КГК СРСР, 1991. 42 с. 4. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. Л., 1988. 520 с. 5. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: довідн. / за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. К. : Інтер-прес ЛТД, 2014. 164 с. 6. Волинське обласне управління водних ресурсів. URL: <http://vodgosp.ukrbiznes.com>. 7. Екологічний паспорт. Волинська область / А.А. Парчук, С.О. Рудик, О.О. Грицай. Луцьк, 2015. 93 с. 8. Жук В.М. Впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами. URL: <http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/conf/2013-2/doc/1/06.pdf>. 9. Ковальчук І.П., Жельых С.И., Крутая Н.С., Черный В.М. Пруды Львовской области: водохозяйственная роль, экологическое состояние, оптимизационные мероприятия // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды междунар. науч.-практ. конф. : в 4 т. Пермь, 2011. Т. 3. С. 112–117. 10. Корнус А.О., Данильченко О.С. Ландшафтно-гідрологічне районування території Сумської області. Наук. зап. Тернопіл. націон. педагог. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер.: Геогр., 2015. № 1. С. 49–56. 11. Природа Волинської області / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1975. 147 с. 12. Резнікова К.О. Методика аналізу геоecологічних ризиків (на прикладі Волинської області) : автореф. дис. ... к. геогр. н.; 11.00.11. К., 2007. 20 с. 13. Удовиченко В. Теоретико-методологічні аспекти дослідження ландшафтно-гідрологічної структури території. Вісн. Київ. націон. ун-ту ім. Т. Шевченка. Сер.: Геогр., 2016. № 2 (65). С. 14–19.

#### References

1. Antipov A.N., Gagarinova O.V., Fedorov V.N. Landshaftnaja gidrologija: teorija, metody, realizacija [Landscape hydrology: theory, methods, implementation] // Geogr. i prirod. resursy. 2007. № 3. S. 56–66. 2. Antipov A.N., Fedorov V.N. Landshaftno-gidrologicheskaja organizacija

территории [Landscape and hydrological organization of the territory]. Novosibirsk : Izd-vo SO RAN, 2000. 254 s. **3.** Atlas Volynskoi oblasti [Atlas of the Volyn region]. M.: KHiK SRSR, 1991. 42 s. **4.** Vinogradov Ju.B. Matematicheskoe modelirovanie processov formirovaniya stoka [Mathematical modeling of runoff formation processes]. L., 1988. 520 s. **5.** Vodnyi fond Ukrainy: Shtuchni vodoimy – vodokhovyshcha i stavky [Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs - reservoirs and ponds]: dovidn. / za red. V.K. Khilchevskoho, V.V. Hrebenia. K. : Inter-pres LTD, 2014. 164 s. **6.** Volynske oblasne upravlinnia vodnykh resursiv [Volyn Regional Department of Water Resources]. URL: <http://vodgosp.ukrbiznes.com>. **7.** Ekolohichniy pasport. Volynska oblast [Ecological passport. Volyn region] / A.A. Parchuk, S.O. Rudyk, O.O. Hrytsai. Lutsk, 2015. 93 s. **8.** Zhuk V.M. Vprovadzhennia baseinovoho pryntsyphu upravlinnia vodnymy resursamy [Introduction of the basin principle of water resources management]. URL: <http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/conf/2013-2/doc/1/06.pdf>. **9.** Kovalchuk I.P., Zhelyih S.I., Krutaya N.S., Cherniy V.M. Prudy Lvovskoy oblasti: vodohozyaystvennaya rol, ekologicheskoe sostoyanie, optimizatsionnyie meropriyatiya [Ponds of Lviv region: water management role, ecological state, optimization measures] // Sovremennyye problemy vodohranilisch i ih vodosborov: trudyi mezhdunar. nauch.-prakt. konf. : v 4 t. Perm, 2011. T. 3. S. 112. **10.** Kornus A.O., Danylchenko O.S. Landshaftno-hidrolohichne raionuvannia terytorii Sumskoi oblasti [Landscape and hydrological zoning of the Sumy region]. Nauk. zap. Ternopil. natsion. pedahoh. un-tu im. V. Hnatiuka. Ser.: Heohr, 2015. № 1. S. 49–56. **11.** Природа Волинської області [Nature of Volyn region] / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1975. 147 с. **12.** Reznikova K.O. Metodyka analizu heoekolohichnykh ryzykiv (na prykladi Volynskoi oblasti) [Methods of analysis of geoeological risks (on the example of Volyn region)] : avtoref. dys. ... k. heohr. n.; 11.00.11. K., 2007. 20 s. **13.** Udovychenko V. Teoretyko-metodolohichni aspekty doslidzhennia landshaftno-hidrolohichnoi struktury terytorii [Theoretical and methodological aspects of the study of landscape and hydrological structure of the territory]. Visn. Kyiv. natsion. un-tu im. T. Shevchenka. Ser.: Heohr. 2016. № 2 (65). S. 14–19.

#### **Проблеми геопросторового аналізу стану і функціонування ставкового господарства Волинської області**

**Грицюк І.В., Іванов Є.А., Ковальчук І.П.**

*Встановлено закономірності поширення ставків в межах басейнових, ландшафтних і ландшафтно-гідрологічних систем у Волинській області. Для оцінки стану і функціонування ставків в області дешифровано топографічні карти масштабу 1 : 50 000 і виявлено 586 ставків з площею водного дзеркала понад 0,5 га. Узагальнено результати оцінювання стану ставкового господарства регіону та запропоновано використовувати ландшафтно-гідрологічні системи як альтернативу інвентаризації водних об'єктів.*

**Ключові слова:** ставок; річка; басейнова система; ландшафтна система; ландшафтно-гідрологічна система.

#### **Проблемы геопространственного анализа состояния и функционирования прудового хозяйства Волынской области**

**Грицюк И.В., Иванов Е.А., Ковальчук И.П.**

*Рассмотрены закономерности распространения прудов в пределах бассейновых, ландшафтных и ландшафтно-гидрологических систем в Волынской области. Для оценки состояния и функционирования прудов в области дешифрованы топографические карты масштаба 1 : 50000 и выявлено 586 прудов с площадью водного зеркала более 0,5 га. Обобщены результаты оценки состояния прудового хозяйства региона и предложено использовать ландшафтно-гидрологические системы как альтернативу инвентаризации водных объектов.*

**Ключевые слова:** пруд; река; бассейновая система; ландшафтная система; ландшафтно-гидрологическая система.

#### **Problems of Volyn region pond farms conditions and functioning geospatial analysis**

**Grytsyuk I.V., Ivanov E.A., Kovalchuk I.P.**

*The ponds distribution regularities within the basin, landscape and landscape-hydrological systems in the Volyn region have been established. The geospatial pond farms conditions and functioning analysis of region made it possible to evaluate advantages and disadvantages to use appropriate types of systems for these needs. To estimate basin systems saturation level by ponds was processed topographic maps of 1 : 50,000 scale. 586 ponds with an area of water mirror over 0.5 ha were identified on them. The average area of reservoirs is 6.4–67.5 ha. Construction and exploitation of ponds in river basins of Volyn region*

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2020. № 3 (58)**

significantly changes their landscape structure, influences on functioning of water bodies. The peculiarity of region is considerable river regulation on its upper parts. Maximum transformations (including hydrotechnical ones) have undergone floodplain complexes of small rivers, first of all on rivers Lypa, Luga, Serny and Chornoguzka.

In the Pripyat basin, counting about 456 pond's with a total water mirror area of 3 400,61 ha. Most ponds are concentrated in Goryn, Styr, Stokhid and Turiya basin systems. In Western Bug basin there are 131 ponds with a total area of 841.78 ha. The basin is characterized by higher rates of pond density (over 40 units/1000 km<sup>2</sup>).

Most of ponds are locating in Luga river basin (110 units). For individual landscape places, quantitative parameters of pond differ, and the pond density varies from 7,69 to 86,48 units/1000 km<sup>2</sup>. The highest pond density is characteristic for Volyn highland. It is declining substantially in northeast direction, especially within Polissya alluvial-lakes, floodplains and terraces places of region.

It is proposed to use landscape-hydrological systems as an alternative to inventory of water bodies. The highest counts of ponds in region are in Styr-III sub-basins (175 units; 29.9 % of their total) and Luga-III (109 units). Density of ponds in these sub-basins exceeds 50–80 units/1000 km<sup>2</sup>. The high density of ponds is characteristic of Goryn-III sub-basin, especially of territory stocking index (13.52 km<sup>2</sup>/1000 km<sup>2</sup>). In recent years, there has been a tendency to increase of pond farms number in region.

**Keywords:** pond; river; basin system; landscape system; landscape-hydrological system.

**Надійшла до редколегії 25.03.2020**

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.11>

УДК 556: 114 + 574.64

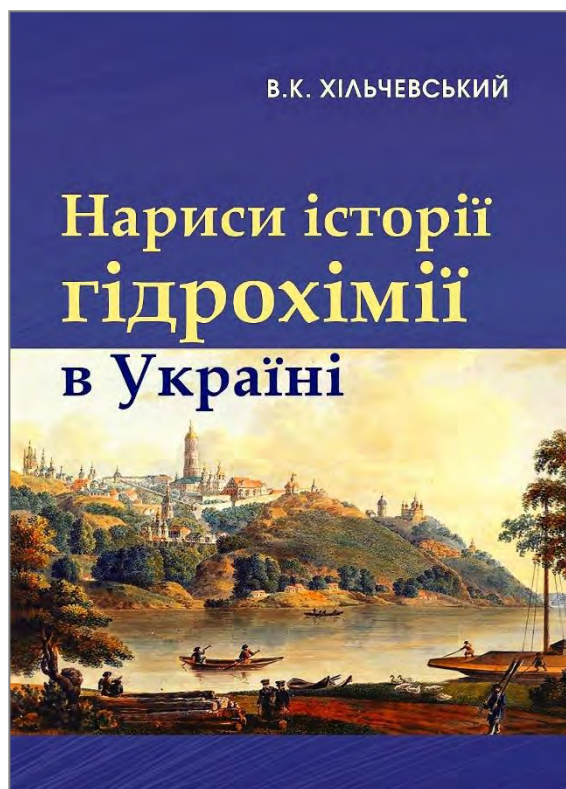
**Забокрицька М.Р.**

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк*

### **«НАРИСИ ІСТОРІЇ ГІДРОХІМІЇ В УКРАЇНІ» (2020 р.) – ПЕРША МОНОГРАФІЯ ПРО ІСТОРІЮ ГІДРОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ**

*Ключові слова: Україна, гідрохімія, наукова школа, періоди в історії досліджень, поверхневі води, гідрохімічний моніторинг*

*Хільчевський В.К. Нариси історії гідрохімії в Україні.- Київ: ДІА, 2020. - 136 с.  
(+вкладка кол. фотоіл. 12 с.). Бібліогр. 352. - ISBN 978-617-7785-07-0*



На початку 2020 р. у видавництві «ДІА» (м. Київ) вийшла друком монографія «Нариси історії гідрохімії в Україні» [10]. Її автор - Хільчевський Валентин Кирилович - доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, почесний працівник гідрометслужби України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедри гідрології та гідроекології (2000-2019 рр.) географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, з 2019 р. – професор кафедри гідрології та гідроекології.

Слід відзначити, що професора В.К. Хільчевського можна назвати істориком науки, якою він займається. Ним самим, або за його участю написано багато праць, у яких висвітлюються різні сторони історії гідрохімії й гідрології у нашій країні, розвитку сучасних досліджень хімічного складу природних

вод в інститутах НАН України та університетах [3, 4].

**З історичного огляду.** Як пише автор в монографії: «Нашим сучасникам певною мірою властиво ідеалізувати якість навколишнього природного середовища в минулі часи, зокрема і водних об'єктів. Але варто відзначити, що і 150-170 років тому проблема забруднення поверхневих вод вже існувала». І першими нею зацікавилися іхтіологи у зв'язку зі зменшенням вилову риби через скиди стічних вод цукрових заводів.

Згадуючи уривчасті відомості про перші дослідження хімічного складу мінеральних вод в Карпатському регіоні в XVIII і XIX ст., за певну історичну віху в



гідрохімічних дослідженнях В.К. Хільчевський бере 1907 р. У цьому році було опубліковано одну з перших наукових праць про хімічний склад поверхневих вод на території України - «Материалы по вопросу о колебаниях состава речной воды: Химическое исследование воды реки Роси 1904-1905 гг.» [6]. Її автор - Ф.Ф. Кіркор - викладач Київського політехнічного інституту. Робота виконана за матеріалами досліджень лабораторії Всеросійського товариства цукрозаводчиків.

У 1911 р. з'явилася публікація Є.С. Буркзера про радіоактивність водопровідної води в Одесі. А вже на початку 1920-х рр. вчений почав досліджувати хімічний склад поверхневих вод - соляних озер України для потреб бальнеології. І хоча дослідник увійшов в історію української науки як вчений-геохімік і радіолог, його заслуги в області гідрохімії також очевидні.

Але справжній початок розвитку гідрохімічних досліджень В.К. Хільчевський пов'язує з інституціональними змінами та запитами економіки в 1920-і рр. в колишньому СРСР.

Важливим організаційним фактором у розвитку практичного моніторингу вод стало створення гідрометеорологічної служби в Україні (1921 р.), якій згодом було доручено вести спостереження за хімічним складом поверхневих вод на гідрологічних постах [20]. У 1930-х рр. інформацію про хімічний склад річкових вод стали друкувати в «Гідрологічних щорічниках».

Приводом для залучення гідрохіміків до реалізації важливих водогосподарських проектів стало будівництво в 1932 р. Дніпровського водосховища біля Запоріжжя (ДніпроГЕС), а також початок робіт з обводнення індустріального регіону Донбасу.

Після Другої світової війни розгорнулося будівництво дніпровського каскаду водосховищ, яке тривало протягом 1950-1974 рр. Згодом, у 1960-1970 рр. настав період масового будівництва осушувальних систем на Поліссі.

Якщо взяти до уваги, що в Україні у цей час інтенсивно створювалися нові промислові об'єкти, то стане очевидним значне зростання антропогенного впливу на якість поверхневих вод.

На початку 1970-х рр. на території колишнього СРСР була створена система гідрохімічного моніторингу водних об'єктів в рамках загальнодержавної системи спостереження і контролю (ЗДССК) навколишнього природного середовища. Виходили щоквартальні «Гідрохімічні бюлетені» з розширеним переліком пунктів спостереження за поверхневими водами і діапазоном хімічних компонентів (у тому числі забруднювальних речовин), які в Україні видавало Українське управління по гідрометеорології і контролю природного середовища Державного комітету з гідрометеорології СРСР на основі даних власних спостережень.

У 1982 р. в рамках РЕВ (Рада економічної взаємодопомоги, яка об'єднувала країни колишнього соціалістичного блоку) були прийняті «Єдині критерії якості вод», що застосувалися до поверхневих вод.

У 1986 р. сталася аварія на Чорнобильській АЕС, відбулося радіаційне забруднення водної екосистеми Дніпра, який забезпечує водою багато мільйонів жителів. Була проведена велика робота з організації нової системи радіаційного моніторингу природних вод в Україні.

Сучасне реформування системи моніторингу вод в Україні пов'язано з Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, підписаною в 2014 р. Ця Угода стимулювала реформування багатьох сфер діяльності держави, в тому числі й екологічної, пов'язаної з управлінням водними ресурсами та їхньою якістю. У 2016 р. Верховною Радою України був прийнятий Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо запровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом», в якому імплементовано

низку положень Водної рамкової директиви ЄС. Цим законом внесено зміни й до Водного кодексу України.

У 2018 р. постановою Кабінету Міністрів України затверджено «Порядок здійснення державного моніторингу вод». Передбачено, що комплексний державний моніторинг вод повинен здійснюватися на основі контролю за біологічними, гідроморфологічними, хімічними й фізико-хімічними показниками водних масивів. Провідним відомством з ведення моніторингу вод визначено Державне агентство водних ресурсів України під егідою Міністерства енергетики та захисту довкілля України.

*Установи гідрохімічного профілю.* Масштабні завдання, що поставали в 1960-1980-х рр., призвели до появи в інститутах низки нових структурних підрозділів (лабораторій, відділів) з вивчення якості вод. В цілому, вони плідно працювали над поставленими завданнями. Але з набуттям Україною незалежності в 1991 р., на жаль, відбулося падіння економіки країни, не стало великих інфраструктурних проєктів. Тому коло установ, пов'язаних з вивченням якості вод звузилося, а в решти інститутів - зменшився потенціал.

Як відзначає автор монографії, на сьогодні збереглися наукові гідрохімічні школи в Інституті гідробіології НАН України (м. Київ), Українському гідрометеорологічному інституті Державної служби України з надзвичайних ситуацій та НАН України (м. Київ). Займаються гідрохімією в Українському інституті екологічних проблем (м. Харків).

Серед закладів вищої освіти варто відзначити наукову гідрохімічну школу Київського національного університету імені Тараса Шевченка, якій належить чільне місце в розробці навчально-методичної бази, створенні перших в Україні базових підручників з гідрохімії [2, 7, 21, 22]. Займаються окремими питаннями гідрохімії в Одеському державному екологічному університеті, Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара, Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича, Східноєвропейському національному університеті імені Лесі Українки (м. Луцьк), Національному університеті водного господарства та природокористування (м. Рівне) [1, 9, 18, 23].

**Структура монографії** складається з двох основних частини. У першій частині (розділи 1 і 2) розглянуто розвиток гідрохімічних досліджень в Україні за чотирма умовними хронологічними періодами (з 1920-х рр. і до 2020 р.). Для характеристики цих досліджень використовувалися опубліковані матеріали багатьох десятків українських вчених, які займалися питаннями гідрохімії поверхневих вод протягом ХХ ст. і на початку ХХІ ст. Серед них праці таких відомих українських вчених-гідрохіміків, як О.М. Алмазов, Є.С. Бурксер, О.І. Денисова, Л.М. Горєв, П.М. Линник, Б.Й. Набиванець, В.І. Пелешенко, В.І. Осадчий, В.К. Хільчевський та ін.

У другій частині роботи (розділ 3) більш детально висвітлено 50-річний період досліджень наукової гідрохімічної школи Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1970-2020 рр.), до якої належить і сам автор.

*Розділ 1 присвячено розвитку гідрохімічних досліджень поверхневих вод в Україні (1920-2020 рр.).* В історії гідрохімічних досліджень в Україні В.К. Хільчевський виділяє чотири періоди: перший період (1920-і - 1950-і рр.) - початок систематичних досліджень хімічного складу поверхневих вод; другий період (1950-і - 1970-і рр.) - розширення гідрохімічних досліджень для забезпечення потреб водогосподарського та гідроенергетичного будівництва; третій період (1970-і - до початку 2000-х рр.) - розвиток комплексних гідрохімічних досліджень в умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні об'єкти; четвертий період (з

початку 2000-х рр.) - реформування гідрохімічних досліджень і моніторингу вод згідно вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу.

Перший період (1920-і - 1950-і рр.) - початок систематичних досліджень хімічного складу поверхневих вод, поява регулярних спостережень за хімічним складом води на постах гідрометслужби на річках Дніпро, Південний Буг (1930-ті рр.), публікація цих даних в «Гідрологічних щорічниках». Початок гідрохімічних досліджень для окремих великих проектів (ДніпроГЕС).

Другий період (1950-і - 1970-і рр.) - розширення гідрохімічних досліджень для забезпечення потреб водогосподарського та гідроенергетичного будівництва, прогнозування впливу на якість водних ресурсів. Збільшення кількості пунктів спостереження за хімічним складом води на річках. Розвиток гідрохімії водосховищ (Інститут гідробіології НАН України), гідрохімічне районування України (для малих і середніх річок). Поява щоквартальних «Гідрохімічних бюлетенів» (1967 р.).

Третій період (1970-і - до початку 2000-х рр.) - розвиток комплексних гідрохімічних досліджень в умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні об'єкти, створення системи моніторингу водних об'єктів в рамках ЗДССК (1973 р.). Поява нових підрозділів гідрохімічного профілю. Застосування санітарно-гігієнічних критеріїв до якості вод (ГДК). В системі гідрометслужби в 1970-1980-і рр. діяло 284 пункти гідрохімічного моніторингу, відбувалася публікація щоквартальних «Гідрохімічних бюлетенів», надалі «Щорічних даних про якість поверхневих вод». Розвиток радіоекологічних досліджень природних вод після аварії на ЧАЕС (1986 р.). Вперше в колишньому СРСР було розпочато підготовку гідрологів за спеціалізацією «гідрохімія» в Київському державному університеті імені Т.Г. Шевченка (1975 р.). У 2000 р. започатковано періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» [13-15].

Четвертий період (з початку 2000-х рр.) - реформування гідрохімічних досліджень і моніторингу вод згідно вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу (у 2014 р. – підписано Угоду про асоціацію Україна-ЄС). Державний моніторинг поверхневих вод повинен виконуватися за біологічними, гідроморфологічними, хімічними і фізико-хімічними показниками на основі референсних значень контрольованих у воді показників для різних річкових басейнів. Моніторинг вод з 2020 р. має здійснюватися за масивами поверхневих вод. Визначатиметься їхній екологічний та хімічний стан. У 2019 р. гідрометеорологічні підрозділи ДСНС України вели гідрохімічний моніторинг поверхневих вод на 327 створах і 56 морських станціях, Держводагентство України - на 436 створах.

*Розділ 2 присвячено характеристиці наукових гідрохімічних шкіл в Україні. За розглянуті періоди досліджень сформувалося кілька наукових гідрохімічних шкіл (центрів), які автор локалізує за установами: Інститут гідробіології НАН України (регіональні гідрохімічні дослідження та розвиток хіміко-аналітичних досліджень важких металів у воді та донних відкладах); Київський національний університет імені Тараса Шевченка (регіональні гідрохімічні дослідження та впровадження результатів наукових досліджень у навчальний процес); Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (регіональні гідрохімічні дослідження та застосування моделювання для вивчення виносу хімічних речовин з водозборів).*

У цих центрах велася також підготовка докторів і кандидатів наук, які захищали дисертації з гідрохімічної тематики. Автору вдалося зібрати інформацію про всі докторські (13 робіт) та кандидатські (42 роботи) дисертації з гідрохімічної тематики, захищені українськими науковцями в часи колишнього СРСР та роки незалежності держави.

Треба відзначити, що безпосередньо за науковою спеціальністю 11.00.10 «Гідрохімія» на географічні науки було захищено три докторські (В.І. Пелешенко, О.І. Денисова, Л.М. Горєв) і три кандидатські дисертації (М.І. Ромась, Й.В. Гриб, В.К. Хільчевський). Це відбулося, коли дана спеціальність існувала в переліку ВАК СРСР як самостійна (1981-1987 рр.). Переважну більшість інших дисертацій захищено за науковою спеціальністю 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія».

В часи колишнього СРСР українськими вченими було захищено 7 докторських і 7 кандидатських дисертацій з гідрохімічної тематики (1960-1991 рр.). В часи незалежності України – 6 докторських і 35 кандидатських дисертацій з гідрохімічної тематики (1992-2020 рр.).

В Україні двічі цикли наукових праць з гідрохімічної тематики були *удостоєні Державної премії України в галузі науки і техніки*: в 1972 р. і в 2017 р.

В 1972 р. авторський колектив вчених-гідрохіміків Інституту гідробіології АН УРСР був удостоєний Державної премії УРСР в галузі науки і техніки за цикл наукових праць «Гідрохімія поверхневих вод України». Лауреатами Державної премії України стали: О.М. Алмазов; М.Б. Фельдман; Ю.Г. Майстренко; О.П. Нахшина; О.І. Денисова; Г.Д. Коненко [8, 10]. Гідрохіміки Інституту гідробіології АН УРСР вперше дослідили і узагальнили дані стосовно гідрохімії річок і ставків України; гідрохімічних особливостей гирлових областей річок; гідрохімічного режиму дніпровських водосховищ. Отримані результати використано при плануванні та реалізації науково обґрунтованих заходів з комплексного використання та охорони поверхневих вод.

В 2017 р. група українських вчених удостоєна Державної премії України в галузі науки і техніки за цикл наукових праць «Оцінка, прогнозування та оптимізація стану водних екосистем України». Лауреатами Державної премії України стали: В.І. Осадчий та Ю.Б. Набиванець (Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України); В.К. Хільчевський (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); П.М. Линник, О.О. Протасов та В.І. Щербак (Інститут гідробіології НАН України); Є.І. Никифорович (Інститут гідромеханіки НАН України); Б.Ю. Корнілович (НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»). Перші чотири учасники в цьому колективі - вчені-гідрохіміки. В циклі наукових праць «Оцінка, прогнозування та оптимізація стану водних екосистем України» обґрунтовуються нові прогресивні методи і реалізуються сучасні технології моніторингу, оцінювання, прогнозування та оптимізації стану водних екосистем в широкому спектрі їх залежності від антропогенного впливу і спрямованого на комплексне екологічно безпечне використання та охорону водних об'єктів та їхніх водозборів з урахуванням особливостей кліматичних і соціально-економічних умов в країні [5].

*Розділ 3 - присвячено характеристиці гідрохімічних досліджень в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (1970-2020 рр.).* Як відзначено в монографії, в 1970 р. на геологічному факультеті Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка була створена науково-дослідна лабораторія гідрохімії. А в 1971 р. було прийнято постанову Ради Міністрів УРСР (№ 570 від 17.12.1971 р.) «Про організацію в Київському державному університеті імені Т.Г. Шевченка проблемної науково-дослідної гідрохімічної лабораторії». За цією постановою на проблемну лабораторію гідрохімії покладалося «вивчення регіональних закономірностей формування фізико-хімічної обстановки в природних водах суші». Було видано наказ ректора Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка № 95 від 11.05.1972 р., за яким ПНДЛ гідрохімії вже входила в структуру кафедри гідрології суші географічного факультету. А науковим керівником було призначено кандидата геолого-мінералогічних наук, доцента В.І. Пелешенка,

який згодом став доктором географічних наук, професором, почесним працівником гідрометслужби України, заслуженим діячем науки і техніки УРСР, завідувачем кафедри, яка з 1976 р. стала називатися кафедра гідрології та гідрохімії [16, 17].

Через 30 років (у 2002 р.) наказом ректора науковим керівником лабораторії був призначений доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри гідрології та гідроекології В.К. Хільчевський - згодом почесний працівник гідрометслужби України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки [16, 17].

Гідрохіміки - завідувачі лабораторії: Я.С. Пилип'юк (1970-1972 рр.); Д.В. Закревський (1974-2001 рр.); М.І. Ромась (1972-1974 рр., 2001-2009 рр.). У 1970--1980-х рр. у штаті лабораторії працювало до 15 співробітників [11, 17].

Зміни в назві лабораторії: проблемна науково-дослідна лабораторія гідрохімії (1971-1992 рр.); проблемна науково-дослідна лабораторія гідроекології та гідрохімії (1992-2002 рр.); науково-дослідна лабораторія гідроекології та гідрохімії (2002-2008 рр.); науково-дослідний сектор гідроекології та гідрохімії (з 2008 р).

Кафедра, в структурі якої була лабораторія, також змінювала свою назву: гідрології суші (1949-1976 рр.); гідрології та гідрохімії (1976-2002 рр.); гідрології та гідроекології (з 2002 р.).

В цілому, характеризуючи 50-річний період досліджень наукової гідрохімічної школи Київського національного університету імені Тараса Шевченка, автор виділяє два значних за тривалістю періоди в її діяльності: 1) регіональні гідрохімічні дослідження на основі даних, отриманих в експедиціях (1971-1995 рр.); 2) регіональні гідрохімічні дослідження на основі інформації про якість вод галузевих моніторинрів (1996-2020 рр.)

Впровадження результатів досліджень у навчальний процес здійснювалося шляхом використання наукових результатів при складанні програм нових спецкурсів, розробці лекцій, створенні методичних рекомендацій щодо виконання лабораторних робіт, при написанні підручників і навчальних посібників.

Особливо слід відзначити навчальні посібники з грифом Міністерства освіти України: «Меліоративна гідрохімія» (Горєв Л.М., Пелешенко В.І., 1984); «Методика гідрохімічних досліджень» (Горєв Л.М., Пелешенко В.І., 1985); «Регіональна гідрохімія» (Горєв Л.М., Ніканоров А.М., Пелешенко В.І., 1989); «Радіоактивність природних вод» (Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К., 1993); «Агрогідрохімія» (Хільчевський В.К., 1995); «Інженерна гідрохімія» (Сніжко С.І., 2001); «Гідрохімія океанів і морів» (Хільчевський В.К., 2003).

Підручники з грифом Міністерства освіти України: «Основи меліоративної гідрохімії» (Горєв Л.М., Пелешенко В.І., 1991); «Гідрохімія України» (Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К., 1995); «Основи моделювання в гідроекології» (Горєв Л.М., 1996); «Загальна гідрохімія» (Пелешенко В.І., Хільчевський В.К., 1997); «Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти» (Хільчевський В.К., 1999); «Оцінка та прогнозування якості природних вод» (Сніжко С.І., 2001); «Основи гідрохімії» (Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М., 2012); «Регіональна гідрохімія України» (Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М., 2019).

У 1993 р. було створено спеціалізовану вчену раду Д 26.001.22 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка з правом прийняття до розгляду та проведення захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора і кандидата географічних наук за спеціальностями: 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія»; 11.00.09 «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія» (наказ ВАК України № 59 від 10 травня 1993 р.). Спецрада працювала протягом 1993-2018 рр. Голови спецради: В.І. Пелешенко (1993-2003 рр.); В.К. Хільчевський

(2003-2018 рр.). Всього в спецраді було захищено 6 докторських і 30 кандидатських дисертацій з гідрохімічної тематики [19].

З 2000 р. в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка почав виходити періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (головний редактор – В.К. Хільчевський) [13-15]. А в 2001 р. започатковано проведення Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» [12].

#### **Висновки.**

1). Монографічне дослідження професора В.К. Хільчевського «Нариси історії гідрохімії в Україні» (2020) є важливим науковим джерелом, створеним на документальній основі вченим, який глибоко знає предмет і сам був учасником багатьох подій, що відбувалися в українській гідрохімії.

2). Наведена в монографії інформація і факти матимуть надзвичайну цінність з позицій вивчення історії гідрохімії молодими науковцями, оскільки сьогодні відбувається реформування в науці і освіті, запроваджуються нові поняття і терміни. Наприклад, змінюється номенклатура назв спеціальностей. Так, набір аспірантів гідрологів-гідрохіміків з 2016 р. здійснюється вже за спеціальністю 103 «Науки про Землю» на освітньо-наукову програму «Гідрологія». А з 2021 р. заплановано повністю перехід на нову форму захисту дисертацій (зокрема, науковий ступінь кандидата наук буде замінено на ступінь доктора філософії).

#### **Список літератури**

1. Гідрологія в університетах України – історія, состояние, перспективи / 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. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Гідрохімія України. Київ. Вища школа, 1995. 307 с. 3. Гребень В.В., Забокрицкая М.Р. Университетская деятельность и основные направления гидролого-гидрохимических исследований профессора В.К. Хильчевского // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. 2(49). С. 59-92. 4. Гребень В.В., Забокрицька М.Р. Український гідролог-гідрохімік Валентин Хильчевський. Київ. ДІА. 2018. 216 с. 5. Забокрицкая М.Р. Оценка, прогнозирование и оптимизация состояния водных экосистем – работа, удостоенная Государственной премии Украины 2017 года // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. 4 (47). С. 83-100. 6. Куркор Ф.Ф. Материалы по вопросу о колебаниях состава речной воды: Химическое исследование воды реки Роси 1904-1905 гг. Киев. Типография Р.К. Лубковского. 1907. 124 с. 7. Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Загальна гідрохімія: підручник. Київ. Либідь. 1997. 384 с. 8. Українські гідрологи, гідрохіміки, гідроекологи / В.К. Хильчевський, В.І. Осадчий, В.В. Гребень, В.О. Манукало, В.М. Самойленко / За ред. В.К. Хильчевського. Київ. Ніка-Центр. 2004. 176 с. 9. Університетська гідрологічна наука в Україні та перспективи подальшого її розвитку / В.К. Хильчевський, Е.Д. Голченко, Н.С. Лобода, О.Г. Ободовський, В.В. Гребень, Ж.Р. Шакирзанова, Ю.С. Ющенко, Н.П. Шерстюк, В.А. Овчарук // Український гідрометеорологічний журнал. 2017. 19. С. 90-105. 10. Хильчевський В.К. Нариси історії гідрохімії в Україні. Київ: ДІА, 2020. 136 с. 11. Хильчевський 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. 4 (39). С. 64-71. 12. Хильчевський В.К. Про роботу VII Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (Київ, 2018) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2018. № 4 (51). – С. 138-142. 13. Хильчевський В.К. Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» за 2000-2010 рр. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. 2 (23). С. 185-231. 14. Хильчевський В.К. Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" за 2011-2015 рр. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. 4 (39). С. 72-90. 15. Хильчевський В.К. Узагальнений перелік публікацій у науковому збірнику «Гідрологія, гідрохімія та

гідроекологія» за 2016-2020 рр. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. 2 (57). С. 88–104. **16.** Хильчевский В.К. Кафедра гидрологии и гидроэкологии Киевского университета имени Тараса Шевченко - 70 лет подготовки кадров и научных исследований (1949-2019 гг.) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019.1(52). С.6-35. **17.** Хильчевский В.К. Научная гидрохимическая школа Киевского национального университета имени Тараса Шевченко – 50 лет исследования природных вод // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. 4(51). С.6-46. **18.** Хильчевский В.К. Очерк истории гидрохимии поверхностных вод в Украине // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. 2(57). С. 5-87. **19.** Хильчевский В.К., Круковская А.В., Гребень В.В. 25 лет деятельности спецсовета по защите диссертаций по гидрологии и метеорологии в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (1993-2018 гг.) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. 1(48). С. 80-98. **20.** Хильчевський В.К., Осадчий В.І. Національній гідрометеорологічній службі в Україні – 95 років: хронологія змін // Наукові праці Українського гідрометеорологічного інституту. 2016. 259. С. 67- 75. **21.** Хильчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ. Ніка-Центр, 2012. 312 с. **22.** Хильчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ. ВПЦ «Київський університет». 2019. 343 с. **23.** Khilchevskiy V.K., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R. Researchs of the chemical composition of surface water in Ukraine, 1920-2020 (review) // Journal of Geology, Geography and Geoeology 2020. 29(2). P. 304-326. DOI: 10.15421/112028.

### Reference

**1.** Hidrologiya v universitetakh Ukrainy` – istoriya, sostoyanie, perspektivy` [Hydrology at Ukrainian universities - history, status, prospects] / V.K. Khil`chevskij, E.D. Gopchenko, N.S. Loboda, A.G. Obodovskij, V.V. Greben`, Zh.R. Shakirzanova, Yu.S. Yushhenko, N.P. Sherstyuk, V.A. Ovcharuk // Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2017. 4 (47). S. 6-28. **2.** Horiev L.M., Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. Hidrokhimiiia Ukrainy [Hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv. Vyshcha shkola, 1995. 307 s. **3.** Greben` V.V., Zabokriczkaya M.R. Universitetskaya deyatel`nost` i osnovny`e napravleniya gidrologo-gidrokhimicheskikh issledovaniy professora V.K. Khil`chevskogo [University activities and the main directions of hydrological and hydrochemical studies of Professor V.K. Khilchevskiy] // Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. 2(49). S. 59-92. **4.** Hrebin V.V., Zabokrytska M.R. Ukrainyskiy hidroloh-hidrokhimik Valentyn Khilchevskiy [Ukrainian hydrologist-hydrochemist Valentyn Khilchevskiy]. Kyiv. DIA. 2018. 216 s. **5.** Zabokriczkaya M.R. Ocenka, prognozirovanie i optimizacziya sostoyaniya vodny`kh e`kosistem – rabota, udostoennaya Gosudarstvennoj premii Ukrainy` 2017 goda [Assessment, forecasting and optimization of the state of aquatic ecosystems - a work awarded the State Prize of Ukraine 2017] // Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2017. 4 (47). S. 83-100. **6.** Kirkor F.F. Materialy` po voprosu o kolebaniyakh sostava rechnoj vody`: Khimicheskoe issledovanie vody` reki Rosi 1904-1905 gg. [Materials on the issue of fluctuations in the composition of river water: A chemical study of the water of the Ros River 1904-1905]. Kiev. Tipografiya R.K. Lubkovskogo. 1907. 124 s. **7.** Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. Zahalna hidrokhimiiia: pidruchnyk [General hydrochemistry: a textbook]. Kyiv. Lybid. 1997. 384 s. **8.** Ukrainski hidrolohy, hidrokhimiky, hidroekolohy [Ukrainian hydrologists, hydrochemists, hydroecologists] / V.K. Khilchevskiy, V.I. Osadchyi, V.V. Hrebin, V.O. Manukalo, V.M. Samoilenko / Za red. V.K. Khilchevskoho. Kyiv. Nika-Tsentr. 2004. 176 s. **9.** Universytetska hidrolohichna nauka v Ukraini ta perspektyvy podalshoho yii rozvytku [University hydrological science in Ukraine and prospects for its further development] / V.K. Khilchevskiy, Ye.D. Hopchenko, N.S. Loboda, O.H. Obodovskiy, V.V. Hrebin, Zh.R. Shakirzanova, Yu.S. Yushchenko, N.P. Sherstiuk, V.A. Ovcharuk // Ukrainyskiy hidrometeorolohichnyi zhurnal. 2017. 19. S. 90-105. **10.** Khilchevskiy V.K. Narysy istorii hidrokhimii v Ukraini [Essays on the History of Hydrochemistry in Ukraine]. Kyiv: DIA, 2020. 136 s. **11.** Khilchevskiy V.K. Pershi kompleksni hidrokhimichni doslidzhennia Shatskykh ozer na Volyni u 1975 r. – pochatok formuvannia naukovoї shkoly hidrokhimii ta hidroekolohii Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka [The first comprehensive hydrochemical studies of the Shatsk Lakes in Volyn in 1975 - the beginning of the formation of the Scientific School of Hydrochemistry and Hydroecology of the Taras Shevchenko National University of Kyiv] // Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2015. 4 (39). S. 64-71. **12.** Khilchevskiy V.K. Pro robotu VII Vseukrainskoi naukovoї konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu «Problemy hidrolohii,

гідрохімії, гідрокології» (Kyiv, 2018) [About the work of the VII All-Ukrainian scientific conference with international participation "Problems of hydrology, hydrochemistry, hydroecology" (Kyiv, 2018)] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. - 2018. № 4 (51). – S. 138-142. **13.** *Khilchevskiy V.K.* Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku «Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia» za 2000-2010 rr. [Generalized list of publications in the scientific collection "Hydrology, hydrochemistry and hydroecology" for 2000-2010] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2011. 2 (23). S. 185-231. **14.** *Khilchevskiy V.K.* Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku "Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia" za 2011-2015 rr. [Generalized list of publications in the scientific collection "Hydrology, hydrochemistry and hydroecology" for 2011-2015] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2015. 4 (39). S. 72-90. **15.** *Khilchevskiy V.K.* Uzahalnenyi perelik publikatsii u naukovomu zbirnyku «Hidrolohiia, hidrokhimiia ta hidroekolohiia» za 2016-2020 rr. [Generalized list of publications in the scientific collection "Hydrology, hydrochemistry and hydroecology" for 2016-2020] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2020. 2 (57). S. 88–104. **16.** *Khilchevskiy V.K.* Kafedra gidrologii i gidroekologii Kievskogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko - 70 let podgotovki kadrov i nauchnykh issledovaniy (1949-2019 gg.) [Department of Hydrology and Hydroecology Taras Shevchenko University of Kyiv - 70 years of training and research (1949-2019)] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2019.1(52). S.6-35. **17.** *Khilchevskiy V.K.* Nauchnaya gidrokhimicheskaya shkola Kievskogo natsional'nogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko – 50 let issledovaniya prirodnykh vod [Scientific hydrochemical school of Taras Shevchenko National University of Kyiv - 50 years of natural water research] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2018. 4(51). S.6-46. **18.** *Khilchevskiy V.K.* Ocherk istorii gidrokhimii poverkhnostnykh vod v Ukraine [Essay on the history of surface water hydrochemistry in Ukraine] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2020. 2(57). S. 5-87. **19.** *Khilchevskiy V.K., Krukovskaya A.V., Greben V.V.* 25 let deyatelnosti spetssoвета po zashchite dissertatsiy po gidrologii i meteorologii v Kievskom natsional'nom universitete imeni Tarasa Shevchenko (1993-2018 gg.) [25 years of activity of the special council for the defense of dissertations in hydrology and meteorology at the Taras Shevchenko National University of Kyiv (1993-2018)] // *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*. 2018.1(48). S. 80-98. **20.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I.* Natsionalnii hidrometeorologicheskii sluzhbi v Ukraini – 95 rokov: khronolohiia zmin [National Hydrometeorological Service in Ukraine - 95 years: chronology of changes] // *Naukovi pratsi Ukrainського hidrometeorologicheskogo instytutu*. 2016. 259. S. 67- 75. **21.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Osnovy gidrokhimii: pidruchnyk [Fundamentals of hydrochemistry: textbook]. Kyiv. Nika-Tsentr, 2012. 312 s. **22.** *Khilchevskiy V.K., Osadchyi V.I., Kurylo S.M.* Rehionalna gidrokhimiia Ukrainy: pidruchnyk [Regional hydrochemistry of Ukraine: textbook]. Kyiv. VPTs «Kyivskiy universytet». 2019. 343 s. **23.** *Khilchevskiy V.K., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R.* Researchs of the chemical composition of surface water in Ukraine, 1920-2020 (review) // *Journal of Geology, Geography and Geoecology* 2020. 29(2). P. 304-326. DOI: 10.15421/112028.

**«Нариси історії гідрохімії в Україні» (2020 р.) – перша монографія про історію гідрохімічних досліджень в Україні**

**Забокрицька М.Р.**

*В статті представлено і проаналізовано монографію «Нариси історії гідрохімії в Україні» (автор В.К. Хільчевський - професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка), яку видано у 2020 р. Це перше подібне монографічне дослідження. Монографія присвячена історії гідрохімічних досліджень поверхневих вод в Україні. У вступній частині здійснено екскурс з цього питання в XVIII-XIX ст. Перша частина книги присвячена огляду гідрохімічних досліджень поверхневих вод та їхньої якості, що виконувалися українськими вченими інститутів НАН України, галузевих установ та закладів вищої освіти (1920-2020 рр.). У другій частині висвітлено формування та історія наукової гідрохімічної школи Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1970-2020 рр.), до якої належить автор. Книга буде корисною науковим працівникам і фахівцям-практикам, які займаються питаннями гідрохімії та якості води, викладачам та студентам, які вивчають гідрохімічні та гідроекологічні дисципліни.*

**Ключові слова:** Україна, гідрохімія, наукова школа, періоди в історії досліджень, поверхневі води, гідрохімічний моніторинг.



**«Очерки истории гидрохимии в Украине» (2020 г.) - первая монография об истории гидрохимических исследований в Украине**

**Забокрицкая М.Р.**

*В статье представлена и проанализирована монография «Очерки истории гидрохимии в Украине» (автор В.К. Хильчевский - профессор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко), изданная в 2020 г. Это первое подобное монографическое исследование. Монография посвящена истории гидрохимических исследований поверхностных вод в Украине. Во вступительной части осуществлен экскурс по этому вопросу в XVIII-XIX вв. Первая часть книги посвящена обзору гидрохимических исследований поверхностных вод и их качества, которые выполнялись украинскими учеными институтов НАН Украины, отраслевых учреждений и заведений высшего образования (1920-2020 гг.). Во второй части освещено формирование и история научной гидрохимической школы Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (1970-2020 гг.), к которой принадлежит и сам автор. Книга будет полезной научным работникам и специалистам-практикам, занимающимся вопросами гидрохимии и качества воды, преподавателям и студентам, изучающим гидрохимические и гидроэкологические дисциплины.*

**Ключевые слова:** Украина, гидрохимия, научная школа, периоды в истории исследований, поверхностные воды, гидрохимический мониторинг.

**"Essays on the History of Hydrochemistry in Ukraine" (2020) - the first monograph on the history of hydrochemical studies in Ukraine**

**Zabokrytska M.R.**

*The article analyzes the monograph Essays on the History of Hydrochemistry in Ukraine (author Valentyn Khilchevskiy - professor at Taras Shevchenko National University of Kyiv), published in 2020. This is the first such monographic study. The monograph is devoted to the history of hydrochemical studies of surface waters in Ukraine. In the introductory part, an excursion on this issue was carried out in the XVIII-XIX centuries. The first part of the book is devoted to a review of hydrochemical studies of surface waters and their quality, which were carried out by Ukrainian scientists of the institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine, industry institutions and institutions of higher education (1920-2020). As the author of the monograph notes, today scientific hydrochemical schools have been preserved at the Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine (Kyiv), the Ukrainian Hydrometeorological Institute of the State Emergency Service of Ukraine and the NAS of Ukraine (Kyiv). They are engaged in hydrochemistry at the Ukrainian Institute of Environmental Problems (Kharkov). Among the higher educational institutions, it is worth noting the scientific hydrochemical school of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, which has a prominent place in the development of the educational and methodological base, the creation of the first basic textbooks on hydrochemistry in Ukraine. They deal with individual issues of hydrochemistry at Odessa State Ecological University, Oles Honchar Dnipro National University, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Lesya Ukrainka Eastern European National University (Lutsk), National University of Water Management and Nature Management (Rivne).*

*The second part describes the formation and history of the scientific hydrochemical school of the Taras Shevchenko National University of Kyiv (1970-2020), to which the author himself belongs.*

*The information and facts presented in the monograph will be of extreme value from the standpoint of studying the history of hydrochemistry by young scientists, since today there is a reform in science and education, new concepts and terms are being introduced. For example, the nomenclature of the names of specialties is changing. So, the recruitment of graduate students of hydrologists-hydrochemists since 2016 is already carried out in specialty 103 "Earth Sciences" to the educational and scientific program "Hydrology". And from 2021, it is planned to completely switch to a new form of defense of dissertations (in particular, the degree of candidate of sciences will be replaced by the degree of Doctor of Philosophy).*

*The book will be useful to scientists and practitioners dealing with issues of hydrochemistry and water quality, teachers and students studying hydrochemical and hydroecological disciplines.*

**Key words:** Ukraine, hydrochemistry, scientific school, periods in the history of research, surface water hydrochemical monitoring.

**Надійшла до редколегії 03.04.2020**

## 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/дм<sup>3</sup>** (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**

**2020 рік**

**№ 3 (58)**

*Збережено авторський стиль та орфографію*

Комп'ютерна верстка – Москаленко С.О.

Підписано до друку 30.06.2020  
Формат 60x90/8. Папір офсетний.  
Гарнітура Arial. Друк різнограф.  
Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.  
Наклад 100 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](mailto:vgl_obrii@ukr.net)

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. № 3 (58)